

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

БАХ А. Н., БУХАРИН Н. И., ВИЛЬЯМС В. Р., ГЕНДЛЕР Е. С.,
ГУБКИН И. М., ДОЛГОВ А. Н., ИОФФЕ А. Ф., КЕРЖЕНЦЕВ П. М.,
КРЖИЖАНОВСКИЙ Г. М., КРИЦМАН Л. Н., КУЙБЫШЕВ В. В.,
ЛАПИРОВ-СКОБЛО М. Я., ЛЕНГНИК Ф. В., ЛИНДЕ В. В., МАР-
ТЕНС Л. К., МЕЩЕРЯКОВ Н. Л., ФЕДОРОВСКИЙ Н. М., ША-
ТЕЛЕН М. А., ШМИДТ О. Ю., ШПРИНК В. Э.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Л. К. МАРТЕНС

ТОМ ДВАДЦАТЬ ВТОРОЙ
СТЕАРИНОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО — ТЕПЛОПЕРЕДАЧА



ГОСУДАРСТВЕННОЕ СЛОВАРНО-ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО «СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ»
МОСКВА ♦ ОГИЗ РСФСР ♦ 1933

ГОСУДАРСТВЕННОЕ СЛОВАРНО-ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО «СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ»



XXII том сдан в производство 22 февраля 1933 г.;
подписан к печати 31 октября 1933 г.

Набор текста и верстка, печать, брошюровочно-переплетные работы выполнялись в 16-й типографии треста «Полиграффинга» под общим наблюдением директора 16-й типографии Смирнова П. Г. и помощников директора Моргунова Н. В. и Кудряшова П. В. Набор и верстка произведены под руководством Колобашкина И. Г. и Самойлова И. К. Верстали Горшков М. С. и Егоров П. А. Печатью руководил Майоров С. Г. Брошюровочно-переплетные работы выполнялись под общим наблюдением Баранова В. В., Курчева Н. Н., Овсяникова М. П., Костюшина П. И. и Комарова И. М. Тиснением руководил Александров А. А. Клише для переплета гравировано Законовым Г. А. Клише выполнялись цинкографией 3-й типографии ОГИЗ «Красный пролетарий». Бумага бумажной фабрики Вышхимза. Дерматин Кунцевской фабрики им. В. П. Ногина. Картон Миропольской фабрики и Балахнинского комбината.

*В XXII томе ТЭ помещено 1105 иллюстраций в тексте,
7 вкладок к статьям: «Судостроение»—1, «Танк»—1,
«Телевидение»—1, «Тепловозы»—4 (из них 1 авторская и
3 штриховые).*

Адрес редакции Технической Энциклопедии: Москва, Остоженка, 1.
Адрес издательства: Москва, Волхонка, 14.

16-я типография треста «Полиграффинга», Москва, Трехпрудный пер., 9.
Уполномоченный Главлита Б 28902. Гиз 28. Э-00 г. Заказ 310.
Бумага 72×108/16. 31 печ. лист×99 500 знаков. Тираж 31 500 экз.

РЕДАКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭНЦИКЛОПЕДИИ

РЕДАКЦИОННОЕ БЮРО

Главный редактор—проф. Л. К. Мартенс.

Зам. Глав. Редактора—инж. Б. Э. Шпринк.
Пом. Глав. Редактора—А. А. Дашкевич.

Председатель Правления—Б. П. Рогачев.
Ученый Секретарь—Н. П. Ракицкий.

НАУЧНЫЕ РЕДАКТОРЫ

инж. Арманд Н. Е.; Ельцина Н. М.; инж. Знаменский А. А.; Мельников И. И.; инж. Мущенко И. Н.; Никаноров В. М.; инж. Павлушков Л. С.; Ракицкий Н. П.; Севастьянов И. А.; Татариннов Б. Н.; инж. Фрязиновский И. А.; инж. Шпринк Б. Э.

Зав. библиографией: инж. Таубман С. И.; Технические Редакторы: Ксандрова Е. Т.; Морозов И. И.; Никаноров В. М.; Сергеева Т. Н.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ СЕКТОР

Руководитель Произв. Сектора: Татиев Д. П.; Зам. руководителя Произв. Сектора: Маркус В. А.; Васильева М. А.; Технический Редактор по иллюстрациям: Тавастерна В. Я.; Зав. Технической Редакцией при типографии: Кулешов Н. З.; Технический Редактор при типографии: инж. Саямаров Н. Г.; Зав. Корректорской: Вокшицкая Л. И.; Старший корректор: Полякова В. М.

СОКРАЩЕНИЯ И СИМВОЛИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

I. Матричные меры.

| | |
|--------------------|----------------------------------|
| км | километры (1 000 м). |
| м | метры. |
| дм | дециметры (0,1 м). |
| см | сантиметры (0,01 м). |
| мм | миллиметры (0,001 м). |
| μ | микроны (0,001 мм). |
| mm | миллимикроны (0,001 μ). |
| mm | микромикроны (0,00001 μ). |
| км ² | квадратные километры. |
| га | гектары (квадратные гектометры). |
| а | ары (квадр. декаметры). |
| м ² | квадратные метры. |
| м ³ | кубические метры. |
| дм ³ | » дециметры. |
| см ³ | » сантиметры. |
| мм ³ | » миллиметры. |
| т | метрич. тонны (1 000 кг). |
| ц | центнеры (100 кг). |
| кг | килограммы (1 000 г). |
| г | граммы. |
| дг | дециграммы (0,1 г). |
| сг | сантиграммы (0,01 г). |
| мг | миллиграммы (0,001 г). |
| μг | микrogramмы (0,001 мг). |
| к | караты (200 мг). |
| кл | килолитры (1 000 л). |
| гл | гектолитры (100 л). |
| дкл | декалитры (10 л). |
| л | литры. |
| дл | децилитры (0,1 л). |
| сл | сантилитры (0,01 л). |
| мл | миллилитры (0,001 л). |
| тм | тоннометры. |
| кгм | килограммометры. |
| т/м ² | тонны на кв. метр. |
| кг/см ² | килограммы на кв. сантим. |
| м/сек | метры в секунду. |
| п. м | погонные метры. |
| рег. т | регистражные тонны. |

| | |
|---------|-----------------------------------|
| cos | косинус. |
| ctg | котангенс. |
| csc | косеканс. |
| arc sin | арксинус. |
| arc tg | арктангенс. |
| sh | гиперболический синус. |
| ch | гиперболич. косинус. |
| th | » тангенс. |
| ∅ | диаметр. |
| e | основание натуральных логарифмов. |
| lg | логарифм десятичный. |
| ln | » натуральный. |
| lim | предел. |
| Const | постоянная величина. |
| ∑ | сумма. |
| ∫ | интеграл. |
| ~ | приближительно. |
| ∞ | бесконечность. |
| d | полный дифференциал. |
| ∂ | частный » |

| | |
|----------|--|
| t° заст. | температура застывания. |
| t° отв. | » отвердевания. |
| t° крит. | » критическая. |
| atm | атмосфера техническая. |
| Atm | » барометрич. |
| I | сила тока. |
| Q | электрич. заряд, количество электричества. |
| E | электродвижущая сила. |
| V, U | напряжение, потенциал. |
| A | работа. |
| W | энергия. |
| N | мощность. |
| T | период колебания. |
| f, ν | частота. |
| ω | угловая скорость, угловая частота. |
| Ω | боновая частота. |
| λ | длина волны. |
| φ | сдвиг фазы. |
| L | самоиндукция. |
| C | емкость. |
| R | сопротивление активное (ваттнос). |

III. Международные символы.

а) Единицы.

| | |
|-----|------------------|
| A | ампер. |
| Ah | ампер-час. |
| W | ватт. |
| Wh | ватт-час. |
| kWh | киловатт. |
| kWh | киловатт-час. |
| V | вольт. |
| mV | милливольт. |
| VA | вольт-ампер. |
| kVA | киловольт-ампер. |
| mA | миллиампер. |
| Ω | ом. |
| MΩ | мегом. |
| μΩ | микроом. |
| C | кулон. |
| VC | вольт-кулон. |
| H | генри. |
| J | джоуль. |
| F | фарад. |
| μF | микрофарда. |
| ang | ангстрем. |
| Cal | калория большая. |
| cal | калория малая. |
| HP | лошадиная сила. |
| lm | люмен. |
| lx | люкс. |
| m | миорг. |
| Hz | герц. |

б) Величины.

| | |
|--------|---------------------------|
| t° | температура обыкновенная. |
| T° | » абсолютная. |
| t° мн. | » кипения. |
| t° пл. | » плавления. |

| | |
|--|--|
| ε | диэлектрич. постоянная. |
| μ | магнитн. проницаемость. |
| ρ | удельное сопротивление. |
| σ | удельная проводимость. |
| δ | декремент затухания. |
| φ | магнитный поток. |
| HBr | твердость по Бринеллю. |
| A _{cr1} , A _{cr2} , A _{cr3} | критич. точки |
| A _{r1} , A _{r2} , A _{r3} | железн. сплавов. |
| g | ускорение силы тяжести. |
| l | длина. |
| m | м.сса. |
| D _{t1} | уд. вес при t ₁ ° по отношению к воде при t ₂ °. |
| [α]; [α] _D | угол вращений плоскости поляризации. |
| C _H ; {H ⁺ } | концентрация водородных ионов. |
| pH; P _H | водородный показатель. |
| 1/2 N | нормальный раствор. |
| n ^{t°} | коэф. преломления. |
| n _D | |

IV. Основные сокращения.

| | |
|------------|--------------------|
| фт. | —футы. |
| дм. | —дюймов. |
| кц. | —килоцикл. |
| св. | —свеча. |
| об/м. | —обороты в минуту. |
| п-с. | —пудоверсты. |
| п-фт. | —пудыфуты. |
| фт/сек. | —футы в секунду. |
| чв-д. | —человекодни. |
| чв-ч. | —человекочасы. |
| долл. | —доллары. |
| мар. | —марки. |
| фи. ст., £ | —фунты стерлингов. |

II. Математич. обозначения.

| | |
|-----|---------------------------|
| ° | градус. |
| ' | минута, фут. |
| " | секунда, дюйм. |
| ''' | терция, линия. |
| > | больше (< меньше). |
| >> | не больше (<< не меньше). |
| ≈ | приблизительно равно. |
| ≈≈ | больше или равно. |
| ≈≈≈ | меньше или равно. |
| ≫ | значительно больше. |
| ≪ | значительно меньше. |
| ∠ | угол, измеряемый дугой. |
| ∥ | параллельно. |
| ⊥ | перпендикулярно. |
| — | от—до. |
| sin | синус. |
| tg | тангенс. |
| sec | секанс. |

Фр.—Франки.
 шилл.—шиллинги.
 млн.—миллионы.
 млрд.—миллиарды.
 ч.—часы.
 м., мин.—минуты.
 сек.—секунды.
 °Вэ.—градусы Бомера.
 °Э.—градусы Энглера.
 Градусы температуры швал:
 °К.—Кельвина.
 °С.—Цельсия (100°-ной).
 °Р.—Реомюра.
 °Ф.—Фаренгейта.
 t°—температура по 100°-ной шкале (С).
 t° Р.—температура по Реомюру.
 t° Ф.—температура по Фаренгейту.
 абс. ед.—абсолютная единица.
 ат. в.—атомный вес.
 Aufl.—Auflage.
 В.—Band, Bände.
 v.—volume, volumes.
 вкл.—включительно.
 гг.—годы, герола.
 д.—деревня, догота.
 д. б.—должно быть.
 ж. д., ж.-д.—железная дорога, железнодорожный.
 з.-европ.—западноевропейский.
 з-д—завод.
 изд.—издание.
 ин-т—институт.
 Jg.—Jahrgang.
 кпд—коэффициент полезного действия.

к-рый—который.
 к-та—кислота.
 Lfg—Lieferung.
 м.—мета (хим.).
 м. б.—может быть.
 м. г.—минувшего года.
 мшш (mesh)—число отверстий в ситах на лин. дюйм.
 мн-к—многоугольник.
 мол. в.—молекулярный вес.
 нект-ый—невогорый.
 о—орто (хим.).
 об-во—общество.
 о-в—остров.
 п.—пара (хим.).
 р.—pagina, paginae (лат.—страница, страницы).
 пром-сть—промышленность.
 проф.—профессор.
 СК—веретовые конуса.
 С., Ю., В., З.—север, юг, восток, запад.
 с.-з., ю.-в.—северо-западный, юго-восточный.
 стр.—страницы.
 т.—том, томы.
 т.—Tonne, Tonnes.
 Т.—Teil, Teile.
 тв.—твердость.
 т-во—товарищество.
 темп-ра—температура.
 т. н.—так называемый.
 тр-к—треугольник.
 уд.—удельный.
 уд. в.—удельный вес.

ур-не—уравнение.
 У. П.—Урочное положение.
 u. ff.—und folgende.
 ф-ия—функция.
 ф-ка—фабрика.
 ф-л.—формула.
 Н.—Heft, Hefte.
 хим. сост.—химический состав.
 ц. т.—центр тяжести.
 Ztg—Zeitung.
 Ztrbl.—Zentralblatt.
 Ztschr.—Zeitschrift.
 ш.—широта.
 э-с—электродвижущая сила.
 эфф.—эффективный.
 Ам. П.—американский патент.
 Ан. П.—английский патент.
 Г. П.—германский »
 Р. П.—русский »
 Сов. П.—советский »
 Ф. П.—французский »
 В.—Berlin.
 Brschw.—Braunschweig.
 L.—London.
 Lpz.—Leipzig.
 Mch.—München.
 N. Y.—New York.
 P.—Paris.
 Stg.—Stuttgart.
 W.—Wien.
 Wsh.—Washington.
 Л.—Ленинград.
 М.—Москва.
 П.—Петербург.
 СПб—Петербург.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ НАЗВАНИЙ РУССКИХ И ИНОСТРАННЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗДАНИЙ, ОБЩЕСТВ, ФИРМ

- «АзНХ»—Азербайджанское нефтяное хозяйство, Баку.
 «ВВФ»—Вестник воздушного флота, Москва.
 «ВИ»—Вестник инженеров, Москва.
 «ВС»—Вестник стандартизации, Москва.
 «ВТ»—Вопросы труда, Москва.
 «ГЖ»—Горный журнал, Москва.
 «ГТ»—Гигиена труда, Москва.
 «Ж»—Журнал Русского физико-химического общества, Ленинград.
 «ЖРМО»—Журнал Русского металлургического общества, Ленинград.
 «ЖХП»—Журнал химической промышленности, Москва.
 «ИТИ»—Известия Теплотехнического института им. Ф. Дзержинского, Москва.
 «МС»—Минеральное сырье, Москва.
 «МХ»—Мировое хозяйство и мировая политика, Москва.
 «НИ»—Нерудные ископаемые, Ленинград.
 «НХ»—Нефтяное хозяйство, Москва.
 «ОСТ»—Общесоюзные стандарты, Москва.
 «ПТ»—Промышленность и техника, СПб.
 «ПХ»—Плановое хозяйство, Москва.
 «СГ»—Социальная гигиена, Москва.
 «СП»—Строительная пром-сть, Москва.
 «СТ»—Санитарная техника, Москва.
 «СХ»—Социалистическое хозяйство, Москва.
 «ТяТБП»—Телеграфия и телефония без проводов, Н.-Новгород.
 «Труды ГЭИ»—Труды Гос. экспериментального электротехнического института, Москва.
 «Труды НАМИ»—Труды Научного автомобильного ин-та, Москва.
 «Труды НИУ»—Труды Научного института по удобрениям, Москва.
 «Труды ЦАГИ»—Труды Центрального аэрогидродинамич. ин-та, Москва.
 «УФН»—Успехи физических наук, Москва.
 «AAZ»—Allgemeine Automobil-Zeitung, Wien.
 «A. Ch.»—Annales de Chimie et de Physique, Paris.
 AEG—Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.
 AGFA—Aktien-Gesellschaft für Anilin-Fabrikation, Berlin.
 «Am. Soc.»—Journal of the American Chemical Society, Easton, Pa.
 «Ann. d. Phys.»—Annalen der Physik, Leipzig.
 «Ann. Min.»—Annales des Mines, Paris.
 «B»—Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, Berlin.
 BAMAG—Berlin-Anhaltische Maschinenbau - Aktien - Gesellschaft, Dessau.
 BASF—Badische Anilin- und Soda-Fabrik, Ludwigshafen a/R.
 BEAMA—The British Electrical and Allied Manufacturers Association, London.
 «B. u. E.»—Beton und Eisen, Berlin.
 Bayer—Farbenfabriken vorm. Fr. Bayer & Co., Köln a/R.
 «Ch.-Ztg»—Chemiker-Zeitung, Cöthen.
 «Ch. Ztrbl.»—Chemisches Zentralblatt, Berlin.
 DIN—Deutsche Industrie-Normen.
 «EChZ»—Elektrochemische Zeitschrift, Berlin.
 «EMA»—Zeitschrift für Elektrotechnik und Maschinenbau, Berlin.
 «EM»—Elektrotechnik und Maschinenbau, Wien.
 «ETZ»—Elektrotechnische Zeitschrift, Berlin.
 «GC»—Génie Civil, Paris.
 «I. Eng. Chem.»—Industrial and Engineering Chemistry, Easton, Pa.
 I. G. Farben—Interessengemeinschaft Farben - Industrie A.-G., Leverkusen b. Köln a/R.
 «IAIEE»—Journal of the American Institute of Electrical Engineers, New York.
 «J. Ch. I.»—Journal of the Society of Chemical Industry, London.
 «Mitt. Forsch.»—Mittellungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Berlin.
 NDI—Normenausschuss der deutschen Industrie.
 «PeKa»—Facabblatt für Parfümerie und Kosmetik, München.
 «RGÉ»—Revue Générale de l'Electricité, Paris.
 «Soc.»—Journal of the Chemical Society, London.
 «St. u. E.»—Stahl und Eisen, Düsseldorf.
 Ullm. Enz.—Enzyklopädie der technischen Chemie, herausgegeben von F. Ullmann, Wien—Berlin, 1. Auflage, 1915—2., 2. Auflage erscheint ab 1928.
 «WeTeZ»—Westdeutsche Textil-Zeitung, Elberfeld.
 «Z. ang. Ch.»—Zeitschrift für angewandte Chemie, Berlin.
 «Z. d. VDI»—Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin.
 «ZFM»—Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt, München.

СТЕАРИНОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО имеет целью выработку стеарина и олеина. Под этими названиями в технике обычно понимают смесь твердых и жидких жирных к-т, получаемых из жиров: в состав стеарина входят преимущественно стеариновая и пальмитиновая к-ты, а олеин состоит б. ч. из олеиновой к-ты. Стеарин технически служит гл. обр. для приготовления свечей и являлся первоначально главной целью С. п., в то время как олеин считался отходом, к-рый употреблялся для варки мыла. С развитием техники освещения спрос на стеариновые свечи, а вместе с ними и на стеарин понизился; зато олеин нашел в настоящее время широкое применение в текстильной пром-сти, где он служит для замасливания волокна при прядении и тканье, т. ч. об олеине теперь приходится говорить, как об одном из главных продуктов С. п. Так как основной целью С. п. является получение твердых жирных к-т, то в этой пром-сти пользуются жирами, богатыми твердыми жирными кислотами (говяжье и баранье сало), а также пальмовым маслом. В последнее время в виду недостатка на рынке животных жиров применяют в качестве сырья гидрированные растительные масла, а также различные загрязненные отбросные жиры и костяное сало низшего качества, мало пригодное по своему запаху и цвету для мыловарения. Вообще говоря, при выборе сырья для С. п. приходится руководствоваться не только твердостью жиров, но и качеством присутствующих в них жидких жирных к-т: по возможности жиры не должны содержать линолевой, линоленовой и других более непредельных к-т, т. к. эти к-ты понижают качество олеина. В последнее время при соблюдении особых условий работы иногда применяют в С. п. ворвань и некоторые жидкие растительные масла.

Производство стеарина и олеина состоит из следующих операций: 1) расщепления жиров на жирные кислоты и глицерин; 2) ацидификации, т. е. обработки жиров или полученных после их расщепления жирных к-т купоросным маслом; 3) дистилляции жирных к-т; 4) отделения твердых жирных кислот от жидких. В зависимости от качества перерабатываемого сырья и желаемого эффекта можно указанные операции различно комбинировать. Наиболее общий, обычно принятый метод работы — т. н. смешанный, в к-ром придерживаются следующего порядка: промытые жиры подвергаются операции (1), причем они расщепляются автоклавным путем или при помощи реактивов

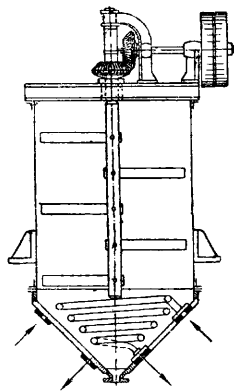
Твитчеля, Петрова или других аналогичных средств. Затем следуют по порядку операции (2), (3) и (4). Другой порядок работы, более краткий, можно с успехом применять лишь в тех случаях, когда исходным материалом служат чистые белые жиры. В этом случае сырье подвергается автоклавному расщеплению, причем жирные к-ты получают настолько светлыми, что можно непосредственно переходить к последней операции, подвергая недистиллированные жирные к-ты прессованию с целью отделения стеарина от олеина. В нек-рых случаях (особенно когда приходится перерабатывать сильно загрязненные жиры) начинают непосредственно с операции (2), подвергая сырье ацидификации, а затем переходят последовательно к операциям (3) и (4).

Расщепление жиров и масел путем гидролиза. В настоящее время известны 4 основных метода для гидролитич. расщепления жиров в заводских условиях (см. *Жиры и масла*): а) автоклавный, б) сернокислотный, или ацидификационный, в) метод Твитчеля, г) ферментативный. В стеариновом производстве применяют преимущественно автоклавный и сернокислотный методы, а за последнее время нашел применение и метод Твитчеля.

1. Автоклавный метод основан на способности воды, действуя на жиры и масла при высокой t° и давлении, расщеплять их на глицерин и жирные кислоты в присутствии веществ основного характера. В качестве веществ, ускоряющих расщепление, в технике чаще всего применяются: окиси кальция, магнезия, цинка и смесь окиси цинка с цинковой пылью. Расщепление жиров этим методом производят в автоклавах. Систем последних известно довольно много. На практике чаще всего пользуются простыми автоклавами. Жир, предназначенный для расщепления, предварительно очищают, что способствует расщеплению и улучшению качества получаемых продуктов. Очистку жира производят разбавленной серной к-той, с которой жир при нагревании перемешивается. Затем дают жиру отстояться, спускают отстоявшуюся внизу кислотную воду и для удаления остатка серной к-ты промывают жир горячей водой. Расщепление жира в автоклаве производится след. обр.: в разогретый паром автоклав загружают в расплавленном виде жир до половины объема автоклава. Туда же вводят ускоритель (известь, окись цинка и др.) с небольшим количеством воды; извести берут до 3% от веса жира, окиси цинка 0,5÷

1% или 1% смеси, состоящей из цинковой пыли (от 70 до 95%) и окиси цинка (от 30 до 5%). После этого в автоклав вводят 13÷20% чистой воды (лучше всего конденсационной), вытесняют паром из автоклава весь оставшийся воздух и поднимают давление пара до желаемой высоты. Во время расщепления все содержимое автоклава перемешивается паром; процесс расщепления продолжается ок. 8 ч. при давлении 10÷12 atm. По окончании процесса содержимое автоклава выпускают в общий приемник—закрытый оцинкованный деревянный или железный чан,—в котором дают отстояться жирным к-там и глицериновой воде. После этого глицериновую воду спускают через кран, а оставшиеся в чане жирные к-ты после промывки перепускают в отдельный оцинкованный чан, в котором их обрабатывают слабым раствором серной к-ты, чтобы разложить образовавшиеся за счет ускорителей металлч. соли жирных к-т. Автоклавный метод расщепления для С. п. имеет большие преимущества перед другими методами, т. к. при нем получаются жирные кислоты, почти не отличающиеся по цвету от исходного материала, а это дает возможность перерабатывать полученные светлые жирные кислоты на стеарин и олеин без дистилляции.

2. Ацидификационный метод (расщепление жиров крепкой серной к-той) требует, как и автоклавный, предварительной очистки жиров. Просушенный после удаления загрязнений жир нагревают до 113° и обрабатывают крепкой серной кислотой (66° Вё), взятой примерно в количестве 4% от жира, причем вся масса подвергается энергичному перемешиванию. После этого всю массу выливают в горячую воду, с которой ее разваривают в течение нескольких часов открытым паром. Во время разварки жир, обработанный крепкой



Фиг. 1.

серной к-той, гидролизуется, и образующиеся жирные к-ты всплывают на поверхность воды, а глицерин и серная к-та переходят в нижний водный слой. Нижний слой используется для выработки глицерина, а плавающие наверху жирные к-ты промываются водой от серной к-ты. Жирные к-ты при кислотном расщеплении окрашиваются и загрязняются продуктами обугливания, к-рые получаются от действия крепкой серной к-ты на жир. Ацидификацию производят в оцинкованных чугунных или железных чанах; обычно пользуются аппаратом Бела-Лакх (фиг. 1). Он состоит из оцинкованного железного котла цилиндрической формы с конич. дном, имеющ. паровую рубашку. В котле установлена оцинкованная мешалка, и на дне его находится глухой паровой змеевик. К-та поступает через небольшой свинцовый змеевик, помещенный под крышкой аппарата. К дну аппарата присоединена спускная труба, к-рая служит для спуска смолистого вещества, образующегося во время обработки жира серной кислотой. При ацидификации происходит не только гидролитич. расщепление жиров, но и глубокое химич. изменение (в строении нек-рых к-т), причем часть жидких к-т пере-

ходит в твердое состояние. Т. о. сернокислотный способ увеличивает выход твердых жирных к-т, причем происходит частичное осмоление жирных веществ. Такой же эффект получается при аналогичной обработке крепкой серной к-той не только жиров, но и жирных к-т, что для С. п. имеет большое значение.

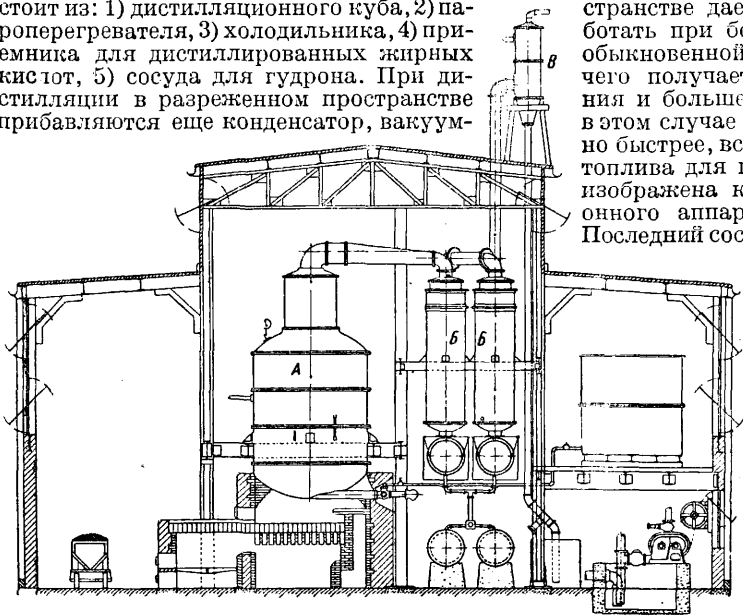
3. Под методом Твитчеля подразумевают в настоящее время расщепление жиров водой при нагревании до t° ~ 100° в присутствии различных сложных сульфокислот, которым в технике дано общее название «реактивов». Этот метод впервые был введен америк. химиком Твитчелем, который в качестве реактива применял сложные сульфокислоты, получавшиеся при действии крепкой серной кислоты на смесь нек-рых ароматич. углеводородов с жирными к-тами. Указанные сульфокислоты играют роль образователя эмульсии жира в воде. В состоянии эмульсии жир предоставляет расщепляющему действию воды огромную поверхность, вследствие чего реакция настолько ускоряется, что становится возможным производить расщепление без применения давления. В последнее время вместо реактива Твитчеля применяют т. н. *контакт* (см.), предложенный Г. Петровым. Расщепление жиров производят сл. образом. В оцинкованный чан сначала наливают 20÷25% (от жира) мягкой воды и 0,2÷0,5% серной к-ты и нагревают открытым паром до кипения, затем вводят реактив в количестве 0,5÷1%, а вскоре затем растопленный жир. Всю массу продолжают кипятить примерно 10—12 ч., причем расщепление достигает 80÷85%. Массе дают отстояться, отделяют глицериновую воду, оставшуюся жирную часть вновь кипятят со свежей подкисленной водой еще 4—6 час. В результате второй варки расщепление доходит до 90—94%. Жирные к-ты при этом методе получаются несколько темнее, чем при автоклавном расщеплении, но светлее, чем при кислотном способе. Для успешного расщепления по последнему способу жиры надо предварительно очищать, как это практикуется при автоклавном способе.

Жирные к-ты, происходящие от грязных и темных жиров или потемневшие впоследствии при расщеплении, необходимо для выработки стеарина предварительно рафинировать. Эта цель достигается путем дистилляции. При нормальном давлении жирные к-ты кипят: пальмитиновая при 339÷356°, стеариновая к-та при 359÷383° (причем обе кислоты перегоняются с заметным разложением); олеиновая кислота из-за сильного разложения не перегоняется при обычном давлении. При давлении в 100 мм рт. ст. можно последнюю перегнать при t° 285÷286°. Т. о. для того чтобы избежать разложения продуктов при дистилляции жирных к-т, надо их перегонять при более низкой t°; для того же, чтобы упругость пара перегоняемого продукта превысила окружающее давление при более низкой t°, вводят в процесс дистилляции еще другую инертную жидкость с большой упругостью пара. Обычно применяют перегретый водяной пар или же пользуются понижением окружающего давления, производя дистилляцию в разреженном пространстве. Иногда применяют и то и другое одновременно. Дистилляция жирных к-т перегретым паром без применения вакуума происходит обычно при t° 250÷280°; при более высокой t° дистиллят иногда темнеет. Во время дистилляции происходят различные химич.

изменения дистиллируемого продукта: окси-стеариновая к-та переходит в изоолеиновую к-ту и стеаролактон; при высокой t° за счет оставшегося в жирных к-тах нейтрального жира образуются углеводороды, к-рые увеличивают количество неомыляемых в получаемом дистиллате и ухудшают качество вырабатываемых продуктов. Поэтому рекомендуется жиры предварительно расщеплять возможно глубже. Аппаратура для дистилляции жирных к-т состоит из: 1) дистилляционного куба, 2) пароперегревателя, 3) холодильника, 4) приемника для дистиллированных жирных кислот, 5) сосуда для гудрона. При дистилляции в разреженном пространстве прибавляются еще конденсатор, вакуум-

плитами, чтобы он не приходил в непосредственное соприкосновение с топочными газами.

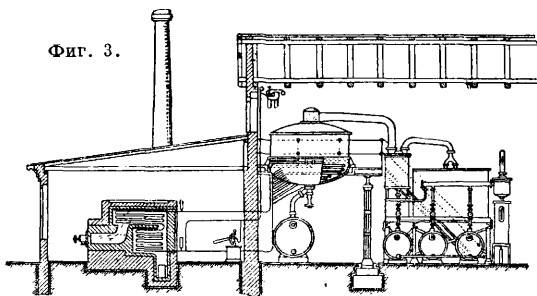
Пароперегреватели употребляются обычного типа. Конденсаторы или холодильники служат для сгущения паров воды и жирных к-т, получающихся при перегонке. Эти части делаются обычно из меди или алюминия. Холодильники при перегонке жирных к-т бывают двух родов: воздушные и водяные. Перегонка жирных к-т в струе перегретого пара в разреженном пространстве дает прежде всего возможность работать при более низкой t° (на 15—20° ниже обыкновенной темп-ры дистилляции), вследствие чего получается меньше продуктов разложения и больше чистого дистиллата. Кроме того в этом случае перегонка происходит значительно быстрее, вследствие чего сокращается расход топлива для печи, а также и пара. На фиг. 2 изображена конструкция вакуум-дистилляционного аппарата, применяемого в Америке. Последний состоит из чугунного толстостенного куба А, снабженного большим шлемом из алюминия; конденсация паров жирных к-т происходит в водяных холодильниках В, из которых последний соединен широкой трубой с впрыскивающим конденсатором В, расположенным над крышей. Для дистилляции устанавливают обычно несколько приемников, причем имеется возможность, не прерывая дистилляции, выключать один из них для его опорожнения. Вакуум в аппарате поддерживается при помощи сухого воздушного насоса, причем



Фиг. 2.

насос и маслоотделитель. При конструировании дистилляционного куба приходится считаться с тем, что пары легко конденсируются и стекают обратно и что кроме того производительность куба зависит от величины испарительной поверхности жидкости. Поэтому аппаратам придают обычно круглую низкую и широкую форму с возможно большей испарительной поверхностью. При правильной конструкции аппарата каждые 2,4 м² испарительной поверхности должны в среднем давать около 100 кг чистого дистиллата в 1 ч., если работа ведется при атмосферном давлении, и 130 кг дистиллата, если перегонка ведется в разреженном пространстве. При применении вакуума высота куба д. б. больше, чтобы не происходило перебрасывания жидкости. Дистилляционный куб снабжен шлемом с трубой, отводящей пары в холодильник. Кроме того имеются лаз, отверстие для термометра, труба для подачи сырых жирных к-т и спускная труба на дне котла для спуска смолистых остатков. По дну куба расположена парораспределительная труба для вдувания перегретого пара. Дистилляционные кубы делают исключительно из меди или чугуна. Железо в данном случае мало пригодно, т. к. жирные к-ты его разъедают. Дистилляционный куб вмазывается обычно в печь; обмуровку его производят обычно так, чтобы огонь непосредственно не касался дна котла. Для этого над топкой устраивают длинный свод, чтобы топочные газы сначала проходили под упомянутым сводом, а затем уже омывали дно куба. Кроме того обычно дно медного куба изолируют еще шамотными

обычно между барометрич. конденсатором и воздушным насосом выключают сосуд с олеиновой к-той, через к-рый просасывается воздух, дабы прошедшие через конденсатор последние остатки жирных к-т абсорбировались олеиновой к-той. В последнее время в Зап. Европе с успехом применяется для дистилляции жирных к-т аппарат сист. Фредеркинга. На фиг. 3 изобра-



Фиг. 3.

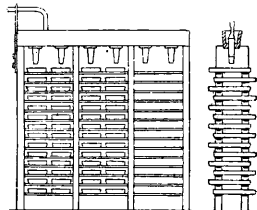
жен такой аппарат (Машиностроительный завод «Volkmar Häinig u. Co.» в Дрездене). Для нагревания дистилляционного куба, работающего под вакуумом, пользуются перегретой до 310—380° водой, которая циркулирует по особым цельнотянутым стальным трубам, залитым в стенках дистилляционного куба. Перегрев воды производится в особой печи, находящейся в соседнем с дистилляционным отделением помещении. Там же находится и печь для перегрева пара, к-рый требуется для перегонки жирных к-т. Т. о. дистилляция изолирована от огня, что устраняет опасность возникновения пожара.

При нагреве воды, циркулирующей в замкнутой системе указанных выше труб, до t° 310° в них развивается давление ок. 100 atm , а при t° воды в 380° давление повышается до 250 atm . Эта система нагревания дает возможность легко регулировать дистилляцию, точно устанавливая t° и избежать местного перегрева к-т, отчего возможность подгорания и образования неомыляемых сводится к минимуму. Перегонка жирных к-т производится сл. обр.: когда весь аппарат прогрет паром, в дистилляционный куб наливают высушенные при t° 100° жирные к-ты и пропускают через куб пар, перегретый до 300° ; затем начинают медленно повышать t° дистилляционного куба. Охлаждающая вода в холодильнике искусственно подогревается паром, чтобы жирные к-ты в холодильнике не застыли. При дистилляции в вакууме начинают работать без разрежения и пускают вакуум-насос лишь тогда, когда дистилляция идет уже полным ходом. В это время t° воды холодильника приближается к 100° . Не следует однако допускать, чтобы t° воды достигла t° кипения, т. к. в таком случае часть паров жирных к-т может пройти через холодильник, не конденсировавшись. В последнем случае надо усилить приток холодной воды. При вакуум-дистилляции недостаток охлаждающей воды вызывает понижение вакуума. При перегонке жирных к-т пользуются методами: 1) перегонки до пека и 2) перегонки до гудрона. В первом случае перегонку ведут до тех пор, пока к-ты не станут получаться сильно окрашенными; тогда перегонный куб вновь загружают следующей порцией расплавленных жирных к-т, не очищая куба от пека, и так ведут 3—4 перегонки подряд, а затем уже очищают куб от густого смолистого черного остатка—пека; последний находит применение при изготовлении толя и для изоляции кабеля. Во втором случае в течение 16—20 час. от времени до времени прибавляют в дистилляционный куб жирные к-ты, а затем прекращают приток свежих к-т и отгоняют оставшиеся в кубе продукты до тех пор, пока дистиллят не начнет темнеть. Оставшуюся в кубе массу жидкого черного цвета выпускают и собирают отдельно от нескольких перегонок; этот продукт вновь подвергают ацидификации для разложения скопившихся в нем неомыленных жиров и затем при вторичной его перегонке доводят до густого пека. Последнюю гонку проводят обычно в чугунных котлах. Преимущество второго метода работы состоит в том, что получаемые жирные к-ты значительно беднее неомыляемыми. Количество пека при первом способе работы ~3,5%, при втором способе 1,5—2,5%. Общий расход топлива для получения нужного количества пара и для обогрева куба составляет 50—60 кг антрацита на 100 кг дистиллированных жирных к-т. При гонке в разреженном пространстве требуется для такого же количества дистиллата 30—36 кг антрацита.

Получаемые при дистилляции жирные к-ты представляют собою смесь твердых и жидких к-т. Для отделения твердых к-т от жидких было предложено много способов, к-рые можно разделить на две группы: 1) химич. способы и 2) механич. способы. Химич. способы разделения основаны на различной растворимости твердых и жидких к-т в спирте или на различной способности их эмульгироваться в присутствии жирных сульфокислот. В производстве пользуются обычно механич. способом,

к-рый сводится к отжиманию жидких частей от закристаллизовавшихся при охлаждении твердых жирных к-т. Жирные к-ты после дистилляции промывают в расплавленном виде слабым раствором серной к-ты, чтобы разложить медные, железные и известковые мыла, образовавшиеся во время пребывания в аппарате. Эти операции производятся в освинцованных чанах при кипячении в течение часа открытым паром. После кипячения с серной к-той жирные к-ты промывают кипящей водой. Чтобы при прессовании полученного продукта легко и полностью отделялись жидкие части, необходимо приготовить подходящую композицию из различных фракций перегонных жирных к-т; t° *заст.* этой смеси д. б. $36—40^{\circ}$. Чтобы состав не был слишком тверд, к смеси прибавляют выделяющуюся при горячем прессовании из прессов полужидкую часть, так называемый «резидуль».

Кристаллизацию жирных кислот производят в плоских четырехугольных ваннах, сделанных из эмалированного железа или из алюминия. Каждая ванна имеет на одном более коротком крае на высоте 4 см вырезы для перелива. Ванны помещаются на особых этажерках, одна над другой в несколько рядов (фиг. 4). Общий деревянный жолоб, лежащий над ними, служит для



Фиг. 4.

наполнения расплавленными жирными кислотами, которые заполняют сначала верхнюю ванну, затем последовательно переливаются в стоящие ниже до тех пор, пока не будут заполнены все ряды. В этих ваннах расплавленные жирные к-ты должны медленно застывать и закристаллизоваться, что происходит обычно в течение 12—24 час. Остывшие жирные к-ты вынимают из ванн в виде пластинок, складывают штабелями в отдельном помещении, где происходит окончательная кристаллизация, или «дозревание», при t° ок. 10° в течение примерно 7 дней. Для прессования каждую из вышеуказанных плит весом ок. 5 кг закладывают в отдельный плоский мешок из верблюжьей или козьей шерсти. Прессование жирных к-т в виде плит производится при помощи гидравлич. прессов два раза: первый раз в т. н. холодных прессах без нагревания и второй — при нагревании пресса до 40° . Для холодного прессования применяют обычно простые вертикальные квадратные гидравлич. прессы приблизительно типа употребляемых в маслобонном деле. Холодное прессование должно производиться медленно (обычно в течение двух часов). Наибольшее давление, применяемое в конце процесса при холодном прессовании, 150 atm . При правильном составе жирных к-т и правильной работе холодные прессы выжимают жидких к-т ок. 25% от веса прессуемого материала. Т. к. при холодном прессовании жидкие жирные к-ты далеко не полностью отжимаются, то оставшиеся в прессах жмыхи подвергаются вторичному прессованию в прогреваемых прессах. Прогреваемые прессы отличаются от холодных прессов тем, что чугунные плитки, между которыми закладывают мешки с товаром, снабжены каналами, соединенными с паропроводом посредством тоненьких трубочек, позволяющих подогреть

вать плиты паром. Прессование в горячих прессах производится значительно быстрее (45—60 мин.), причем вытекающую из прессов полужидкую массу—«резидулу»—вновь прибавляют к свежим дистиллированным жирным к-там. Максимальное давление, применяемое в этих прессах, 250—350 *atm*. При нормальной и правильной работе горячих прессов в них остается в виде твердого технического стеарина 33÷37% от первоначального веса жирных к-т, закладываемых в холодные прессы. Получаемый технич. стеарин расплавляют, обрабатывают слабым раствором серной к-ты (3° Вé), затем промывают водой, после чего разливают в плоские формы; в таком виде стеарин поступает в продажу. Технич. олеин, вытекающий из холодных прессов, содержит еще некое количество твердых жирных кислот и немного влаги. Для того чтобы олеин отделить от воды, его нагревают в особом чане приблизительно до 60° при помощи паровых змеевиков. При этой *t°* вода быстро садится на дно, а верхний слой *сухого олеина спускают в цистерны*, находящиеся в прохладном подвале. Здесь при медленном остывании из олеина выкристаллизовываются оставшиеся в нем твердые к-ты, а затем олеин отфильтровывается в фильтр-прессах, после чего он идет в продажу.

Производство стеарина в России достигло в 1913 г. 18 700 *t*, олеина—11 300 *t*. Во время войны 1914—18 гг. С. п. вследствие недостатка твердых жиров значительно сократилось. С 1923 г. наблюдается увеличение указанной продукции, причем выработка стеарина в СССР в 1928 г. составляла 5 400 *t*, а олеина—2 650 *t*.

Лит.: Рудаков В. Г., Производство стеарина, Чита, 1928; Таланцев З. М., Технология жиров и масел, ч. 1—2, М., 1925—26; Петров Г. С. и Рабинович А. Ю., Расщепление жиров и получение глицерина, Л., 1928; Дубовиц Г., Химический контроль в жировой промышленности, пер. с нем., М., 1927; «Маслобояно-жировое дело», М., 1925; Heftig G., Technologie d. Fette u. Oele, 7 Aufl., B. 3, V., 1924; Ubelohde und Goldschmidt, Handbuch der Chemie u. Technologie d. Oele u. Fette, B. 1—4, Lpz., 1908—1929; Bela-Lach, Stearinfabrikation, 1908; «Seifensieder-Zeitung u. Rundschau über d. Harz-, Fett- u. Oel-Industrie», Augsburg, 1918. А. Бар.

СТЕКЛО, по определению Таммана—перезохлажденная жидкость, вязкость к-рой увеличивается с понижением *t°*; по Гельгофу и Томасу гомогенное, изотропное вещество, прозрачное для лучшей видимого спектра, подвергающееся обработке почти исключительно в расплавленном, т. е. вязком, состоянии. Стекла подразделяются на естественные (напр. вулканическое С.) и искусственные. Последние м. б. получены не только в аморфном виде, но и в кристаллах, при т. н. расстекловывании и, к-рому можно привести все С. Главными составными частями С. являются кремнезем (в виде песка и различных силикатов), окись натрия и окись кальция; количество возможных в стеклоделии соединений неисчислимо, т. к. почти все химич. элементы применяются в С. для придания ему тех или иных качеств. Влияние одного стеклообразующего вещества на то или иное свойство готового С. зависит от присутствия в нем других компонентов, причем только немногие физич. свойства (уд. теплота, теплопроводность, плотность) складываются для С. из свойств его компонентов. С. может быть в трех состояниях: жидком, вязком и хрупком. Обработка С. возможна при определенной величине вязкости. Плотность С. 2,24—6,3; максимальной плотностью обладает С., содержащее 80% окиси свинца. Неото-

жженное С. имеет большую плотность, нежели С., свободное от напряжений (разница достигает 0,02). Плотность довольно точно вычисляют суммарно по плотностям отдельных окислов.

Химическая устойчивость С. От С. требуется значительная устойчивость против атмосферных химич. агентов и воды, напр. оконное С. должно противостоять атмосферным влияниям; бутылочное—химич. воздействию содержимого бутылки. Очень высокие требования предъявляют к водомерному стеклу. Благоприятное влияние на химич. стойкость С. имеют окиси цинка, кальция, алюминия и борная к-та в определенных пределах. Сопротивление на сжатие у С. велико, оно колеблется от 60 до 120 *кг/мм²*. Вообще механич. крепость С. велика, за исключением сопротивления удару. Сопротивление на изгиб 10—25 *кг/мм²*. Сопротивление на разрыв м. б. определено только относительно точно вследствие невозможности сломать равномерно по всему разрезу какой-либо испытываемый трос. Эти сопротивления зависят гл. обр. от присутствия в С. борной к-ты и окисей кальция, бария и свинца (при замене ими кремнекислоты до определенной степени); остальные вещества на эти физич. свойства С. влияют очень мало. При низких *t°* С.—совершенно упругое тело (подчиняется закону Гука). Сопротивление удару С. (хрупкость) чрезвычайно мало; хрупкость находится в связи с термич. устойчивостью С. Из стеклообразующих веществ сильное влияние на уменьшение хрупкости имеет только борная к-та, которая значительно повышает сопротивление удару при замене ею кремнекислоты (до 15%). Твердость С. лежит по шкале Моса между 4 и 8. Обыкновенные С. имеют твердость, равную 6. Мерой твердости служит обратная величина ширины царапины, произведенной на С. конусообразным алмазом при нагрузке в 20 г. Щелочи, заменяя кремнекислоту, сильно снижают твердость. Окиси кальция, магния, цинка и бария увеличивают твердость С.; борная к-та, при замене кремнекислоты (до 15%), чрезвычайно увеличивает твердость С.; щелочи, заменяя кремнекислоту, сильно снижают ее.

Термические свойства. Коэф. расширения стекла колеблется от 5,5·10⁻⁷ до 151·10⁻⁷ и меняется линейно с *t°* только до *t°* трансформации. Знание коэф-та расширения имеет практич. значение при сплавлении С. с металлами. С. с высоким коэф-том расширения термически более чувствительны и наоборот. Коэф-ты расширения вычисляются по ф-лам Потта и Винкельмана или Тернера и Инглиша. Удельная теплота С. вычисляется суммарно по соответствующим данным компонентов; при *t°* ок. 800° она является величиной постоянной. Теплопроводность С. очень мала и вычисляется также по данным компонентов. Термической устойчивостью—чрезвычайно важное свойство и зависит от состояния напряжений в С., формы, толщины и состава его. Для С., обладающих большой термич. устойчивостью, характерны малая величина коэф-та расширения, относительно низкое содержание щелочей и относительно высокое содержание борной к-ты. Ф-ла термич. устойчивости *F*:

$$\frac{1}{3} F = \frac{p}{\alpha E} \sqrt{\frac{r}{sc}}$$

где *p*—сопротивление разрыву, *α*—линейный

коэф. расширения, E —модуль упругости, k —теплопроводность, s —удельный вес, e —удельная теплоемкость.

Оптические свойства. С. чрезвычайно разнообразны по своим оптич. свойствам. Имеются С., обладающие одинаковым рассеянием при различных коэф-тах преломления и наоборот. В *оптических стеклах* (см.) играет большую роль ликвидация напряжений, т. к. в противном случае может иметь место двойное преломление. Окраска С. достигается крашением его окислами металлов или коллоидами, причем степень окисления играет большую роль. Окраска металлами зависит не только от самого красителя, но также и от состава основного С. Обесцвечивание С. имеет большое значение в стекольной промышленности, т. к. почти все С. содержат большее или меньшее количество железа, дающего зеленую окраску. Обесцвечивание достигается химич. процессом—переводом красящего вещества в неокрашивающее соединение. Пропускаемость ультрафиолетовых лучей зависит от содержания железа в С. Лучшие составы стекла пропускают до 70% ультрафиолетовых лучей.

Электрические свойства. Определенных и ясных взглядов на электрич. свойства С. нет. Проводимость С. имеет электрич. природу. Щелочи повышают проводимость. При изготовлении изоляционного С. берут как можно меньше щелочей и вводят компоненты, увеличивающие легкоплавкость, но не снижающие изоляционной способности, например окись свинца, бария, железа, борную к-ту. О свойствах С. см. также *Спр. ТЭ*, т. III, стр. 154—191.

Лит.: Шульц Г., *Стекло*, пер. с нем., М., 1926; Иебсен-Марведель, Варна и формовка стекла, пер. с нем., М., 1932; Дралей и Кепелер, Производство стекла, пер. с нем., т. 1, ч. 1, М., 1928; Педдл, Пороки стекла, пер. с англ., Л., 1931; Китайгородский И., Влияние окиси алюминия и окиси магния на кристаллизационную способность стекла, М., 1928; Лешательер А., Кремнезем и силикаты, пер. с франц., Л., 1929; Eitel W., *Physikalische Chemie d. Silikate*, Лpz., 1929; Eitel W., *Glastechnische Tabellen*, Лpz., 1932; «Journal of the Society of Glass Technology», Scheffeld; «American Ceramic Society», Columbus; «Glastechnische Berichte», Frankfurt a/M; «Sprechsaal», Coburg.

Пайрекс (пирекс), С., отличающееся высокой химич. и термич. устойчивостью; было получено в Америке доктором Сюзливаном и Тейлором. Проф. Турнер (Turner) изучал химические и термические свойства его. Химич. состав пайрекса: 80,5% SiO_2 ; 0,3% CaO ; 4,4% Na_2O ; 0,7% As_2O_5 ; 0,1% MgO ; 0,3% Fe_2O_3 ; 2,0% Al_2O_3 ; 11,8% B_2O_3 ; 0,2% K_2O . По другим исследованиям химический анализ пайрекса следующий: 80,89% SiO_2 ; 11,19% B_2O_3 ; 2,03% $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$; 0,13% CaO ; 0,52% As_2O_5 ; 4,51% Na_2O ; 0,51% K_2O . Петерс (Peters) и Грегок (Gragoc) изучали термич. расширение пайрекса при высоких t° . Коэф. расширения пайрекса: при t° -ном интервале 21—471° $\alpha = 36 \cdot 10^{-7}$, а при интервале 552—571° $\alpha = 151 \cdot 10^{-7}$. Физич. константы для пайрекса: уд. в. 2,25; модуль упругости 6 230 кг/мм²; показатель преломления $D = 1,4754$; линейный коэф. расширения (19—350°) 0,00000320; теплоемкость 0,20; теплопроводность 0,0027; t° размягчения 750°. По Маршаллу (Marshall) диэлектрич. прочность 20 кВ на 100 мм толщины; диэлектрич. постоянная 5,75—5,78; электрич. сопротивляемость (объемная) $10^{14}\Omega$; электрическая сопротивляемость (поверхностная) $10^{14}\Omega$ при 34% влажности и $5 \times 10^8\Omega$ при 84% влажности. В

отношении химич. прочности пайрекса тот же автор считает, что действием минеральных к-т можно пренебречь, за исключением фосфорной и фтористоводородной. При производстве искусной кислоты не было заметно разбедания С. после 5 час. работы при t° выделения паров. Кристаллизационная способность пайрекса была изучена С. W. Parmelee и А. L. Monack в 1929 г. При термич. обработке С. легко кристаллизуется. Авторы считают, что выпадают кристаллы тримита и кристобалита. В другом исследовании С. W. Parmelee, G. L. Clark и А. E. Badger методом рентгенографии, термически обрабатывая пайрекс при 800°, нашли кристобалит.

Пайрекс применяется для замены фарфора, плавленного кварца и химически устойчивых металлических сплавов, химической аппаратуры, а также высоковольтных изоляторов; пайрекс при равной прочности с фарфором вследствие своей прозрачности имеет преимущество перед последним, что позволяет обнаружить дефекты изолятора.

Попытка изготовить С. типа пайрекса в СССР была впервые сделана в январе 1924 г. на Запрудненском стекольном з-де, а затем на опытной установке з-да «Изолятор». Автором этой статьи было получено С. и из него изготовлены образцы высоковольтного изолятора. С. тогда было названо «Алех». Химич. его состав (в %): 72 SiO_2 ; 20 B_2O_3 ; 2,5 Na_2O ; 2,5 K_2O ; 2,5 Al_2O_3 ; 0,5 CaO . Линейный коэф. расширения 0,000004. Испытания на пробивное напряжение, произведенные на з-де «Изолятор», дали 82 000—86 000 В при толщине дна стаканчика в 12 мм. Пайрекс получен в 1927 г. В. Гавриловым на заводе Лензос и там же организовано его производство. По определениям Гос. оптич. ин-та пайрекс Лензоса характеризуется следующими данными: уд. в. 2,25; показатель преломления $n_g = 1,4784$; коэф. расширения $\alpha = 31,7 \cdot 10^{-7}$ в настоящее время несколько выше; проба Милюса на химич. стойкость: $A_n - 3$; $A_r - 4$; t° спекания 642°. В 1932 г. организовано также производство пайрекса на Мерефском стекольном з-де близ г. Харьков.

Лит.: Гинзбург А., Влияние минерализаторов на свойства стекла, «Керамика и стекло», 1931, 4; Китайгородский И. и Куровская С., Химически устойчивое стекло для лабораторной посуды, «Труды ин-та силикатов», 1930, вып. 31; Турнер W., The Glass Industry of North America, «Journal of the Society of Glass Technology», Sheffield, 1919, v. 3, p. 191; Peters C. a. Gragoc C., The Thermal Dilatation of Glass at High Temperatures, «Journal of the Optical Society of America», 1920, v. 4, p. 105; «Chem.-Weekblades», 1920, v. 17, p. 465; «Ch. Ztrbl.», 1920, B. 23, p. 643; Collins W., Report on Standardisation of Sizes a. Shapes of Apparatus, «I. Eng. Chem.», 1921, v. 13, p. 1070; Marshall A., Pyrex Glass as a Material for Chemical Plant Constriction, *ibid.*, 1923, v. 15, p. 141; Marshall A., Pyrex Glass Plant Equipment, *ibid.*, 1923, v. 15, p. 671; Migliacci D., The Resistance of some Chemical Glasses to Chem. Reagents, «Ann. Chem. Appl.», 1925, v. 15, p. 87; Parmelee C. a. Monack A., The Devitrification of Glass, «Journal of the Society of Glass Technology», Sheffield, 1929, v. 13, 52, p. 322; Parmelee C. a. Badger, Diffraction of X-ray by Ordinary Glass etc., «Journal of the Society of Glass Technology», Sheffield, 1929, v. 13, 52, p. 285.

Стеклмассы как строительный материал. Строительные стекломассы представляют собою неорганические вещества, затвердевшие из расплавленного состояния и оставшиеся во всех отношениях аморфными (стекловидное состояние). По возможности изготовления в промышленном масштабе и по условиям применения они должны обладать иными свойствами, чем свойства обычных стекольных изделий. Кроме использования стекломассы для изделий ее

можно использовать как цементы со специфич. свойствами (стеклобетоны), а путем кристаллизации стекломасс можно получить ряд новых искусственных материалов, к-рые могут найти применение в ряде областей пром-сти, в том числе строительной.

Изделия из стекломассы. Вопрос о применении в строительстве материалов из стекломассы в виде плавящихся камней—сплошных и полых, стеклянной черепицы, половых плиток, облицовочных плиток, фасонных изделий, кислотоупорных труб, котлобаллонов, выдерживающих высокие давления, и т. д.,—а также в виде разных конструкций в последние годы стал проблемой, над к-рой работает исследовательская мысль как в Союзе, так и за границей. Метод плавки дает возможность придать материалу любую форму и получить в конечном счете более простым способом изделия для использования их в строительстве, напр. применение стеклянной черепицы должно явиться весьма практич. мероприятием, упрощающим конструкции покрытий; выделка из стекломассы облицовочных плиток дает гигиенич. строительный материал и избавляет от сложных работ по покрытию черепка глазурью, двойному обжигу и т. д. Работа над жидкой (расплавленной) стекломассой дает значительно большие возможности механизации и выработки продукции с более разнообразными формами, чем работа с искусственными камнями, керамич. изделиями; в частности пустотелые изделия м. б. выполнены с более тонкостенными перегородками и большим количеством пустот и т. д. Вопрос о дешевых вязжущих материалах для стекломасс также находит свое разрешение пока в исследовательском масштабе и в ближайшие годы, надо полагать, будет разрешен и в промышленном. Проблема изготовления стекломассовых строительных материалов по экономич. соображениям должна опираться на изучение вопросов самого широкого применения в этом специальном стеклоделии местного сырья как естественного (глины, доломиты, известняки), так и искусственного (шлаки и другие отбросы пром-сти). Если для изготовления бесцветных и прозрачных изделий, хрусталя и С. оптического необходимо особо тщательный выбор сырых материалов, то для стеклостроительных изделий вопрос о прозрачности их играет незначительную роль (полупрозрачная черепица) или не играет никакой (глухая черепица, трубы, половые плитки, облицовочные плитки, пустотелые камни, плавящиеся камни и т. д.). Требования к качеству самых стеклостроительных материалов в отношении ряда «пороков» (свиль, пузырь и т. д.) допускают гораздо большие колебания, чем в обычном стекле, или не играют никакой роли. Кроме того особое значение имеет то обстоятельство, что при изготовлении строительного С. нет надобности в добавках дорожных и пока дефицитных щелочей, т. к. можно ограничиться тем количеством их, к-рое имеется напр. в глинах, в особенности при наличии во вводимом сырье весьма распространенных окислов железа.

В отношении свойств получаемых стекломассовых материалов приводятся нек-рые данные Ин-та сооружений о плавящихся изделиях, получаемых из глины, доломитов, шлаков, отбросов фосфоритов: уд. в. 2,48—2,66; коэф. расширения $200 \cdot 10^{-7}$ — $300 \cdot 10^{-7}$. Механич. прочность: сопротивление на разрыв 900 — 1100 кг/см²;

сопротивление на сжатие 8000 — 10000 кг/см². Термическая прочность при испытании при разности 80 и 50° вполне удовлетворительная; $t_{пл.}^1$ 200 — 1250° . В отношении химич. устойчивости эти стекломассы не только выше обычных известково-щелочных, но даже и химич. С. Химич. состав (в %) характеризуется следующими данными: $34,0$ — $50,2$ SiO₂; $4,2$ — $9,3$ P₂O₅; $1,7$ — $12,4$ Al₂O₃; $2,1$ — $3,1$ Fe₂O₃; $14,0$ — $33,7$ CaO; $5,8$ — $14,2$ MgO; $0,8$ — $1,5$ K₂O; $2,0$ — $5,0$ Na₂O.

Строительные материалы кристаллического строения из стекломасс. Было много попыток получать кристаллич. строительные материалы из С. путем раскисления. Следует отметить в этом направлении работы Argy, Garchey и др., но все эти попытки широкого промышленного применения не нашли, т. к. кристаллы получались крупные, легко выкрашивались и оказывались недолговечными. В 1929—31 гг. были проведены исследовательские работы над строительными стекломассами в Ин-те сооружений и в Ин-те стройматериалов в лабораторном и полузаводском масштабе проф. Алмазовым, давшие весьма положительные результаты. Такие кристаллич. стекломассы получают следующим образом: соответственно подобранная и перемешанная шихта плавится в обычной стекольной печи; расплавленная стекломасса льется в формы (песочные, стальные); после отливки изделия, освобожденные от формы (в горячем состоянии), переносятся в специальную печь, подобную обычным стекольным закалочным, печь замывается и медленно охлаждается (от нескольких часов до нескольких дней, в большинстве случаев 12 — 24 час.). Начальная t° кристаллизации ок. 700° ; во время кристаллизации она самопроизвольно повышается, а затем медленно снижается. Ряд полученных т. о. материалов из глин, доломитов, отбросов фосфоритов совершенно идентичен по химич. составу, по кристаллич. строению и всем свойствам плавящимся базальтам (см.), андезитам (см.) и т. п. Эти материалы (Ин-т силикатов их назвал алмазовыми силикатами) отличаются огромной механич. прочностью, кислотоупорностью и высокими электроизоляционными свойствами (даже превышают базальты) и могут найти самое широкое применение в качестве строительного материала (мостового, облицовочного и т. п.), а также в электрохимич. пром-сти. По определению акад. Ферсмана производство алмазовых силикатов имеет за собою огромные технич. и экономич. преимущества в Московском районе и в Уральской области. Производство этих силикатов м. б. легко организовано при металлургии. з-дах из расплавленных шлаков путем введения соответствующих расплавленных добавок; при этих условиях в значительной степени сокращаются расходы на плавление. На свойства изделий и вид кристаллов влияет не только термич., но и механич. обработка. Академией коммунального х-ва ведутся в этом направлении опыты по получению листов, рельсов, проволоки из алмазовых силикатов методами обработки металлов.

Стекломассы как вязжущие вещества. Разрешение вопросов получения стекломассы из повсеместно распространенного сырья и при более низких t° выдвинуло в последнее время новую проблему использования и других свойств стекломасс для производства строительных материалов. Стекломассы можно еще рассматривать как особого рода цементы,

которые приводятся в пластич. состоянии путем нагревания и быстро твердеют при охлаждении. Если подходить к стекломассам с точки зрения цементов, то здесь представляется широкое поле для прѣм-сти строительных материалов и конструкций, подобных изделиям на обычных цементах; можно производить с т е к л о б е т о н ы самого разнообразного характера процессом, подобным отчасти изготовлению асфальтобетонов, т. е. перемешивая при высоких темп-рах вязкое стекломассовое вязущее вещество с силикатными заполнителями (гравием, песком и т. д.) с медленным охлаждением (отжигом) стеклобетона, чтобы не создавалось закалочных напряжений. Стекло-железобетон производится в виде тонких стеклянных пластин, армированных металлич. сетками; имеются попытки производства стекло-железобетонных столбов. Стеклобетон по своим свойствам является наиболее стойким в отношении воздействия атмосферных влизиий, воды и т. п. Одним из серьезных недостатков стекломассовых изделий является их хрупкость; введением наполнителей эту хрупкость уменьшают. Если изготовление таких стеклобетонов (подобных цементным газо- и пенобетонам) может еще встретить затруднение в технич. отношении, то производство пустотелых многодырчатых строительных материалов может осуществляться и в настоящее время. Весьма эффективным теплоизоляционным должен стать материал, изготовленный из стекломассы с крупными пузырями, но не в виде отдельных камней типа «Фальконье», а большими массивами или целыми конструкциями, скрепленными самой стекломассой. При применении стекломассы как вязущих веществ затвердевание их м. б. не только в стекловидном аморфном виде, но в зависимости от состава и термич. условий и в кристаллическом. Закристаллизованная стекломасса типа искусственных базальтов дает особо прочное схватывание с металлом, к-рое объясняется повидимому образованием каких-то соединений. Это явилось основанием для изготовления материалов (а д е л и т), представляющих собою бетон, состоящий из кристаллизованной стекломассы, армированной металлом. Огромная прочность аделита делает его пригодным не только в строительстве, но и во многих случаях в машиностроении (например для станин), давая большую экономию металла.

С и л и к а т и з а ц и я р а с п ы л е н и е м. Способ силикатизации распылением заключается в том, что через внутреннюю трубку специального прибора, подобного тому, который служит для металлизации распылением, проходит стеклянная проволока; через крайнюю щель проходит смешанный газ, плавающий данную стеклянную проволоку, а через отверстие между средней трубкой и внешней проходит сжатый воздух, к-рый пульверизирует расплавленное С. на любую поверхность. Для силикатизации распылением служит С., к-рое в расплавленном состоянии не вязко. Способ силикатизации распылением имеет много преимуществ перед способом горячего покрытия (глазурования и эмальирования): отпадает надобность в дорогом оборудовании; покрытие можно производить независимо от размера и формы предмета; слой силиката м. б. желаемой толщины; расплавленный силикат, распыляясь, охлаждается сжатым воздухом, благодаря чему м. б. силикатированы не только бетон, керамика и

металлы, но даже дерево, картон. При силикатизации распылением покрываемый предмет иногда предварительно обрабатывается, например жидким стеклом. Силикатизация распылением м. б. применена и в строительстве для покрытия фанеры, к-рая в таком виде является хорошим кровельным материалом.

Лит.: Алмазов-Маневич, «Керамика и Стекло», М., 1930, 7—8 и 9; его же, там же, 1931, 7—8; его же, «ВКС», М., 1932. С. Алмазов.

Производство стекла.

Изделия из стекла применяются в строительной, химич., электро-технич. и других промышленности и в быту. К этим изделиям относятся оконное и бутылочное С., хозяйственная и лабораторная посуда, химич. С., изоляторы и пр. Химический состав некоторых стеклянных изделий приведен в таблице. Основные приемы производства стекла включают: а) подготовку сырых материалов (преимущественно измельчение, см. шивание, просеивание), б) плавку подготовленных материалов, в) выработку (получение изделий) расплавленного С., г) обработку полученных стеклянных изделий.

Сырые материалы в стеклоделии. Основным сырым материалом для введения кислотных окислов является кварцевый песок. Требования, предъявляемые к нему, зависят от сорта С., к-рый будет из него изготовлен. Показателями качества и пригодности кварцевого песка являются однородность величины его зерен (0,2—0,5 мм), количественное содержание в нем окислов железа и кремнезема. Содержание кремнезема в лучших песках не ниже 99%. Содержание окислов железа в песках для плавки оптич. и ультрафиолетового С. не д. б. выше 0,02%, для зеркального С. не выше 0,2%, для оконного С. не выше 0,3% (для бемского) и 0,5% (для полубелого) и не выше 0,5% для полубелого бутылочного С. Для темного бутылочного С. содержание окислов железа в песке может не нормироваться. В качестве кислотного окисла применяется и борный ангидрид [в виде борной кислоты, буры и п а н д е р м и т а ($4СаО \cdot 5В_2О_3 \cdot 9Н_2О$)]. Для введения щелочных окислов служат кальцинированная сода, сульфат (реже глауберова соль), поташ. Стекольные з-ды охотнее употребляют углекислые соли, чем сернокислые, т. к. последние разрушают в сильной степени огнеупорный материал, из к-рого изготовлены плавильный бассейн и стекловарные тиглы. Углекислый калий (поташ) как более дорогой материал применяют лишь при плавлении специальных сортов С. и хрустала. Щелочи понижают $t_{пл.}$ стекломассы и применяются лишь как п л а в н и. Из щелочноземельных металлов в стекловарении имеют применение окислы кальция, магния, бария, свинца, цинка. Окись кальция вводится чаще всего в виде мела и известкового камня, реже обожженной и гашеной извести, мрамора; она увеличивает химич. устойчивость и механич. прочность С. Окись магния стали применять сравнительно недавно. Ее вводят чаще всего в виде доломита, магнезита и магнезии. Окись магния, уменьшая коэф. расширения, увеличивает термич. устойчивость С. Окись бария вводят в виде витерита (углекислый барий), барита (сернокислый барий) и азотнокислого бария. Окись бария улучшает качество стекла: увеличивает уд. вес и показатель преломления; применяется для плавки некоторых сортов оптич. С. и хрустала. Окись свинца вводят чаще всего в виде свинцового сурика. Окись

Состав некоторых стеклянных изделий (в %).

| Название сорта стекла | Химический состав | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|-------------------|------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | Na ₂ O | K ₂ O | SO ₃ | TiO ₂ | BaO | B ₂ O ₃ |
| а) Заводы СССР | | | | | | | | | | | |
| Оконное стекло | | | | | | | | | | | |
| Константиновский (механ.) | 71,81 | 0,38 | 0,10 | 10,22 | с.т. | 15,91 | 0,93 | 0,91 | 0,02 | — | — |
| Гусь-Хрустальный (механ.) | 70,35 | 1,05 | 0,16 | 10,22 | 0,31 | 17,32 | 0,39 | 0,62 | 0,11 | — | — |
| Джест. огни (механ.) | 71,50 | 1,35 | 0,25 | 10,38 | 0,09 | 15,55 | 0,60 | 0,56 | 0,10 | — | — |
| Курловский (ручн.) | 72,15 | 0,97 | 0,09 | 13,21 | с.т. | 12,78 | 0,62 | — | — | — | — |
| Ивотской | 69,50 | 5,81 | 0,22 | 11,78 | 0,06 | 13,50 | 3,50 | — | — | — | — |
| Великодворский (ручн.) | 70,73 | 1,57 | 0,10 | 13,85 | с.т. | 12,49 | 0,92 | — | — | — | — |
| Бутылочное стекло | | | | | | | | | | | |
| Константиновский (механ.) | 74,6 | 0,56 | — | 8,3 | 0,06 | 16,18 | — | — | — | — | — |
| Константиновский (ручн.) | 72,63 | 1,12 | 0,10 | 11,08 | 0,12 | 11,29 | 0,87 | — | — | — | — |
| Мерефянский (ручн.) | 72,13 | 1,72 | 0,18 | 12,23 | 0,15 | 12,65 | 0,91 | — | — | — | — |
| Боржомский | 61,81 | 13,21 | 2,83 | 7,06 | 0,60 | 9,92 | 2,72 | — | — | — | — |
| Минераловодский (ручн.) | 69,12 | 5,78 | 1,90 | 11,51 | 0,43 | 8,73 | 1,60 | Mn ₂ O ₃ | — | — | — |
| Красный химик | 71,47 | 2,79 | 0,40 | 6,67 | 4,13 | 13,27 | 0,95 | 0,82 | — | — | — |
| Электроколбовое стекло Запрудненского и Ухановского заводов | | | | | | | | | | | |
| Колбовое № 10 | 72,43 | 1,08 | 0,19 | 5,09 | — | 8,7 | 7,10 | 5,60 | — | — | — |
| » № 55 | 71,94 | 1,01 | 0,53 | 5,50 | 3,11 | 15,08 | 1,67 | 0,28 | — | — | — |
| » Ухановского з-да | 70,87 | 0,89 | 0,33 | 6,70 | 3,95 | 16,46 | — | 0,11 | — | 1,20 | — |
| Трубчатое № 16 | 68,9 | 0,60 | 0,40 | 5,20 | 0,30 | 8,3 | 7,0 | 8,90 | — | — | — |
| » № 59 | 67,4 | 0,70 | 0,20 | 3,10 | 0,10 | 8,7 | 7,3 | 11,80 | — | — | — |
| Химическое стекло | | | | | | | | | | | |
| Дружная горка № 23 | 69,47 | 4,88 | — | 8,16 | — | 8,76 | 5,63 | — | — | — | 2,75 |
| Институт стекла № 815 | 74,03 | 3,81 | 0,19 | 6,09 | 4,16 | 7,32 | — | — | — | — | 4,9 |
| б) Заграничные заводы | | | | | | | | | | | |
| Оконное стекло | | | | | | | | PbO | ZnO | | |
| Монтяни (Бельгия) | 71,03 | 0,85 | 0,35 | 11,74 | 0,68 | 14,12 | 1,63 | — | — | — | — |
| Дампреми | 71,60 | 1,12 | — | 10,76 | 1,99 | 13,85 | — | — | — | — | — |
| Жили | 72,18 | 1,06 | — | 10,40 | 1,72 | 13,91 | — | — | — | — | — |
| Сигервиль (Америна) | 71,74 | 0,79 | 0,19 | 10,77 | 0,63 | 14,16 | 1,91 | — | — | — | — |
| Мюлиг (Чехо-Словакия) | 72,68 | 1,11 | — | 10,0 | 2,72 | 11,53 | 2,19 | — | — | — | — |
| Бутылочное стекло | | | | | | | | | | | |
| Бордо | 61,75 | 7,10 | 2,13 | 19,00 | 4,55 | 4,11 | — | — | — | — | — |
| Герсехейм | 61,06 | 12,0 | 1,42 | 14,50 | — | 7,88 | — | — | — | — | — |
| Оуенс (герм. 1922) | 66,80 | 8,5 | — | 12,40 | 4,20 | 8,3 | — | — | — | — | — |
| Граам Эвансвилл (Америка) | 72,20 | 1,08 | 0,29 | 8,11 | 0,18 | 13,39 | 3,53 | — | — | — | — |
| Линч (Америка) | 72,83 | 0,53 | 0,11 | 10,68 | 2,25 | 11,93 | 2,12 | — | — | — | — |
| Электроколбовое стекло | | | | | | | | | | | |
| Вестингауз (колбовое) | 71,98 | 1,40 | 0,33 | 5,12 | 3,58 | 16,46 | 1,00 | 0,12 | — | — | — |
| Филлипс | 62,32 | 0,18 | — | 0,19 | — | 6,13 | 7,72 | 22,05 | 0,05 | 0,71 | — |
| Филлипс (трубчатое) | 58,23 | 0,19 | — | 0,13 | — | 11,42 | 3,43 | 22,25 | 0,21 | 3,75 | — |
| Химическое стекло | | | | | | | | | | | |
| Иенское 20'' | 75,30 | 6,2 | — | 1,1 | — | 5,7 | 0,8 | — | — | 3,5 | 7,6 |
| Сюпремакс Иена | 57,4 | 3,2 | — | 4,7 | 8,7 | 1,9 | 0,5 | — | — | — | 23,6 |
| Пирекс | 80,5 | 2,1 | — | 0,4 | — | 4,4 | 0,2 | — | — | As ₂ O ₃ | 11,8 |
| | | | | | | | | | | 0,7 | |

свинца применяют гл. обр. при плавке оптич. С. и С. для электроламп. Окись цинка вводят в С. в виде цинковых белил; она улучшает термич. и в нек-рых случаях механич. и химич. устойчивость С. Помимо вышеперечисленных основных материалов для получения С. применяют сырые материалы, содержащие одновременно несколько компонентов и гл. обр. окись алюминия; последняя повышает механич. и химич. прочность С. К таким материалам относятся полевые шпаты, каолины, горные породы (трахиты, андезиты, нефелиновые сиениты, мicasиты). Применение горных пород особо выгодно, т. к. помимо окиси алюминия в С. через них вводится известное количество щелочей. Для получения молочных опаловых С. как г л у ш и т е л и применяют фтористые и фос-

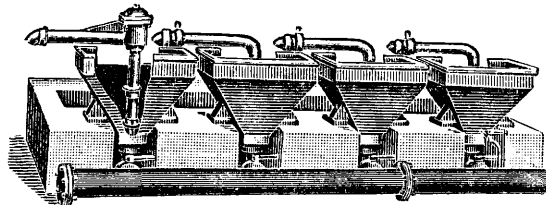
форнокислые соли (криолит, плавиковый шпат, фосфорнокислый кальций, кремнефтористый натрий, костяная мука, отбросы апатитов).

Для получения цветных С. в качестве красителей применяют окислы различных металлов, к-рые придают С. такие цвета: окись железа—желтый до коричневого, закись железа—зеленый, окись марганца—фиолетовый, окись хрома—зеленый с сильно желтым оттенком, окись кобальта—синий, окись никеля—красно-коричневый, окись меди—зелено-голубой, закись меди—ярко красный («медный рубин»), селен и селенистокислый натрий—красный, серебро—интенсивно золотисто-желтый, золото—пурпуровый («золотой рубин»). Нек-рые редкие земли (неодим, церий и др.) применяются также как красители для специальных сортов

С. В зависимости от состава С. один и тот же краситель в одинаковой концентрации может дать различные оттенки.

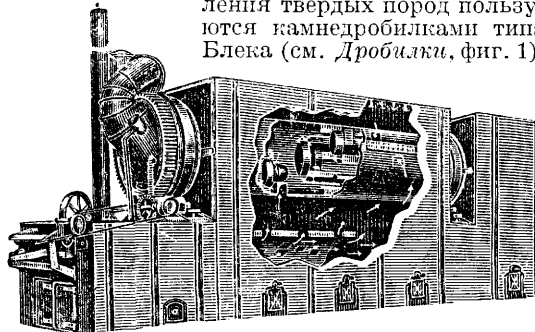
Шихтование. Процесс шихтования, т. е. подготовки смеси сырых материалов, из к-рой плавится стекло, складывается из следующих операций: 1) подготовка сырых материалов, 2) расчет шихты, 3) взвешивание, 4) перемешивание. Особо необходимо отметить условия транспорта шихты и загрузки ее в печь. Все перечисленные операции имеют целью так изготовить шихту, чтобы после расплавления в стеклоплавильной печи получилась по возможности однородная масса постоянного состава.

Подготовка сырых материалов. Сырые материалы, особенно минерального происхождения, поступающие на заводы, в большинстве случаев загрязнены и не могут идти для изготовления шихты без подготовки, а иногда и обогащения. Так, кварцевый песок, имеющий значительное количество посторонних примесей, подвергают промывке на специальных аппаратах (фиг. 1) и затем уже сушке



Фиг. 1.

и просеванию. Известковый камень, доломит и другие породы д. б. предварительно измельчены, а затем просеяны. Сульфат, поташ (иногда и сода) после слеживания образуют комья, достигающие крупных размеров, к-рые также д. б. измельчены. Существует для этой цели ряд машин и аппаратов. Для сушки песка чаще всего применяют вращающиеся, наклонные (слабый наклон) печи (фиг. 2). Для дробления твердых пород пользуются камнедробилками типа Блека (см. *Дробилки*, фиг. 1);



Фиг. 2.

дальнейшее измельчение производится на *бегунах* (см.) либо на вальцах (см. *Дробилки*, фиг. 9). Для разбивания слежавшихся кусков сульфата, поташа применяют *дезинтеграторы* (см.). Все материалы просеиваются на цилиндрических ситах.

Расчет шихт производят по заданному анализу С., выраженному в %-ных соотношениях компонентов либо в молекулярных ф-лах. При расчете шихты необходимо знать химич. состав всех применяемых для ее составления материалов. Т. к. влажность нек-рых из них, в особенности щелочей, сильно колеблется в зависимости от атмосферных условий, необходимо в рецептуру вносить соответствующие поправ-

ки. Взвешивание сырых материалов по заданной рецептуре необходимо производить в теплом помещении; неточное или неаккуратное взвешивание м. б. источником порчи С. в стеклоплавильных печах. Перемешиванием составных частей достигается однородность шихты, являющаяся одним из самых основных и ответственных требований при составлении последней. Контроль производства стекольных з-дов на эту сторону обязан обратить исключительное внимание. Неоднородная расслоенная шихта даст в процессе стекловарения испорченное С. Получить однородно перемешанную шихту довольно трудно, т. к. чаще всего приходится смешивать сырые материалы, различные по уд. в.; при небрежном перемешивании шихты более тяжелый материал, например песок, садится вниз, а наиболее легкая кальцинированная сода остается наверху. Такая шихта негодна, так как в стеклоплавильной печи мы будем иметь слои с высоким против нормы содержанием тугоплавкого кремнезема, а в других слоях будут в избытке щелочи-плавни. Первые слои не успеют провариться, и таким образом С. будет испорчено.

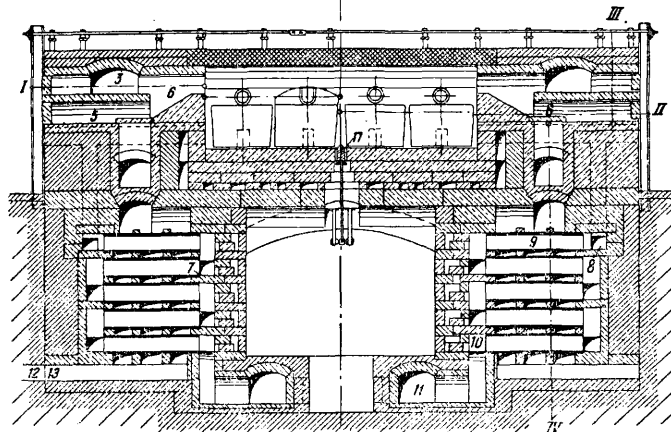
Для смешивания шихты применяют смешительные барабаны различных систем. К наиболее известным аппаратам необходимо отнести смесители Смит, Гауэ и Гозель, Вернер и Пфлейдерер и Эйрих. Последние исследовательские работы показали, что однородность шихты достигается путем добавления в шихту увлажненного песка (1—2%). При этом условия частицы кальцинированной соды и мела облепляют отдельные зерна песка, и шихта с трудом расслаивается.

Транспорт шихты и загрузку ее в печь необходимо организовать т. о., чтобы исключить по возможности расслаивание. Следует избегать длинных путей, а в особенности сбросов материала с одного аппарата на другой, т. к. при падении шихта особенно легко расслаивается. На нек-рых з-дах перемешивание шихты осуществляется вблизи стеклоплавильной печи, а загрузка ее в печь производится непрерывно при помощи короткого шнека.

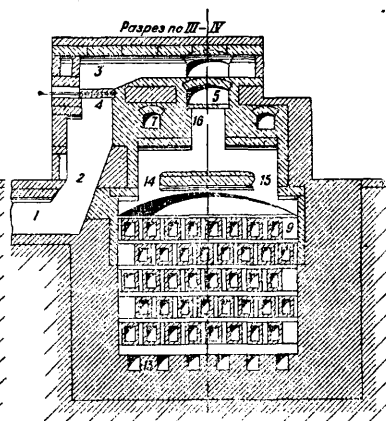
Плавление С. производится в стеклоплавильных печах различных систем и конструкций. В качестве топлива применяют дрова, торф, уголь, нефть и естественный газ. За последние годы плавление С. производится также в электрич. печах. Для газификации дров, торфа и угля на стекольных з-дах применяют генераторы различных систем. Так, на новом механизированном стекольном з-де в Гусь-Хрустальном работают генераторы на торфе сист. АFG. На стекольном з-де в Константиновке—генераторы на угле сист. Уэльман-Сивеар-Морган. Из других генераторов в Европе распространены системы Поэтер, Морган, Вууд. Стеклоплавильные печи по характеру их работы м. б. разделены на периодические и непрерывнодействующие. К первым относятся горшковые печи и ванные небольшой производительности. Ко вторым относятся наиболее мощные ванные печи (см. *Печи стеклоплавильные*). На фиг. 3а—в изображена горшковая печь сист. Неазе. Газ для горения поступает в печь через канал 1, направляется вверх по каналу 2 и входит в канал 3, где имеется регулирующая заслонка 4. Под каналом 3 находится канал 5 для горячего воздуха, смешивающегося с газом в горелках 6. Продукты горения выходят через вытяжные каналы 7 в

трубопровод 8 и далее в каналы 9 рекуператора, а затем через каналы 10 в вытяжные каналы 11 и в дымовую трубу. Вторичный воздух поступает через отверстие 12 в каналы 13 под

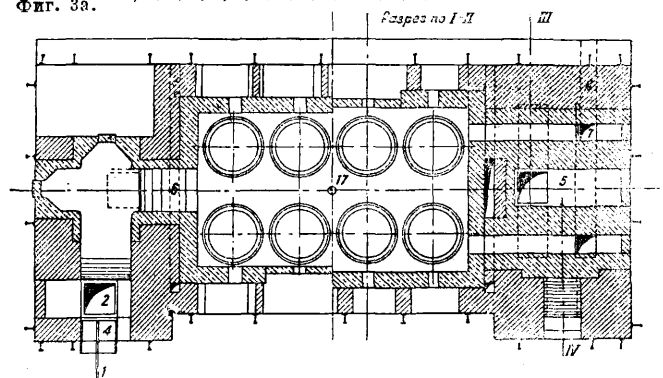
Филлиписа. Нет почти ни одного вида изделий, для изготовления к-рых не были бы сконструированы машины. Ниже дано краткое описание машин, применяемых в производстве оконного С.



Фиг. 3а.



Фиг. 3б.



Фиг. 3в.

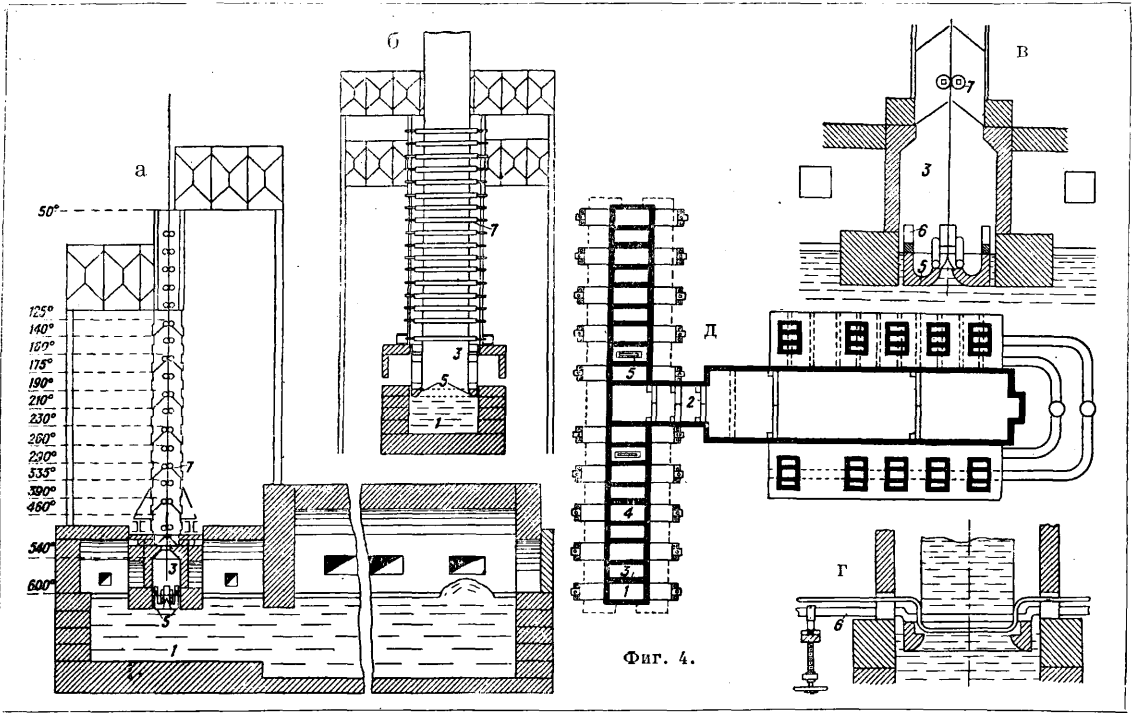
рекуператорами, поднимается вверх и через каналы 14 и 15 поступает в горелки 6; в канале 5 имеется регулирующая доступ воздуха заслонка 16. Для спуска С. в середине пода имеется отверстие 17.

Изготовление различных видов С. Выработка стеклянных изделий производится ручным и машинным способами. Ручной способ хотя и продолжает существовать на огромном большинстве з-дов, однако под давлением исключительного роста механизации и автоматизации производства за последние десятилетия уд. в. его в общем производстве стремительно падает, а в некоторых странах, напр. в Америке, он почти не применяется. Основной инструмент ручного способа—выдувальная трубка, причем мастерство рабочего играет исключительную роль. Механизированные способы насчитывают ряд типов машин для производства различных видов изделий. Из основных машин, находящихся в работе на стекольных з-дах, следует отметить следующие: по оконному С.—машин Фурко, Кольберна, Любберса; по зеркальному С.—машин Авери-Форда, Бишеру; по бутылочному стеклу (см. *Бутылочное производство*)—машин Овенса, Граама, Линча, О'Нилла, Миллера, Гартфорда, Редферна, Даубеншека и др.; по сортовому С.—машин Миллера, Гриера; по электроколовому С.—Эмлайр, Вестлег, Корнинг-Радициналъд-Халдан; по трубочному С.—машин Даннера,

Машина Фурко (фиг. 4а—д). Эти машины появились в Бельгии в 1903 г. С. на них вытягивается бесконечной лентой определенной ширины, которая по охлаждению разрезается на любые размеры. Для питания машин служит канал 1. Канал этот примыкает к рафинажному отделению ванной, с к-рым сообщается шейкой 2 для протока С. На з-де в Дампреми при 10 машинах канал имеет 40 м в длину при 2 м ширины. Размер шейки 5×2 м. Над этим каналом и вдоль него устанавливают машины (3—1^я). Подмашинные камеры 3 чередуются с подогревательными 4. Машинные камеры имеют размеры $330 \times 2200 \times 5700$ мм.

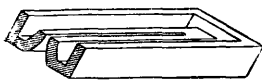
Для питания машин стеклом в выработанном канале устанавливается лодочка-поплавок 5 (фиг. 5а и 5б). Последняя имеет по середине продольную щель, к-рая при работе машины д. б. расположена точно против оси машинной камеры. Поступление ленты из щели лодочки обуславливается давлением особого нажимного механизма 6, погружающего лодочку в С. Благодаря этому стекло выдавливается через щель вверх, вызывая естественный приток нового С. взамен оттянутого вальцами. Полученная т. о. лента тянется вверх через систему вальцов 7 (до 15 пар), изготовленных из асбестовых кружков диам. 130 мм. Проходя через вальцы, расположенные в камерах, С. подвергается постепенному охлаждению. По выходе из последних вальцов при резке С. настолько охлаждается, что его можно брать руками. Время нахождения ленты в машинных камерах при скорости ок. 40 м/мин 12 мин. Производительность каждой машины зависит от скорости движения ленты и толщины вырабатываемого С. При обычной толщине 2 мм машина дает в час до 45 м² С. Бой в процессе и обрезке кромок листов составляет около 25% от вытянутого стекла.

Машина Кольберна. Характерной особенностью этой машины является движение ленты не вверх, как в машине Фурко, а в горизонтальном направлении. Внизу горна 1



Фиг. 4.

(фиг. 6) помещается топка 2 с вытяжным каналом 3. Горн наполнен расплавленным С. Вытягиваемый лист С. 4 проходит между металлич. листами, охлаждаемыми водой, и поступает в камеру 5. Пройдя через загибающий валец 6, лист поступает в волоочильное уст-

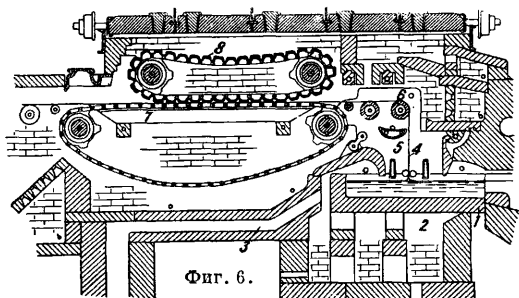


Фиг. 5а.



Фиг. 5б.

ройство на ленту 7 и прижимается другой лентой 8. В волоочильном устройстве С. охлаждается настолько, что в дальнейшем сохраняет свою форму. Из волоочильного устройства лист поступает в отжигательный канал (туннельная печь) длиной ок. 60 м, снабженный для поддержания равномерной падающей t° горелками, и движется по асбестовым роликам (ок. 200 шт.). По выходе из туннельной печи лента



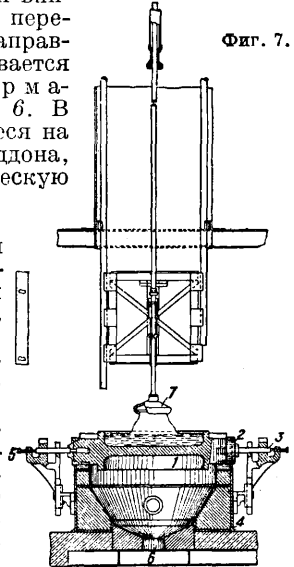
Фиг. 6.

с t° 80—90° попадает на движущийся стол, на к-ром разрезается стальным резаком. Производительность машины зависит от скорости движения ленты и толщины вырабатываемого С. (1,5—8 мм при ширине ок. 1,8 м); при толщине в 2 мм она составляет ок. 150 м²/час. Обычный тип установки—2 машины при одной ванной

печи. Расход энергии на каждую машину составляет 6HP. Бой С. в производстве составляет в среднем 33%.

Машина Любберса. Для набора С. из ванны печи служит железный горшок 1 (фиг. 7) с нижним и верхним подносом, футерованный шамотной массой. Горшок снабжен боковыми выступами, на к-рые насажены железные колпаки 2 цапф 3; консоли для этих цапф монтированы на железном кожухе 4 волоочильной печи. При помощи винтов 5 горшок можно передвигать в боковом направлении. Печь заканчивается внизу зумпфом (кармапом, колдцем) 6. В жидкое С., находящееся на верхней стороне поддона, погружают металлическую грибообразную тарелку 7, к к-рой С. прилипает и поднимается вместе с этой тарелкой при ее движении вверх в виде цилиндра (так наз. хольва).

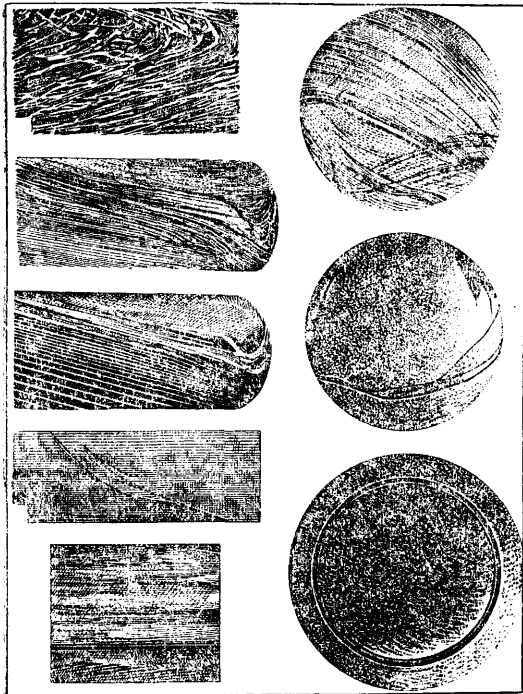
Цилиндр С. отламывают внизу и осторожно кладут на горизонтальные стойки. Когда содержимое горшка выработано, горшок переворачивают на 180°; остатки С. падают в зумпф и передаются в плавильную печь; в верхнюю часть горшка (бывшую до того нижней), чистую и горячую, наливают свежее С. и вытягивают новые цилиндры. Готовый цилиндр разрезается раскаленной электричеством проволокой на 4 части. Дальнейшая обработка



Фиг. 7.

каждой части немногим отличается от обработки холыв на ручных заводах. Максимальная высота машины 14 м, максимальная высота вытягиваемых цилиндров 7 м. Производительность машины в 24 ч. (толщина 2 мм) 1 200 м². Количество стекломассы, потребное для машины в 24 ч., 18 т. Общий % потерь при производстве 66. Размер зеркала ванной печи на 1 машину ок. 30 м².

Пороки стекла. Пороки в С. могут образоваться: в процессе плавления С., во время выработки изделий, во время отжига, после изготовления изделий, при хранении С. При плавлении С. в сплаве его или в стекломассе могут образоваться: 1) слои, различные по вязкости и плотности, нарушающие однородность стекла; 2) различного вида с в и л и и ш л и р ы (фиг. 8), нити от самых тонких, едва уловимых,



Фиг. 8.

до толстых (иногда \varnothing 1—2 мм), опутывающие изделие во время его изготовления; 3) пузыри—крупные и очень мелкие, называемые м о ш к о й; 4) камни различных видов; 5) кристаллич. включения в аморфном сплаве; 6) щелоки в виде пены, покрывающей массу; 7) ультрамикроскопич. частицы, придающие массе молочный опалесцирующий оттенок; 8) нежелательные в белом С. оттенки зеленого или розового цвета. Во время выработки изделий может обнаружиться, что 1) поверхность изделий покрыта мелкими трещинами; 2) поверхность изделий неровна, имеет волнистость; 3) толщина стенок изделий неравномерна; 4) поверхность покрыта в отдельных частях мельчайшими кристаллами. Во время отжига м. б. обнаружены следующие дефекты: 1) плохой отжиг, характеризуемый сильными напряжениями в С., к-рые могут привести к разрушению изделий; 2) деформация изделий, обусловленная слишком высокой первоначальной t° отжига; 3) прилипание пыли, мелких частиц к поверхности несколько размягченного в отжигательных пе-

чах С.; 4) растрескивание изделий вследствие низкой t° отжига; 5) изменение окраски. После изготовления изделий в них могут обнаружиться следующие дефекты: 1) матование, кристаллизация С. во время обработки его на паяльной лампе; 2) неустойчивость С. при спаивании их друг с другом; 3) изменение окраски или полное обесцвечивание; 4) С. оказывается слишком мягким или твердым, а потому неудобным при обработке на паяльных лампах или при шлифовке и полировке его; 5) образование пузырьков, выделяющихся из сплава. При хранении С. м. б. часто отмечены следующие недостатки: 1) образование различных пятен на С., как результат его химич. неустойчивости; 2) большой % боя треснувших изделий, сильно возрастающий при небольших толчках во время перекладки или перегрузки. Чтобы предупредить свиль, шилр, необходимо: 1) проконтролировать состав С. и установить определенные отношения кислотных и щелочных окислов; 2) иметь в шихте 15—20% материалов, дающих газообразные продукты; 3) перемешивание шихты должно дать совершенно однородную массу; 4) исключить возможность распада шихты при засышке; 5) выбрать подходящий температурный режим; избегать одновременно и низких и высоких t° ; 6) засышку шихты вести при высокой t° ; дозы засышки д. б. по возможности меньше. Чтобы избавиться от мошки, необходимо проварить стекло, заставить мошку подняться на поверхность его и снять х а л ь м о в а н и е м слой с мошкой. Под этим слоем жидкое С. остается чистым. От пузырей различных размеров можно избавиться правильным режимом печи, прибавлением к шихте 1% поваренной соли и пр. Налеты на С. очищаются слабой соляной кислотой.

Обработка С. В зависимости от назначения изделий С. подвергают механич., химич., художественной обработке. Механич. обработка сводится к резке, сверлению, притирке, шлифовке, полировке, гравированию и матованию. Химич. обработка сводится к травлению, матованию, полированию, серебрению, золочению. Художественная обработка С. весьма разнообразна. Помимо разрисовки изделий красками имеет место комбинация механической и химической обработки.

Резка С. применяется в широких размерах. Этой операции подвергаются оконное и зеркальное С., электроламповое, сортовое и др. До последнего времени резка производилась алмазами. В настоящее время вместо алмазов применяют небольшие стальные колесики (\varnothing 3—4 мм), а для резки цилиндров—проволочку, раскаленную пропущенным через нее электрич. током. Для резки стеклянных брусков применяют алмазные пилы. Сверление и притирка широко применяются при изготовлении сосудов со стеклянной притертой пробкой (флаконы, графины, склянки и банки). Притирка пробок производится на притирочных станках, и материалом для обтирки тонких слоев С. служит наждак.

Шлифовка и полировка С. производится на вертикальных и горизонтальных станках. Шлифовка изделий слагается из трех операций: 1) грубая обдирка на чугунных колесах или шайбах, 2) собственно шлифовка на каменных колесах или шайбах, 3) полировка. Грубая обдирка верхних слоев С. производится песком. Лучше для этого пользоваться речным песком, у к-рого зерна округленные. Ве-

личина зерен песка д. б. одинакова. Шлифовка производится наждаком. Наждачные шайбы для шлифовки готовятся прессованием под высоким давлением карборунда с небольшой добавкой каучука. Полировка С. производится либо на деревянных пробковых колёсах и шайбах либо на шайбах, обтянутых войлоком. Для полировки применяют крокус—окись железа. Шлифовку хрустали в Америке производят на машинах Гриера. Шлифовка и полировка зеркального С.—см. *Зеркало*.

Гравирование по С. производится большими медными колесиками. Матование С. (механическое) производится при помощи пескоструйных аппаратов, направляющих под большим напором песок, действующий на С. как молот. Если бить струей песка в одно место ок. 2 мин., в тонком С. можно получить отверстие. Песок применяется для этого сухой, диам. зерен не больше 1 мм. Производительность аппарата 35 м²/ч. Расход энергии 15 НР. Если С. покрыть шаблоном из жести, можно этим способом получать любые рисунки. Такой способ рисовки по С. называется геллографией.

Химическая обработка С. Химич. путем матование С. осуществляется фтористоводородной и соляной к-тами. По Кеслеру сущность матования заключается в действии фтора на С. и образовании фтористых солей. Матованная* поверхность С. приобретает кристаллич. строение; чем кристаллы реже и крупнее, тем матованная поверхность светлее, и наоборот. С. с высоким содержанием окиси кальция дают густое и мелкое строение кристаллов на поверхности. Травление и матование С. проводят в свинцовых или деревянных, покрытых смолой и гудроном ваннах. Ниже даны некоторые составы ванн для матования: 1) 10 кг фтористого кальция растворяют в 100 л воды при нагревании и добавляют ок. 3 кг фтористоводородной к-ты; ванна работает несколько дней; 2) к фтористоводородной к-те добавляют K_2CO_3 до нейтрализации, а затем добавляют небольшой избыток HCl . Для освежения ванны добавляют небольшие количества K_2SO_4 или KCl . До погружения С. в ванну необходимо отмыть грязь и жирные места, в противном случае будут получены пятна на С. Предварительную мойку хорошо производить в 10%-ном растворе HCl . Опускать С. в ванну следует спокойно, при взбалтывании осевшие пузырьки оставляют матованные места. С. в ванне выдерживают 10—15 мин. Глубокое травление по С. производят концентрированной плавиковой к-той. Французские художественные изделия (Дум и Галле) этим способом обработаны.

Живопись по С. осуществляется различным образом. С. как материал без обжига не впитывает красок, поэтому краску впитывают. Эмалевые накладные краски дают непрозрачный молочный цвет; транспаратные краски не нарушают прозрачности С. Краска наносится на С. вместе с флюсом, к-рый сплавляется с основной массой С. Для украшения изделий в нек-рых случаях применяют одновременно травление, матование и живопись. В Германии и Франции существуют целые школы, занятые изучением художественной обработки стекла.

Лит.: Петухов С., *Стеклоделие*, СПб, 1898; Дралле Р. и Кенцлер Г., *Производство стекла*, пер. с нем., т. 1, ч. 1, М., 1929; Шульц Г., *Стекло*, пер. с нем., М.—Л., 1926; Муравлев Л. и Григорьев П., *Стекло*, Л., 1928; Грум-Гржимайло В., *Пламенные печи*, ч. 1—5, М., 1925; «Труды Государст-

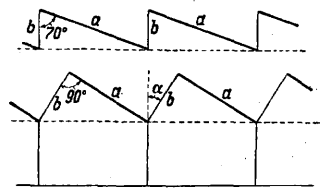
венного ин-та силикатов», М.; «Труды Государственного керамического института», Л.; Будников И., *Керамическая технология*, Харьков, 1927; «Труды Оптического ин-та», Л.; Квитайгородский И., *Влияние окиси алюминия и магни на кристаллизационную способность стекла*, М., 1928; его же, *Кристаллизационная способность доломитовых стекол*, Москва, 1930; его же, *Минеральные красители бутылочного стекла*, М., 1930; Шатальев А., *Кремнезем и силикаты*, пер. с франц., Л., 1929; Hodkin F. a. Cousen A., *A Textbook of Glass Technology*, London, 1925; Peddle C., *Defects in Glass*, 1927; Zschimmer E., *Theorie d. Glasschmelzkunst*, Teile 1—2, Coburg, 1923—24; Tabata K., *Researches of the Electrochem. Lab.*, Tokio; Mory G. a. Bower N., *The Melting Relations of the Soda-Lime-Silica Glasses*, «*Journ. of the Society of Glass Technology*», L., 1927, II, p. 347; Adams L. a. Williams E., «*Journ. of the Wsh. Academy of Science*», Wsh., 1919, p. 623; Wendler A., *Maschinelle Glasverarbeitung*, Das Glas in Einzeldarstellungen, hrsg. v. G. Gelhoff u. K. Ouasembart, B. 9, Lpz., 1929; Banrath H., *Die Glasfabrikation*, Brschw., 1880; Hovestadt H., *Jenauer Glasfabrikation*, Jena, 1900; Eckert F., *Über die physikalischen Eigenschaften d. Gläser*, «*Jahrbuch d. Radioaktivität u. Elektronik*», Lpz., 1923; Zschimmer E., *Die Glasindustrie in Jena*, Jena, 1923; Gelhoff G. u. Thomas M., *Die physikalischen Eigenschaften d. Gläser in Abhängigkeit von d. Zusammensetzung*, «*Ztschr. f. techn. Phys.*», Lpz., 1925, Jg. 6, p. 544, 1926, Jg. 7, p. 103; Kerper G. u. Ippach H., *Die Haltbarkeit von Gläsern im Natroalkalisäuresystem*, «*Sprechsaal*», Coburg, 1927, Jg. 60, p. 239; «*Journal of the Society of Glass Technology*», London, 1917—30; «*Sprechsaal*»; «*Journal of the American Ceramic Society*», Columbus, Ohio, 1918—30; «*Journal of the Glass Industry*», New York, 1920—30.

И. Игтайгородский.

СТЕКЛО РАСТВОРИМОЕ, см. *Растворимое стекло*.

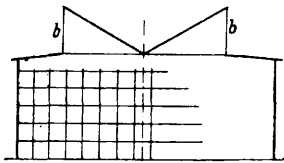
СТЕКЛЯННЫЕ ПЕРЕКРЫТИЯ, перекрытия, служащие для освещения помещений естественным светом. Наиболее выгодным во всех отношениях освещением производственных помещений является безусловно освещение естественным светом. Не говоря уже о его дешевизне, хорошее естественное освещение способствует сохранению здоровья рабочих, улучшает качество продукции и значительно понижает количество несчастных случаев. Поэтому в современных конструкциях производственных зданий с пролетами между стен в 30—50 м, в которых освещение посредством окон в стенах является далеко не достаточным, единственным выходом является устройство С. п. или световых фонарей. Существует довольно большое количество различных систем фонарей и перекрытий, к-рые делятся на два основных типа, а именно: 1) тип, в к-ром световое отверстие (обозначенное на фигурах буквой *b*) составляет как бы часть крыши (напр. шедовые крыши, покрытия типа «Понд» и некоторые другие); 2) конструкции, в которых фонарь является отдельной и самостоятельной надстройкой над крышей.

Шедовые крыши (фиг. 1: *a*—неостекленная, *b*—остекленная поверхность крыши) с вертикальным остеклением имеют целый ряд недостатков, основным из к-рых является худший, чем у фонарей с наклонным застеклением, световой эффект, что заставляет прибегать к увеличению поверхностей остекления; однако это не всегда выполнимо, т. к. высота шедов имеет свой конструктивный предел. Достоинством вертикальных шедов является стойкость по отношению к атмосферным явлениям, так как на них не задерживается снег; тем самым отпадает возможность затемнения помещения в зимнее



Фиг. 1.

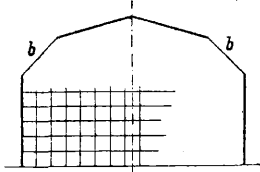
время. Кроме этого при наличии шедового покрытия отпадает возможность затекания и капания влаги внутрь помещения. Крыши типа «Понд» (фиг. 2) получили большое распространение в Америке, а в последние годы и в СССР. Тип «Понд» является в сущности тем же шедовым покрытием, с той лишь разницей, что в нем наклонные неостекленные поверхности



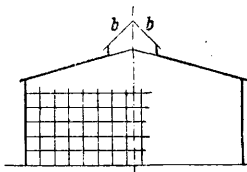
Фиг. 2.

крыши соединяются вместе, а застекленные направлены в разные стороны. Основное назначение типа «Понд» — не освещение здания, а усиление естественной вентиляции, что достигается открыванием соответствующих створок.

Ко второму основному типу относятся все другие фонари, классификация к-рых м. б. произведена по целому ряду свойств. По степени сопротивления действию огня фонари делятся на огнестойкие и неогнестойкие (деревянные). По расположению к оси здания и виду фонари делятся на продольные (фиг. 3, 4 и 5), поперечные (фиг. 6) и круглые (в плане). По назначению фонари распадаются на: а) служебные исключительно для освещения, б) предназначенные для вентиляции и в) отвечающие тому и другому требованию в б. или м. равной степени. По направлению световой поверхности



Фиг. 3.



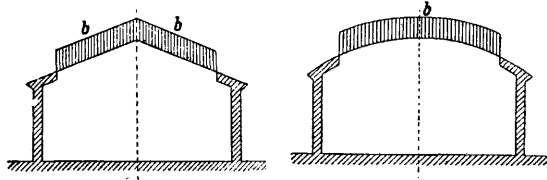
Фиг. 4.

фонари делятся на фонари с вертикальным и наклонным остеклением. О достоинствах вертикального остекления уже было сказано; наклонное остекление уменьшает площадь остекления, что благоприятно отражается на первоначальной и эксплуатационной стоимости отопления помещения, требует в то же время более толстых сортов стекол, приспособления для отвода конденсирующейся влаги, более частого очищения от оседающей грязи и постоянного наблюдения за состоянием замазки.

Последним признаком для подразделения фонарей является количество световых плоскостей, а именно: ординарное, двойное и тройное остекление. В последнее время в СССР постепенно переходят к ординарному остеклению как наиболее рациональному по след.

соображениям: свет, проходя через ординарное стекло, подвергается значительно меньшим потерям, что позволяет уменьшать световые поверхности; в зимнее время снег, лежащий на ординарном стекле, немедленно тает, тогда как при двойном остеклении этого не происходит, и снег задерживается на стекле, стоящем даже под углом 55°, что значительно уменьшает светоактивность фонаря зимой. Однако в отношении теплопотерь и образования конденсата ординарное остекление имеет некую невыгодность по

сравнению с двойным остеклением. Тройное остекление в последнее время не применяется совершенно. Все фонари кроме подразделения на продольные, поперечные и круглые делятся на несколько добавочных видов в зависимости от уклона световых поверхностей и расстояний между ними. Т. о. мы имеем следующие схемы фонарей: узкие и широкие фонари при продольном расположении и вертикальном остеклении; продольные фонари с наклонным остеклением; продольные трапециoidalные фонари с относительно узким или с широким расстоянием остекления. Завершением этих типов является остекление крайних наклонных панелей ферм.



Фиг. 6.

Поперечные фонари бывают треугольные (двускатные), вертикальные (типа Буало) и круглые (копические). На выбор того или другого типа фонарей влияет очень большое количество требований и условий как самого производства, так и географич. положения и положения здания по отношению к странам света.

Совершенно в стороне стоят с. п. полов и люков из призматич. стекло и стекло Кеплера на железобетонной или железной основе, служащие для освещения подвальных и непродуваемых помещений. Хотя оба эти вида наиболее точно разрешают вопрос действительно с. п., но по климатич. условиям они мало применимы, т. к. заносятся снегом и, являясь теплопроводными, требуют добавочного остекления под ними.

Для с. п. употребляют стекла следующих сортов и сопротивлений изгибу: а) д у т о е стекло с временным сопротивлением 375 кг/см² и с допускаемым напряжением 125 кг/см²; б) л и т о е стекло с временным сопротивлением 260 кг/см² и допускаемым напряжением 85 кг/см²; толщина такого стекла 6—12 мм; в) п р о л о ч н о е стекло с временным сопротивлением 500 кг/см² и с допускаемым напряжением 170 кг/см²; употребительная толщина стекла для покрытий—7 мм; применяется гл. обр. для ф-к и з-дов; г) р и ф л е н о е стекло с допускаемым напряжением 100 кг/см²; применяется с целью получения рассеянного света и берется толщиной в 4—6 мм. Расчет толщины стекла ведется сл. обр.: нагрузка на 1 н. см стекла шириною в 1 м определяется по ф-ле:

$$p = \frac{W_0 \sin \alpha + 2,6 d \cos \alpha}{100}$$

здесь W_0 — давление ветра на 1 м² вертикальной проекции кровли, α — угол наклона кровли к горизонту, 2,6 — вес в кг 1 м² стекла при толщине в 1 мм, d — толщина стекла в мм, $W_0 \sin \alpha$ — нагрузка от давления ветра, 2,6 $d \cos \alpha$ — нагрузка от собственного веса стекла. Давление снега не принимается во внимание при уклонах кровли 1 : 1 и больше, т. к. снег на таких кровлях не держится. Стекланную плиту принимают за балку, лежащую на двух опорах, и определяют максимальный изгибающий момент по ф-ле:

$$M = \frac{pl^2}{8}$$

где p — нагрузка на 1 н. см, l — пролет в см;

требуемый модуль сопротивления будет равен

$$W = \frac{M}{k} = \frac{pl^2}{8k},$$

где k —допускаемое напряжение стекла на изгиб. С другой стороны,

$$W = \frac{100 \cdot 0,01d^2}{6}$$

Тогда имеем:

$$\frac{d^2}{6} = \frac{pl^2}{8k},$$

откуда толщина стекла получается (в мм)

$$d = 0,866 l \sqrt{\frac{p}{k}}$$

Если толщина стекла выбрана, то напряжение можно проверить по ф-ле:

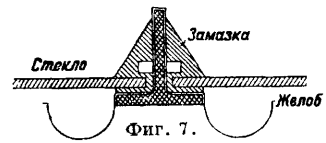
$$k = 0,75 \cdot p \left(\frac{l}{d}\right)^2$$

Согласно вышеизложенному можно привести таблицу характеристики стекол.

Характеристика стекол.

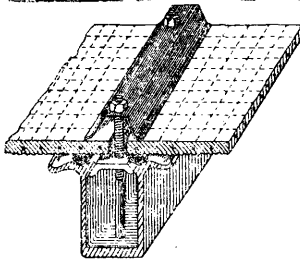
| Род стекла | Пролет l в см | Толщина стекла в мм | Род стекла | Пролет l в см | Толщина стекла в мм |
|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| Дутое . . . | 35 | 3 | Литое | 78 | 9 |
| » | 45 | 4 | » | 85 | 10 |
| » | 50 | 4,5 | » | 100 | 12 |
| » | 55 | 5 | Проволочное | 85 | 7 |
| Литое | 53 | 6 | » | 100 | 8 |
| » | 61 | 7 | » | 110 | 9 |
| » | 71 | 8 | » | 120 | 10 |

Стекло укладывается на горбыли, представляющие собою различного сечения балочки. Б. ч.

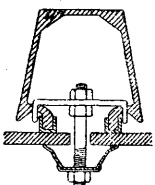


Фиг. 7.

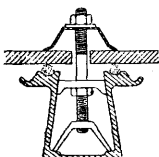
для этой цели употребляется высокое тавровое железо. Для устройства световых отверстий применяются деревянные, железобетонные и металлические конструкции. Металл в соединении со стеклом должен удовлетворять определенным условиям. При устройстве горбылей надо дать им наименьшие размеры, чтобы они не отнимали света. Соединения переплета с рамой, стыков створов, застекленного светового агрегата со стенами или кровлями д. б. таковы, чтобы ни снег, ни дождь, ни пыль, ни ветер не могли проникнуть внутрь помещения. При соединении стекол с горбылями необходимо, при наблюдении безусловной плотности стыков, пред-



Фиг. 8.



Фиг. 9.



Фиг. 10.

усмотреть возможность расширения металла и стекла независимо друг от друга. Вода от тая-

ния снега не должна застаиваться на горбылях, а также вода, конденсирующаяся на внутренней поверхности стекла, не должна капать в помещение, для чего устраивают особые желоба, по к-рым стекающая вода отводится в специальные приемники.

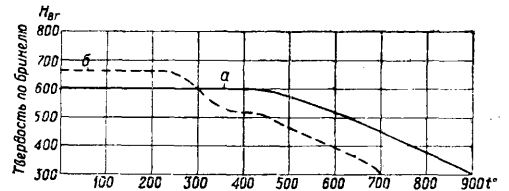
На фиг. 7—10 показано несколько способов соединения стекла с горбылями. При расчете горбылей принимают во внимание нормальное давление ветра и вес стекла.

Лит.: Цветаев В., Современная фабрично-заводская архитектура, М.—Л., 1932; Гофман В., Фабрично-заводская архитектура, часть 2, Ленинград, 1932; Ривин О., Металлические строительные фермы, М.—Л., 1931. Н. Брилинг, Р. Лампрехт.

СТЕКЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, см. Стелло.

СТЕЛЛИТ, сверхтвердый сплав (см.), изобретенный в Америке, имеющий следующий состав (в %): кобальта 30—55, хрома 20—35, вольфрама 9—15, железа > 5, углерода 1,3—2 и случайные примеси в виде загрязнений марганца—до 1%, а также кремний и следы фосфора и серы. О составе других С. см. *Стр. ТЭ*, т. II, стр. 123, 236, 462. При содержании в сплаве железа более 5% изнашивание его увеличивается. Твердость С. (по скале Моса) 7,5—8,5; $t_{пл}$ ок. 2 800°; допускает нагрев до 600° без потери твердости; не переносит обработки ковкой, поэтому изделия из него изготавливаются только плавлением. По режущим способностям стеллит превосходит быстрорежущую сталь. Современная техника применяет С. для резов, употребляя для этого небольшие пластинки, приваренные к державке из углеродистой стали электросваркой или припаянные красной медью.

На мировом рынке кроме америк. С. существуют аналогичные сплавы нем. происхождения



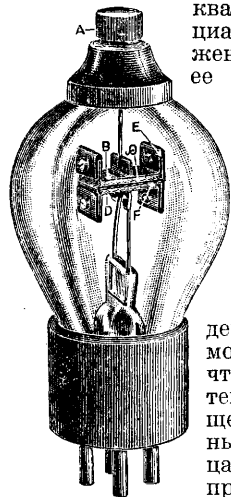
под разными названиями, а именно: акрит, цельзит, горан, мироманнит. По данным проф. Шлезингера (Германия) современный цельзит имеет состав (в%): кобальта 41, хрома 26, вольфрама 25, железа 4—6, углерода 2—8. Соотношение твердости С. (кривая *а*) и быстрорежущей стали (кривая *б*) представлено на диаграмме. В СССР Ин-том металлов (Ленинград) приготовлен сплав под названием «смена», свойства которого аналогичны свойствам С.; он отличается от С. тем, что в состав сплава введен вместо кобальта никель. Опубликованный состав его следующий: хрома 30, вольфрама 20, никеля 48, углерода 2%. По испытаниям Оргметалла резцы из этого сплава дали удовлетворительный результат. Опыты применения сплава «смены» для плакировки штампов для горячей штамповки (по сведениям Ин-та металлов) дали удовлетворительные результаты.

Лит.: Мигай В., Теория резания металлов, М.—Л., 1932; Кривоухов В., Обработка металлов резанием, М., 1931; Соколовский А. и Оглоблин А., Видия и другие быстрорежущие металлы, М., 1931; Белкин А., Победит, М., 1931. Т. Алексеевко-Сербин.

СТЕНОГРАФИЧЕСКИЕ МАШИНЫ, см. Шифровальные машины.

СТЕНО-РАДИОСТАТ, метод радиотелефонного приема, в котором большая избирательность (см.) достигается применением высокоизбирательных контуров высокой частоты до вы-

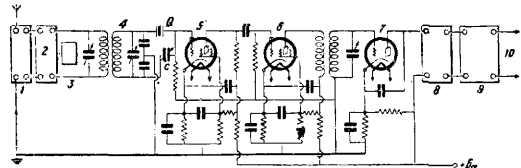
прямления сигнала; искажения же, вносимые такими контурами благодаря срезуванию составляющих высоких звуковых частот в сигнале, компенсируются после детектирования (при усилении низких частот) применением специальных *фильтров* (см.), которые пропускают по преимуществу высокие звуковые частоты. Метод этот был разработан англ. радиоинженером Д. Робинсоном и впервые был опубликован в 1929 г. [1]. С.-р. осуществляется обычно при схеме супергетеродина. Высокая избирательность достигается в усилительной части промежуточной частоты специальным устройством избирательных контуров. В большинстве схем С.-р. для этой цели применяется (фиг. 1)



Фиг. 1.

кварцевый кристалл Q в специальной схеме моста, изображенной на фиг. 2 и называемой ее автором кварцевым фильтром. На фиг. 1: Q —кварцевая пластина, соответствующая промежуточной частоте $f_{np.} = 175$ kHz; B и D —электроды, между которыми поддерживается с помощью корды F кварцевая пластина; E —изолированный держатель; A —верхний ввод. С помощью конденсатора C (фиг. 2) этот мост можно сбалансировать т. о.,

что к сетке лампы второго детектора пройдут по преимуществу только частоты, равные собственной частоте кварца и близкие к ней, напр. при декременте кварца 0,00004 пройдут лишь частоты, отличающиеся не более как на ~ 100 Hz от собственной частоты кварца. Остальные частоты сигнала будут сильно поглощены, несмотря на большое предварительное усиление. Декремент обычных резонансных цепей при той же промежуточной частоте 100—200 kHz практически в лучшем случае не удастся получить ниже 0,03. После детектирования, осуществляемого для достижения линейности в широких пределах входящего напряжения по схеме анодного детектирования, сигнал получается сильно искаженным: в нем резко преобладают низкие соответствующие частоты. Для восстановления первоначальной формы сигнала после детектирования сигнал пропускается через фильтр (аудиокомпенсатор), пропускающий по преимуществу высокие частоты. После этого усиление сигнала ведется уже обычным образом. Остальные части схемы С.-р. в принципиальном отношении ничего нового не представляют, являясь обычными для



Фиг. 2.

супергетеродинного приема (см.). На фиг. 2: 1—усилитель основной частоты, 2—гетеродин, 3—промежуточный контур связи, 4—схема моста, кварцевого фильтра, 5 и 6—1-я и 2-я лампы промежуточной частоты, 7—2-й детек-

тор, 8—аудиокомпенсатор, 9—усилитель, 10—громкоговоритель. Автором С.-р. кроме того заявлен целый ряд схем, в к-рых тот же самый принцип приема осуществляется без применения кварца, с помощью высоко избирательных контуров, сопротивление в к-рых нейтрализовано *обратной связью* (см.).

Появление первого приемника, работающего по методу С.-р., вызвало сенсацию, усиленную утверждением автора системы, что приемник, собранный по схеме С.-р., способен устранить помеху от радиостанции, отличающуюся от принимаемого сигнала на 1 kHz. На демонстрациях этого приемника автор действительно показывал возможность освободиться от помехи со стороны генератора, работающего тут же вблизи от приемника, отличающегося по частоте на 1 kHz от принимаемой станции. В результате ряда технических дискуссий о С.-р. установлены следующие положения: 1) С.-р. дает возможность осуществить действительно наибольшую избирательность, мыслимую при радиотелефонном приеме, и безусловно дает реальную возможность устранить помеху от радиотелефонного передатчика, работающего на смежной волне (отличающейся по частоте на ~ 9 kHz от принимаемой); такие помехи в обычных приемниках обязаны прослушиванию *несущей частоты* (см.) и *боковых частот* (см.) мешающего передатчика. 2) С.-р. при специальном балансе моста дает возможность также устранить помехи, возникающие от интерференции несущих частот принимаемого и мешающего передатчиков, при отличии частот последних на величину, хотя бы значительно менее 9 kHz (напр. 1 kHz, как это имело место при демонстрациях приемника), путем полного поглощения этой частоты в мосте. Но такой прием обязательно сопровождается некоторыми искажениями, т. к. в этом случае приемник не пропускает некоторую (правда очень узкую) полосу частот в одной из боковых полос частот сигнала. Утверждение ряда лиц, что устранение подобного рода интерференционной помехи в С.-р. не вызывает искажений, неверно и объясняется субъективными впечатлениями, получающимися при резком контрасте между сильно искаженным приемом при наличии интерференционной помехи и значительно менее искаженным при устранении последней путем вырезывания в сигнале частот, подверженных этой помехе. 3) С другой стороны, также установлено, что при помехах, вызываемых интерференцией боковых частотных полос принимаемого и мешающего сигналов, С.-р. никакого улучшения приема в смысле радикального устранения помехи дать не может. Это заключение чрезвычайно важно в том отношении, что оно снимает с обсуждения вопрос о возможности при приеме на С.-р. сблизения несущих частот радиопередатчиков, работающих на смежных волнах, а следовательно ликвидирует все надежды на возможность увеличения числа передатчиков в диапазонах, установленных международными соглашениями. 4) С.-р. в виду высокой избирательности дает также значительное снижение помех от так называемых городских шумов (радиопомехи, вызываемые электромагнитными механизмами, например трамвайные помехи, от малых электромоторов и т. д.).

С.-р. самостоятельного распространения в широком масштабе не получил по причине сложности приемного устройства, собранного

по этому методу. Однако принцип С.-р. оказал несомненно значительное влияние на все последующие после его появления модели современных приемников, частично использующих в том или ином виде принцип С.-р., напр. почти во всех современных приемниках введена специальная регулировка, позволяющая менять тональность (темпор) сигналов. Эта регулировка с успехом позволяет отрегулировать тембр сигнала на вкус слушателя, а также дает возможность срезыванием более высоких составляющих частот сигнала значительно снизить мешающий эффект на приеме со стороны всякого рода шумов—помех, особенно при приеме в городе. В Англии кроме того создан был целый ряд радиовещательных приемников (напр. Автотон—ST—400), в которых принцип С.-р. осуществлен был в несколько иных вариантах, обнаруживших новые интересные возможности радиотелефонного приема.

Лит.: 1) Ан. П. 337049 и 337050/1929. — Colebrook F., A Theoretical and Experimental Investigation of High Selectivity Tone-corrected Receiving Circuits, Special Report. 12, London, 1931; Robinson J., The Stenode, «Radio Engineering», N. Y., 1930, v. 10, 12, v. 11, 2; Robinson J., The Stenode, «Experimental Wireless», London, 1931, v. 8; Langewiesche W., Stenode Radiostat u. ultraentdämpfte Kreise, «Funk», 1932, H. 29; Nason C., Modulated Continuous Waves a. the Stenode Radiostat, «Radio Engineering», N. Y., 1931, v. 11, 1; David P., The Stenode Radiostat, «L'onde électrique», P., 1929, t. 9; Palmgren A., Experiments with a Quartz Crystal Receiver, «Experimental Wireless», London, 1931, v. 8, 92; Moullin, Physical Reality of Side Band, ibid.; Fortescue, Carrier Waves a. Side Bands, ibid.; Harnisch A., Ein hochselektiver Hochfrequenzverstärker u. d. experimentelle Nachweis d. Seiten Bänder bei Modulation, «Physikalische Ztschr.», Lpz., 1931, B. 32, 5. П. Нуссгоно.

СТЕНЫ, вертикальные части зданий, пред назначенные: 1) для защиты помещений от внешних атмосферных влияний (t° , влажность, осадки и т. д.); 2) для ограждения от обозрения их извне; 3) для предотвращения распространения огня; 4) для поддержания междуэтажных перекрытий и крыши. С. зданий по своему положению и назначению подразделяются (фиг. 1) на: 1) подвальные и полуподвальные, 2) наружные, 3) внутренние, 4) лестничные, 5) брандмауерные, 6) эркерные. Подвальные и полуподвальные С. в большинстве случаев представляют собою фундаментные и цокольные стены. Наружные (фасадные) С. бывают лицевые и торцевые (щипцовые). Внутренние С. делятся на продольные и поперечные. Внутренние С., имеющие конструктивное значение (воспринимающие на себя нагрузки от междуэтажных перекрытий и крыши), называются капитальными. Капитальные С., расположенные по длине здания, называются также срединными. Если С. расположены параллельно и на близком расстоянии друг от друга, то они называются коридорными. Внутренние тонкие С., служащие лишь для подразделения больших помещений на более мелкие (комнаты), называются перегородками, переборками. Лестничные С. ограждают помещение, в котором расположена лестница. Брандмауерные (противопожарные) стены разделяют здание на части и имеют назначение преградить распространение пожара в здании. Расстояние между брандмауерными стенами определяется обыкновенно в 35—60 м в зависимости от рода материала здания (огнестойкие, малоогнестойкие и неогнестойкие здания). Эркерные стены представляют собою стены закрытых балконов.

С., ограждающие открытые площади (участки, сады, парки, дворы и т. д.) и не несущие на себе никаких нагрузок, называются *оградами* (см.) и заборами. С., поддерживающие только насыпи, называются подпорными (см. *Подпорные стенки*). По роду материалов различают С.: 1) кирпичные—кладка из обожженного, силикатного (известково-песчаного), шлакового, пористого и пустотелого кирпичей; 2) из естественных камней—из тесового камня (ракушечный известняк, арктический туф, известняковый туф); 3) бетонные а) монолитные (набивные и литые), б) из бетонных пустотелых и массивных камештук; 4) каменные каркасные (скелетные) с заполнением отеплителями; 5) деревянные а) бревенчатые, б) каркасные (скелетные) обшивные, в) сборные; 6) и смешанные материалы а) фахверковые с деревянным каркасом (дерево и камень), б) фахверковые с металлич. каркасом (железо и камень), в) дерево-бетонные, г) деревянные с каменной облицовкой; 7) экономические а) известково-песчаные, б) саманные, в) глинобитные, г) землелитные.

В конструктивном отношении С. должны быть: 1) прочными, 2) устойчивыми, 3) возможно менее теплопроводными, 4) безопасными в пожарном отношении, 5) нетяжеловесными, 6) недорогими. Прочность С. зависит от прочности и крепости самих материалов, из которых возводится С., а потому выбор строительных материалов и их прием играют весьма важную роль в деле постройки здания. Устойчивость С. зависит от места прохождения равнодействующей Q всех сил, действующих на С.; если эта равнодействующая проходит в пределах средней трети как подошвы С., так и любого ее сечения $S_1—S_1, S_2—S_2, S_3—S_3$ по высоте (фиг. 2, А и Б), то устойчивость будет обеспечена. Малая теплопроводность С. имеет существенное значение вообще для зданий, а особенно для жилых. Стены следует делать из материалов с возможно меньшим коэффициентом теплопроводности. Меньшей теплопроводностью обладают материалы пористые. У плотных материалов коэф. теплопроводности больше. По степеням сопротивляемости действию огня С. подразделяются на 4 категории: 1) С. огнестойкие—хорошо сопротивляющиеся действию огня, к-рые, находясь в огне, не теряют в значительной степени своей прочности и не подвергаются опасной для устойчивости деформации; 2) стены негораемые—не возгорающиеся, но теряющие под действием огня в значительной степени свою прочность и подвергающиеся опасной для устойчивости деформации; 3) С., защищенные от возгорания вследствие этого разрушению; будучи же покрыты огнезащитной оболочкой (одеждой), достаточной для предохранения от возгорания, становятся способными на короткий срок (до 45 мин.) не возгораться пламенем и не разрушаться; 4) С. сгораемые—возгорающиеся при кратковременном действии на них огня и от этого подвергающиеся разрушению. Применение для стен менее теплопроводных материалов влечет за собою: облегчение веса С., уменьшение размеров фундамента и следовательно удешевление.

Каменные С. Наружную С. любого здания можно рассматривать как состоящую из 3 ча-

стей: цоколя, собственно стены и карниза, которые разнятся между собой не только по конструкции, но также и по своему внешнему виду (фиг. 1 и 2).

Цоколь—нижняя часть С., несколько утолщенная против самой С. и выведенная непосредственно на фундаменте; назначение цоколя двоякое: эстетическое и утилитарное (конструктивное). Необходимость устройства цоколя с точки зрения эстетики вызывается тем, что при наличии последнего здание стоит как бы на особом подножии или прочном возвышении (базе), благодаря к-рому всему строению придается впечатление большей мощности, прочности и устойчивости, и, наоборот, при отсутствии цоколя от здания получается впечатление, что оно будто вросло в землю от постепенных паслоений земли (периодич. подсыпки земли). Утилитарное, или конструктивное, назначение цоколя заключается в предохранении нижней части С. от разрушительного действия воды (брызги дождевой воды и тающий снег) и случайных механич. повреждений (удары, парашни), а поэтому материал для цоколя д. б. достаточно прочным. Высота цоколя бывает различна в зависимости от характера здания, а также и от того, проектируется ли в здании подвальное помещение или нет. В среднем высота цоколя колеблется в пределах $\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{2}$ высоты всей С. здания. Точных правил для определения размеров цоколя нет, т. к. все зависит от характера зданий и эстетич. соображений, и потому часто в невысоких зданиях монументального характера (памятники, мавзолеи, музеи и т. д.) цоколи делают высокими и, наоборот, в многоэтажных строениях, напр. в жилых и техническо-служебных зданиях, цоколям придают небольшие размеры, 0,75—1,20 м. Материалом для цоколей служат или естественные камни в виде облицовок из более прочных и твердых пород (напр. гранит, песчаник, известняк и т. д.), или кирпич-железняк, или бетон. Если для цоколя берется простой кирпич, то цоколь необходимо покрыть цементной штукатуркой во избежание преждевременного разрушения цокольной кладки. Цоколи делают из однородного материала или с облицовкой из другого материала. **Цокольные камни** из естественных камней сравнительно реже устраиваются в виду большой теплопроводности естественных камней по сравнению с кирпичом. Цокольные облицовки имеют довольно большое распространение в кирпичных зданиях; материалами для них служат тесаная цокольная плита (фиг. 3), тесаный камень пятак (фиг. 4) и реза камень-бульжник грубооколотый (фиг. 5). На фиг. 6 показан цоколь из рваного камня с правильной притескою и расшивкою швов. Цоколи из камней неправильной формы применяются чаще в хозяйственных постройках. В зданиях с высокими цоколями последние облицовываются вертикальной плитой из прочного и крепкого камня, удерживающейся внизу долевой четвертью, входящей в соответствующий паз или углубление в базе цоколя;верху—подобное же соединение плиты с венчающим цоколь камнем, но с оставлением небольшого зазора S на возможную осадку кирпичной кладки на швах (фиг. 7). Устройство цоколей подобной конструкции обходится сравнительно дорого, и потому в высоких цоколях тело пьедестала чаще выводят из кирпича под штукатурку и только базу и венчающий камень

делают из естественного камня (фиг. 8). В местностях, где естественные камни совсем отсутствуют или стоимость их велика, цоколи выкладываются из кирпича в пустошовку и заштукатуриваются известково-цементным раствором 1 : $\frac{1}{2}$: 5 (фиг. 9). Такое оштукатуривание однако нельзя признать практичным, т. к. штукатурка часто отваливается и этим обезображивается фасад здания. Причиной отпадения штукатурки от цоколя является влага, проникающая снизу (с тротуара) за слой штукатурки. Чтобы удержать низ цокольной штукатурки от преждевременного отпадания, некоторыми строителями применяется такая мера: по низу цоколя укрепляется уголковое железо (20 × 20 мм), до к-рого и доводится штукатурка (фиг. 10), кромку же тротуара необходимо подводить под этот уголок. Практика показывает, что при подобной мере оштукатуренный цоколь дольше не разрушается. В строениях поселкового характера часто устраиваются и совсем неоштукатуренные кирпичные цоколи, к-рым можно придавать любую форму (фиг. 11—13). Цоколи бетонные в бетонных С. не составляют отдельной конструктивной части, а являются продолжением С. с небольшим обрезом или выступом. Отделка таких цоколей состоит только в оштукатуривании. Во избежание неприятных потоков воды со С. по цоколю рекомендуется венчать цоколь выступом со слезником (фиг. 14). В зданиях с подвалами в цокольной части устраиваются небольшие окна в целях освещения и вентилирования подвалов. Для предупреждения проникания грунтовой сырости в стены здания в цоколях на высоте 1—2 рядов от поверхности земли или тротуара прокладывают изолирующий слой (фиг. 9 и 10). При наличии полуподвала изолирующие слои укладывают внизу фундамента примерно на уровне бетонной подготовки подвального пола (фиг. 1).

Кирпичные С. Обожженный кирпич как строительный материал в настоящее время все еще является весьма распространенным для возведения С. несмотря на появление целого ряда новых стеновых материалов (бетон, теплый бетон, известково-шлаковые и известково-пемзовые искусственные камни, силикат-органики и др.). Большое распространение кирпича как стенового материала объясняется следующими его достоинствами: 1) прочностью (8—10 кг/см²), мало уступающей естественным камням средних пород; 2) малой теплопроводностью; 3) воздухопроницаемостью (естественная вентиляция помещений); 4) хорошим удержанием штукатурки; 5) невысокой стоимостью. Кирпичные С. по своей конструкции бывают в виде сплошной кладки и пустотелые, которые устраиваются без засыпок и с засыпками.

Сплошные кирпичные С. Толщина кирпичных С. зависит от их назначения и д. б. рассмотрена: а) в отношении прочности и устойчивости (С. как конструкция); б) в отношении теплопроводности (С. как тепловой изолятор); в) в отношении звукопроводности (С. как звуковой изолятор). В отношении прочн. и С. главным фактором является собственный вес С. и нагрузка на нее (междуэтажные перекрытия и крыша); чем выше здание, тем большие напряжения испытывают самые нижние части С. (близ цоколя и фундамента). В современных многоэтажных зданиях с большими проемами (дверные, оконные, витринные и т. д.) опасными местами являются также и простенки между

этими проемами (фиг. 1). В виду этого толщина С. (площадь сечений С. в нижней части и в простенках) д. б. таковой, чтобы давление, приходящее на 1 см^2 сечения, было не более допускаемого на кладку С. Факторами, изменяющими величину допускаемых напряжений на кладку, являются: качество материала кладки, правильность и тщательность выполнения ее. В многоэтажных зданиях С. могут получиться разной толщины, увеличиваясь от верхних этажей книзу. В кирпичных С. изменение толщины делается кратным $\frac{1}{2}$ кирпича. Получающиеся от этого уступы или обрезы делаются изнутри здания и используются как опоры для балок. Внутренние кирпичные С. делают толщиной не менее 1 кирпича, причем если на такие С. будут укладываться балки перекрытий, то С. сверху под потолок утолщают до $1\frac{1}{2}$ кирпича (фиг. 15). Тонкие С., получившиеся по расчету, нередко приходится утолщать, если в них необходимо устроить дымовые или вентиляционные каналы; наименьшая толщина С. с дымоходами $1\frac{1}{2}$ кирпича. В жилых зданиях толщина наружных С. должна быть такова, чтобы С. помимо удовлетворения прочности и устойчивости была не промерзаема при продолжительных низких t° ; поэтому если в отношении прочности и устойчивости бывает достаточно придать С. меньшую толщину, чем в отношении промерзаемости, то все-таки ее утолщают до размеров, предупреждающих промерзание. В местностях, где t° понижается до -30 — -35° толщина С. должна быть не менее $2\frac{1}{2}$ кирпичей (64 см), если С. возводят на холодном растворе (известковый и известково-цементный). В Сибири, на С.-В. и севере СССР, где t° доходит до -45 — -50° , толщина кирпичных С. еще больше. При применении теплых растворов (известково-шлаковый или цементно-известково-шлаковый) толщина кирпичных С.—2 кирпича; такая С. в отношении теплозащиты ограждаемых помещений эквивалентна кирпичной С. толщиной в $2\frac{1}{2}$ кирпича, сложенной на обыкновенном растворе. В настоящее время кирпичная кладка на теплых растворах выкладывается толщиной не только в 2, но даже и в $1\frac{1}{2}$ кирпича. Кладка в $1\frac{1}{2}$ кирпича имеет утолщенные вертикальные швы, заполненные теплым раствором. Наружные кирпичные С. в $1\frac{1}{2}$ кирпича на теплом растворе обязательно должны оштукатуриваться снаружи и изнутри теплой штукатуркой, чтобы быть также эквивалентными $2\frac{1}{2}$ -кирпичной С., сложенной на обыкновенном растворе. При необходимости оставить наружную сторону С. не оштукатуренной приходится в кладке увеличивать внутренние вертикальные швы с теплым раствором. В табл. 1 указаны коэф-ты теплопередачи для разных толщин и конструкций С.

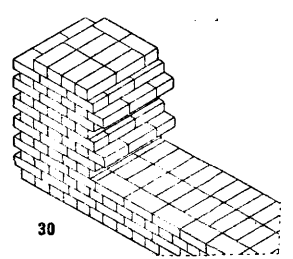
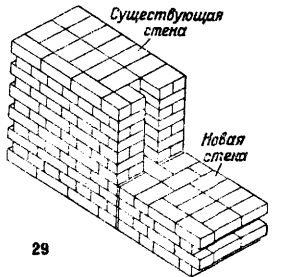
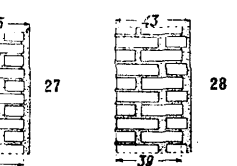
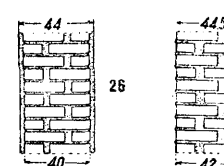
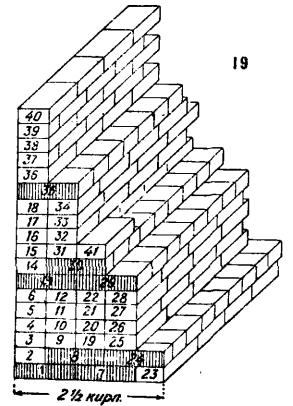
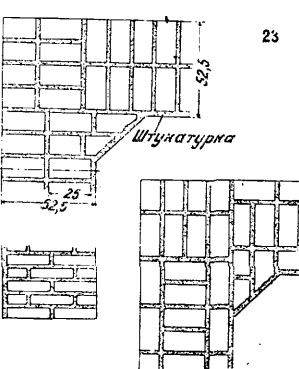
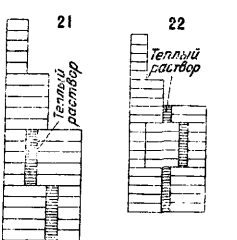
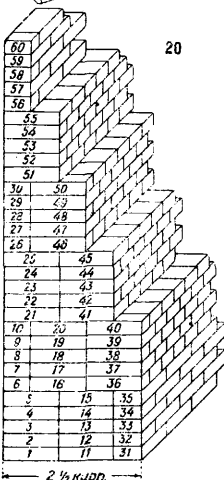
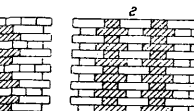
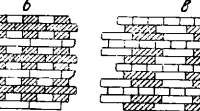
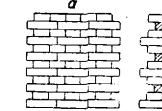
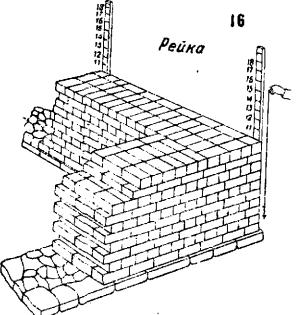
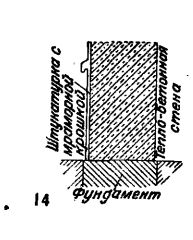
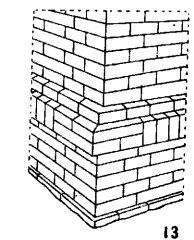
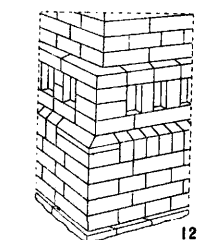
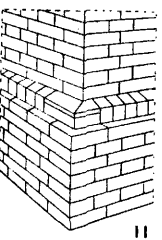
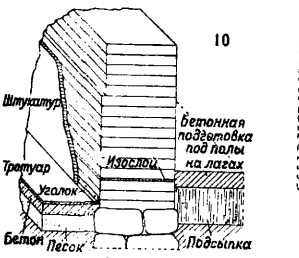
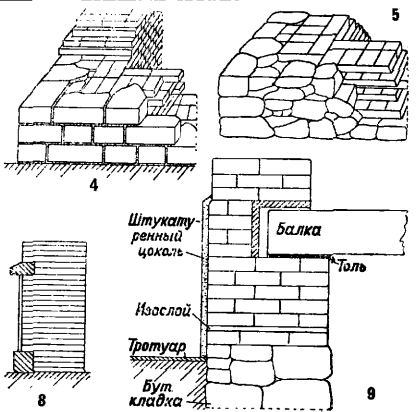
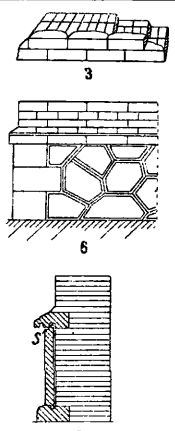
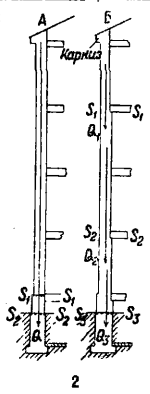
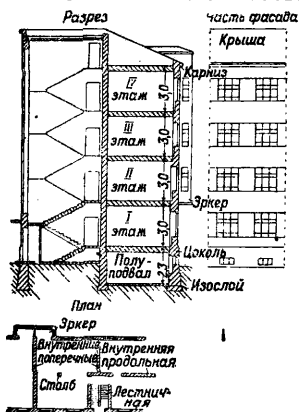
В жилых зданиях наружные С., служащие тепловой изоляцией (отделяющие отапливаемое помещение от наружного холодного воздуха), вполне достаточны для звуковой изоляции. Требуется не звукопроводности С. относится гл. обр. к внутренним некапитальным С. и перегородкам. Звуковая изоляция внутренних С. достигается не массивностью стен, а путем введения в кирпичные С. воздушных прослоек (пустот) без засыпок или с засыпками пористыми материалами, напр. трепелом, сфагнумом и т. п.

Кладка сплошных кирпичных С. Кладка кирпичных С. должна вестись по шнуру, отвесу и ватерпасу с соблюдением пра-

Табл. 1.—Коэффициент теплопередачи на 1 м^2 поверхности охлаждения стены при разности 1° в 1° .

| Наименование С. | Толщина, см | Коэф. теплопередачи |
|--|-------------|---------------------|
| В $3\frac{1}{2}$ обыкновенных кирпича на обыкновенном растворе | 90 | 0,65 |
| В 3 обыкновенных кирпича на обыкновенном растворе | 77 | 0,75 |
| В $2\frac{1}{2}$ обыкновенных кирпича на обыкновенном растворе | 64 | 0,85 |
| В 2 обыкновенных кирпича на обыкновенном растворе | 51 | 1,05 |
| В $1\frac{1}{2}$ обыкновенных кирпича на обыкновенном растворе | 38 | 1,25 |
| В 1 обыкновенный кирпич на обыкновенном растворе | 25 | 1,70 |
| В 2 обыкновенных кирпича на теплом растворе | 51 | 0,85 |
| В $1\frac{1}{2}$ обыкновенных кирпича на теплом растворе с утолщенными вертикальными швами | 44 | 0,89 |
| В 2 кирпича по сист. Вутке с прокладкой в вертикальные швы толя или просмоленного картона | 51 | 0,85 |

вил перевязки швов. Для правильного возведения С. обыкновенно по углам, а иногда и по середине, устанавливаются рейки с намеченными делениями. Деления нумеруются, и каждое из них показывает толщину кирпича и толщину шва в 10—12 мм (фиг. 16). Между такими рейками натягиваются шнуры (причалки), по которым правильно выкладываются наружные кирпичные ряды («версты») на густом растворе. Заполнение между наружными рядами может производиться с ломаным кирпичом с расщепленной и заливкой жидким раствором. Через каждые 4—5 рядов по высоте горизонтальность кладки проверяется ватерпасом; вертикальность же С. проверяется отвесом. Сущность перевязки швов в кладке заключается в том, чтобы каждый следующий ряд (верхний) своими швами не совпадал со швами нижнего ряда, а потому кирпичи каждого верхнего ряда следует сдвинуть в сторону на $\frac{1}{4}$ кирпича. При выкладке угла С., а также и при примыкании поперечных С. в целях соблюдения перевязок необходимо применять трехчетверочные кирпичи. Систем перевязок швов в кирпичной кладке существует несколько (фиг. 17): цепная, крестовая, английская, голландская, готическая, американская, цитовская. Наиболее распространенной системой перевязок швов кладки является цепная, или обыкновенная, где тычковые ряды чередуются с ложковыми. За последнее время рекомендуется американская упрощенная система кладки (фиг. 18). Более крепкую перевязкою следует считать английскую, которая дает большую связь по длине С. Остальные виды кладок в настоящее время применяются сравнительно редко. В последнее время стали применяться американская и цитовская кладки как быстрые и требующие меньшего количества раствора. С. толщиной в $2\frac{1}{2}$ кирпича возводятся при односезонной застройке на смешанном растворе состава 1 : 1 : 11, при двухсезонной застройке на известковом растворе состава 1 : 2,5 или 1 : 3. На последнем растворе выкладываются все этажи за исключением нижнего, к-рый возводится на смешанном растворе. Америк. система кладки отличается от цепной и других старых систем тем, что больший объем кладки состоит из ложковых рядов, тычковые же ряды укладываются только через каждые 4—5 ложковых рядов и



собою перевязывают кладку (фиг. 19). Ложковые ряды между собою не перевязываются, и вертикальные продольные швы м. б. даже без раствора. Последовательность кладки кирпичей на фиг. 19 обозначена цифрами. Америк. практика показывает, что подобная кладка по своей прочности и устойчивости почти не уступает обыкновенной пенной кладке. Преимущества американской системы кладки следующие.

1) Кладка лицевой стороны стены может производиться мастером первой руки, а внутренней стороны—кладчиком-забуччиком (не первая рука). 2) Большой объем кладки выполняется однообразным приемом благодаря обилию ложковых рядов, чем ускоряется производство кирпичной кладки. 3) Оставление вертикальных швов между ложковыми рядами намеренно пустыми, т. е. без раствора, увеличивает теплопроводность стены. К недостаткам следует отнести вертикальную расслоенность С., отчего прочность ее при применении нецементных растворов, а также при не совсем тщательной кладке понижается. Особенно это обстоятельство сказывается на С., несущих на себе большие нагрузки (внутренние капитальные С.). Последний недостаток до некоторой степени уменьшается в цитовской системе кладки. Цитовская система кладки в принципе аналогична предыдущей и отличается только тем, что здесь вместо ложковых рядов преобладают тычковые (фиг. 20). Последовательность кладки кирпичей на фиг. 20 также обозначена цифрами. На фиг. 21 и 22 представлена кладка с уширенным внутренним швом, заполняемым теплым раствором. Преимущества цитовской кладки: 1) большая сопротивляемость С. расслоению благодаря лучшей перевязки тычковыми рядами; 2) лицевая сторона выкладывается сразу на 10 рядов, а не на 5, как в предыдущей системе. Перечисленные выше преимущества америк. системы кладки присущи также и цитовской. Недостатки цитовской кладки: 1) меньшая сопротивляемость С. излому благодаря небольшой связи тычковых кирпичей между собой (связь только на $\frac{1}{4}$ кирпича); 2) по сравнению с америк. системой на мастера первой руки приходится большее количество кирпичей, т. к. лицевая сторона С. состоит как из ложковых, так и тычковых рядов; 3) меньшее число продольных швов, а потому С. толщиной в $1\frac{1}{2}$ кирпича более теплопроводна по сравнению с америк. системой кладки стены такой же толщины.

Кладка кирпичных С. на теплых растворах. Теплым раствором называется такой раствор, к-рый, будучи употреблен в кладку наружных кирпичных С., понижает теплопроводность последних настолько, что они м. б. сложены тоньше обычных размеров без ухудшения их свойств как теплоотражающих конструкций. Кирпичные С. на теплом растворе должны возводиться толщиной в 2 кирпича и $1\frac{1}{2}$ кирпича при односезонной постройке на растворе состава 1 : 2 : 16 (портланд-цемент + известковое тесто + шлаковый песок), а при двухсезонной постройке на растворе состава 1 : 3 (известковое тесто + шлаковый песок). С. толщиной в 2 кирпича на теплом растворе (фиг. 23) в настоящее время с успехом заменяют $2\frac{1}{2}$ -кирпичные, сложенные на обыкновенном (холодном) растворе, и возводятся высотой до 6 этажей. С внутренней стороны наружные С. штукатурят обыкновенным известковым раствором состава 1 : 2,5 или 1 : 3

(известь + песок) в зависимости от жирности извести. С наружной стороны (фасада) стены штукатурят также обыкновенным известковым раствором только в том случае, если это предусмотрено обработкой фасада. Тонкие стены, в $1\frac{1}{2}$ кирпича, применяются для малоэтажных зданий до 3 этажей, а также и для двух верхних этажей многоэтажного здания. Такие тонкие С. обязательно должны оштукатуриваться изнутри и снаружи теплой известково-шлаковой штукатуркой состава 1 : 3 (известь + шлаковый песок с зернами не крупнее 2 мм). Различают 4 типа кладки тонких С. на теплых растворах. В первом типе (фиг. 24) горизонтальные ряды кладки в направлении толшины С. смещены относительно друг друга на 2 см; вид С. от этого получается как бы с крупной пустошовкой. Во втором типе (фиг. 25) через каждые 3 ряда кладки один ряд выступает на 2 см в сторону наружной поверхности С. В третьем типе (фиг. 26) кладка обычная без всяких выступов, но только с уширенными вертикальными швами (в 3 см). В четвертом типе (фиг. 27) кладка обычная, но с более широкими швами (в 5 см). Такая кладка выводится для зданий, не оштукатуриваемых с фасада. В этом типе оштукатуривается только внутренняя поверхность С. На фиг. 28 представлен второй вариант последнего типа кладки. Необходимо однако отметить, что наружные С., обращенные на север, должны делаться толщиной в 2 кирпича на теплом растворе или же иметь теплую внутреннюю штукатурку. Кладку кирпичных С. на теплом растворе следует вести под лопатку, причем кирпичи перед самой укладкой д. б. слегка полить водой из лейки. В табл. 2 приведены нек-рые данные о кирпичных кладках на теплом растворе.

Табл. 2.—Технические свойства кирпичной кладки на теплом растворе.

| Вид или тип кладки | Толщина С. в см | Расчетная толщина С. в см | Допуск на применение на основе ср.-знач. в кг/см ² | Всегобщий коэф. теплопередачи | Объемный вес * ₁ и * ₂ в кг | |
|--------------------|-----------------|---------------------------|---|-------------------------------|---|-------|
| В 2 кирпича | I тип | 51 | 51 | 8 | 0,85 | 1 600 |
| | II » | 44 | 37 | 8 | 0,89 | 1 600 |
| | III » | 44 | 40 | 7,5 | 0,89 | 1 600 |
| | IV » | 44,5 | 42 | 7 | 0,89 | 1 600 |

*₁ При эксцентрисности, динамичности нагрузки и продольном изгибе допускаемое напряжение м. б. несколько повышено. *₂ Объемный вес кладки принимается вместе со штукатуркой.

Соединение существующих С. с новыми. В тех случаях, когда приходится пристраивать новые С. к существующим старым С., в последних предварительно выбирают (вырубают) вертикальный паз или же он заранее бывает сделан (фиг. 29), когда предвидят будущую пристройку. Новую стену, пристраиваемую к существующей, выкладывают со шпунтом, к-рый входит в выбранный или существующий паз. Подобное соединение не препятствует осадке новой С. Способ соединения С. существующей и новой посредством зубцов или штаб не допускается потому, что подобное плотное соединение двух стен заставит старую несколько осесть вместе с новой, отчего могут получиться в здании хотя и неопасные, но все же нежелательные трещины над окнами или дверями, расположенными вблизи места соеди-

нения С. Штрабы (фиг. 30) устраивают (вернее, оставляют) тогда, когда по каким-либо причинам кладку в какой-либо части стены приходится временно прервать. Благодаря оставленным таким штрафам дальнейшая кладка стены будет прочно связываться с выведенною раньше кладкою.

Устройство проемов в С. Во время кладки С. для будущих окон (см.) и дверей (см.) оставляются необходимые проемы, т. е. отверстия, в к-рые впоследствии будут вставляться оконные и дверные рамы (см. *Каменные работы*). В настоящее время для жилых зданий выработаны определенные стандартные размеры окон и дверей, предопределяющие размеры оконных и дверных проемов. Оконные проемы выкладываются четырех видов: а) с четвертью для укрепления двух прислонных оконных рам, отдельно для летнего и зимнего переплетов (фиг. 31); б) с четвертью для укрепления одной прислонной рамы на 2 переплета (фиг. 32); в) без четвертей, где легкая рама будет прикрепляться непосредственно к щекам или косякам проема, или когда широкие переплеты будут устанавливаться без рамы с открывающейся только средней частью (фиг. 33); подобный тип проема употребляется б. ч. в нежилых зданиях; г) с пазами, когда во время выкладки проема сразу обладается кирпичом и установленная деревянная рама, или колода (фиг. 34). Такие рамы, или колоды, называются закладными и применяются сравнительно редко в виду значительных недостатков подобной заделки. В каждом оконном проеме необходимо различать: 1) боковые грани проема, называемые откосами; 2) верхнее перекрытие, называемое перемычкой или аркой в зависимости от формы верхней части окна; 3) С. под окнами, называемую подоконной стенкой или подоконьем (при толстых С., напр. в 2—2½ кирпича, под окном часто устраивают нишу для нагревательного прибора на такую глубину, чтобы подоконная стенка была толщиной не менее как в 1½ кирпича; 4) С. между окнами, называемую простенком; 5) уступы боковых граней окон, а также перемычек, называемые четвертями, или притоками. Для выкладки четвертей сколачивают из 2—2½ досок шаблон (фиг. 35), по к-рому каменщики и выкладывают четверти, или притоки. Такие четверти можно выкладывать и без шаблона, т. к. каждый выступ равняется точно ¼ кирпича, а потому опытный каменщик может обойтись и без шаблона. На фиг. 36 представлена в перспективном виде кладка оконных простенков в 2½-кирпичной С. с двумя притоками для двух прислонных рам. На фиг. 37 изображена кладка оконных простенков с одной четвертью в 2-кирпичной С. для одной рамы на 2 переплета. Фиг. 38 рисует кладку простенков в С. толщиной в 1½ кирпича, сложенной на теплом растворе. В парных окнах с узкими простенками размеры последних по наружной поверхности стены не могут быть меньше 1½ кирпича, что дает с внутренней стороны только ¼ кирпича или 1 кирпич (фиг. 39). Если подобные узкие простенки к тому же должны нести на себе большие нагрузки, то их следует устраивать не из кирпича, а железобетонные (фиг. 40). Перекрытие парных окон с железобетонным простенком обыкновенно делается также железобетонное в виде общей балки-архитрава, располагаемой над обоими окнами.

Кладка перемычек над окнами. Перемычка над окнами бывает двух видов: клинчатая (фиг. 31) и рядовая (фиг. 32). Первая—старинная конструкция, известная с римских времен. Рядовая—новая, современная, конструкция. Клинчатые перемычки теперь устраивают больше всего над проемами внутренних стен и делают или с небольшим подъемом от 1/15 до 1/20 по отношению к ширине проема (фиг. 41) или совсем плоские. Высота перемычек делается в 1½—2 кирпича, причем нижняя поверхность перемычки делается с четвертью, если и сам проем имеет такие же четверти, или притоки. При расположении над перемычками потолочных балок следует укладывать под последние разгрузочные балки, на к-рые и передается груз от потолков. Для перемычки над пролетом до 2 м подобной разгрузки не требуется. Если перемычки перекрывают небольшие оконные проемы, расположенные у угла здания (фиг. 42), то в верхних 2—3 этажах рекомендуется укладывать связи из полосового железа с постановкою анкеров на расстоянии 70—80 см от проема (фиг. 43). При большой ширине проемов связями могут служить короткая балка или рельс тоже с анкерами. Недостатки плоских клинчатых перемычек: 1) плоская перемычка для соблюдения правил перевязки швов требует для себя большого количества трехчетверочного кирпича; 2) от применения ломаного кирпича уменьшается прочность перемычки; 3) кропотливость в работе при выкладке перемычки; 4) меньшая прочность клинчатой плоской перемычки по сравнению с рядовой перемычкой. Клинчатые перемычки над окнами в настоящее время стали применяться реже и заменяются рядовыми. Перемычка, имеющая несколько большой подъем, чем обыкновенная, называется лучковой; при переходе этой перемычки в полукруг она называется арочной.

Выкладка дверных проемов. Дверные проемы выкладываются: 1) с одной четвертью для укрепления одной прислонной дверной рамы (фиг. 44); 2) с одной четвертью, усроенной ближе к внутренней стороне С., чтобы открывающееся дверное полотно могло поместиться в толще С., отчего дверь меньше страдает от дождя (фиг. 45); 3) с двумя четвертями для двойных дверей (фиг. 46); 4) с двумя наружными четвертями тоже для двойных дверей (фиг. 47), к-рые устраиваются в стенах лестничной клетки (выходные двери) при неотапливаемой лестнице; 5) совершенно без четвертей (фиг. 48). Последний вид проема применяется во внутренних кирпичных С. Для укрепления дверных рам в таких проемах предварительно во время кладки закладываются бруски (не менее 2 шт. по высоте) толщиной, равной толщине кирпича. Кладка клинчатых перемычек и арок над дверными проемами во всем аналогична кладке таких перемычек и арок над окнами.

Рядовые кирпичные перемычки над оконными и дверными проемами. Рядовой перемычкой называется обыкновенная кладка горизонтальными рядами непосредственно над проемом в стене. Для удержания кирпичей от выпадения из рядовой перемычки последнюю выкладывают на более прочном растворе (на известково-цементном или цементном) и кроме того под нижний наружный ряд кладки (под выступающую четверть) укладывают 2 полосы из пачечного

железа (1 × 20 мм) или проволоки (4 мм); такие же 2—4 полосы укладываются и в остальной части перемычки. Для предохранения железа от преждевременного ржавления полосы или проволоки д. б. окружены цементным раствором. Рядовой кирпичной перемычкой допускается перекрывать проемы до 2,50 м. Минимальная высота перемычки принимается в 6 рядов, не считая выступающей четверти. Рядовая перемычка, кажущаяся на первый взгляд менее прочной, чем клинчатая, фактически выполняет следующую нетрудную роль (фиг. 49): 1) поддерживает «треугольник загрузки», т. е. ту треугольную часть кладки, к-рая непосредственно лежит над проемом, и 2) принимает на себя опорные давления от концов балок междуэтажного перекрытия. Кладка рядовой перемычки, сложенная на цементном растворе, в силу сцепления раствора с кирпичом, представляет собою массив, который может до некоторой степени работать как балка. Возникающие в нижних слоях растягивающие усилия м. б. погашены укладываемым туда пачечным железом. Что касается давления, производимого концом полой балки, то такое в кладке распространяется под углом 45° и будет передаваться тем ближе к опорам (на простенки), чем выше расположена балка. Опыты по исследованию прочности клинчатых и рядовых перемычек, произведенные Ин-том сооружений, показали, что рядовые перемычки выдерживают большие нагрузки, чем клинчатые. Объясняется это следующим: при работе клинчатой перемычки (над большим пролетом) растягивающее напряжение разрывает перемычку снизу в швах, т. е. нарушает сцепление раствора с кирпичом; в рядовой перемычке благодаря перевязке горизонтальных рядов приходится приложить большие усилия, т. к. помимо разрыва в шве нужно преодолеть также и трение одного ряда кирпича о другой.

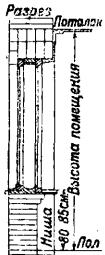
Железо-кирпичные и железобетонные перемычки. Железо-кирпичную перемычку называется тоже кладка горизонтальными рядами над проемами, но с включением туда железной арматуры в 2—3 ряда. Железо-кирпичные перемычки применяются над пролетами более 2,5 м, когда обыкновенные рядовые становятся недостаточными. На фиг. 50 представлена перемычка с двумя рядами уложенного пачечного железа; выступающая часть (четверть) в свою очередь поддерживается одной железной полоской. Железные полосы запускают в простенки на 30—40 см. Швы, в к-рых располагается такая железная арматура, д. б. из цементного раствора во избежание порчи железа от ржавления. На фиг. 51 и 52 представлены железобетонные перемычки с одним рядом уложенной арматуры. Подобная арматура из железных полосок м. б. заменена готовой сеткой. На фиг. 53 представлена железо-кирпичная перемычка особой конструкции сист. инж. Смирнова, применяемая для оконных и дверных проемов пролетом свыше 2,5 м. Арматура в этой системе состоит из двух горизонтальных и двух изогнутых под тупым углом железных прутьев с подвесками из пачечного или круглого железа. Арматуру устанавливают над пролетом ближе к внутренней стороне С. и затем закладывают обыкновенной рядовой кладкой на цементном растворе состава 1 : 4. Для удержания кирпичей от выпадения из перемычки необходимо предварительно укладывать хорошо натяну-

тые полосы из пачечного железа (2 × 30 мм) или проволоки (22 мм), к-рые должны находиться в слое цементного раствора толщиной в 15 мм (мера против преждевременного ржавления железа). Концы таких полосок также закладывают в простенках на 35—40 см. Все железо-кирпичные перемычки выводятся конечно по предварительно установленным опалубкам. Магазинные и внутренние большие проемы в стенах подобно большим окнам также перекрывают железо-кирпичными перемычками и, если последние окажутся недостаточными, применяют укладку железных балок, как показано на фиг. 54. Железные балки для этой цели располагают на таком расстоянии, чтобы между ними можно было уложить целый кирпич. Под такие балки укладывают особые железобетонные опорные плиты во избежание раздробления кирпичной кладки от сосредоточенных опорных нагрузок. Сами балки между собой стягиваются через 1,00—1,50 м болтами и кроме того еще обертываются печной проволокой для того, чтобы будущий слой штукатурки лучше держался на балке. На фиг. 55 показано в разрезе расположение четырех железных балок над магазинным пролетом, из которых одна лицевая (наружная) небольшого сечения опущена несколько ниже для образования четверти, необходимой для укрепления магазинной рамы. На фиг. 56 представлен вариант перекрытия только из трех балок; для образования же необходимой четверти лицевая балка опущена на 1 ряд кирпича ниже. Размеры балок определяются расчетом.

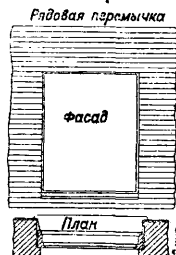
Карнизы. Верхняя часть С., закарнизывающаяся особым выступом, называется карнизом. Карниз имеет своим назначением предохранять С. от грязных потеков с крыши (фиг. 1). Главной конструктивной частью карниза является выступающая часть, к-рая по величине выступа бывает различна в зависимости от материалов и от архитектурной обработки здания. Небольшие выступы образуются только выпуском кирпичей (фиг. 57), большие же выступы, более 25 см, образуются при помощи железобетонных карнизных плит. Железобетонные карнизные плиты м. б. приготовлены любой длины и толщины (6—10 см) с прокладкой в них арматуры в тех местах, где возникают растягивающие усилия, т. е. в верхней части (фиг. 58 и 59). Снизу у самого края в таких плитах выделывают желобок (слезник), чтобы не дать каплям воды затекать по нижней поверхности плиты на С. и этим не пачкать последнюю. Карнизные плиты во избежание их опрокидывания необходимо укладывать так, чтобы выступ (отвес) был не более 40—45% длины плиты, а остальные 55—60% лежали бы в толще С. В местностях, где естественный камень недорог, на выступающие карнизные части применяются каменные плиты из крепких пород, называемые спусковыми, или карнизными, и изготовляемые толщиной в 7—10 см (фиг. 60). Эти плиты имеют правильную в плане форму прямоугольника только с лицевой части и на длину выступа, хвостовая же их часть обыкновенно бывает неправильной формы. На углы карнизов употребляется специальная плита квадратная в плане, называемая карнизным углом (фиг. 61). Для углов тупых и закругленных плиты вытесывают по шаблону (фиг. 62). Все эти угловые карнизные плиты д. б. так уложены, чтобы их ц. т. приходились на С.



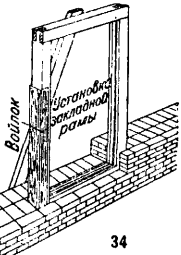
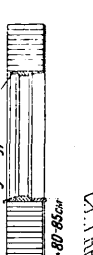
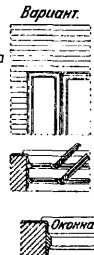
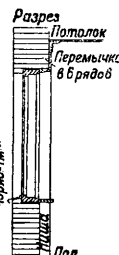
31



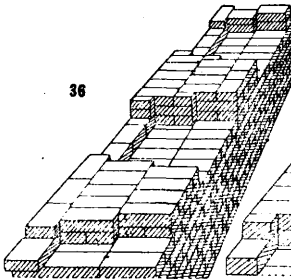
32



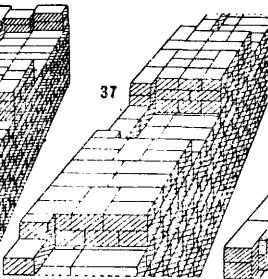
33



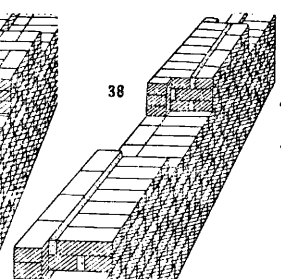
34



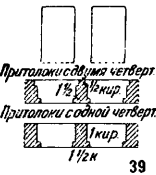
36



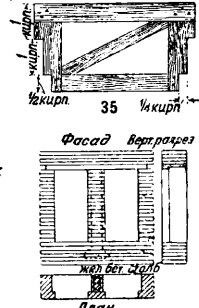
37



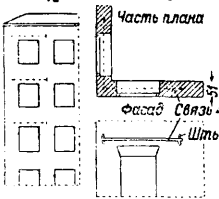
38



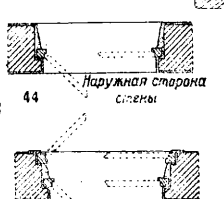
39



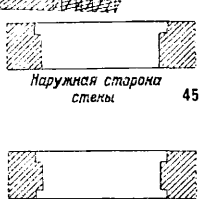
40



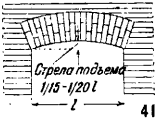
41



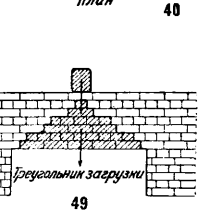
42



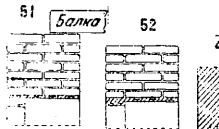
43



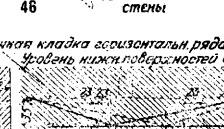
44



45



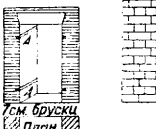
46



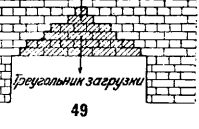
47



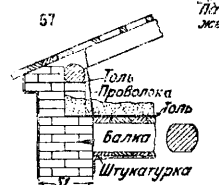
48



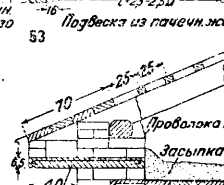
49



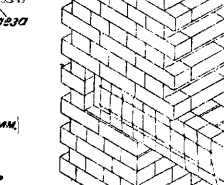
50



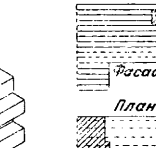
51



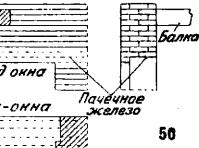
52



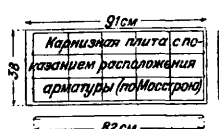
53



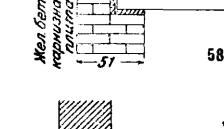
54



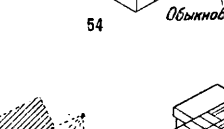
55



56



57



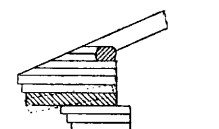
58



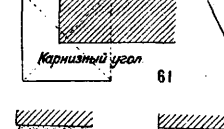
59



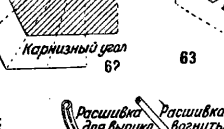
60



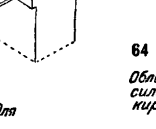
61



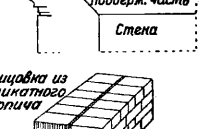
62



63



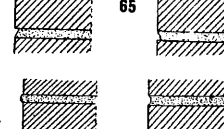
64



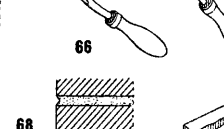
65



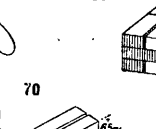
66



67



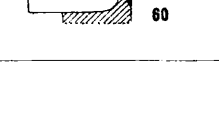
68



69



70



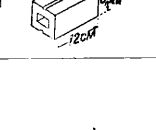
71



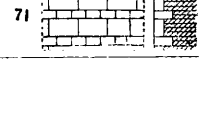
72



73



74



75

Благодаря значительным нагрузкам на карнизные плиты от кладки верхних рядов кирпича бывали в практике случаи перелома их и даже опрокидывания, особенно угловых плит, а потому на устройство карнизов с большими выступами и на выбор для них прочных естественных материалов следует обращать серьезное внимание. Лучше конечно карнизные плиты делать железобетонные, как представлено на фиг. 58. Большие карнизы м. б. основаны также на железных балочках таврового или углового сечения, располагаемых по С. на расстоянии 25 см (длины кирпича) друг от друга; промежутики между ними выстилают кирпичом плашмя (фиг. 63). Выведенные в кирпиче карнизы впоследствии оштукатуривают с приданием им профиля, соответствующего требованиям архитектурных форм. Карнизы в фасадах кирпичного стиля, не требующих оштукатуривания, делают из того же кирпича путем постепенного их напуска, отчего больших (более длины кирпича) свесов, или выступов, получить нельзя. За последние годы наблюдается возведение построек совсем без карнизов, причем С. вверху заканчиваются только небольшим выступом. В старинных каменных зданиях можно видеть карнизы с большими выступами и излишними нагромождениями украшений. Любой «классический» карниз в таких зданиях по своей форме, а отчасти и по конструкции можно рассматривать состоящим из трех частей: поддерживающей, свешивающейся и венчающей (фиг. 64).

Отделка поверхностей кирпичных С. Фасадные С. помимо их оштукатуривания или какой-либо иной отделки заранее, еще в кирпичной кладке, иногда расчленяются на вертикальные или горизонтальные части во избежание иметь гладкий скучноватый и монотонный вид фасада. При длинных зданиях фасадные С. расчленяют по вертикали, т. е. делают у них выступы, расположенные симметрично или несимметрично по отношению ко всему фронту фасада. Небольшие выступы в $\frac{1}{2}$ —1 кирпич называются раскреповками. В зданиях высоких, но небольшого протяжения расчленение делается горизонтальное—этажно, т. е. один этаж отделяется от другого небольшим карнизом или т. п. Наиболее употребительными способами отделки самих поверхностей С. являются: 1) оштукатуривание и окрашивание, 2) расшивка швов между рядами кирпичей, 3) облицовка специальным кирпичом, 4) облицовка естественным тесаным камнем.

Оштукатуривание и окрашивание. Оштукатуривание кирпичных С. помимо назначения его для отделки производят для предохранения стены от атмосферных влияний. Различают 3 вида штукатурок: а) гладкая, б) шероховатая, или набрызгом, в) штукатурка с мраморной крошкой. Для гладкого оштукатуривания С. применяют следующие растворы: 1) известковый, 2) смешанный (цемент и известь) и 3) цементный. Всякая штукатурка будет лучше держаться на любой С., если поверхность ее более шероховатая, а потому при толстых штукатурных наметах или наметах с выступами в виде рустов кирпичную кладку рекомендуется вести в пустошовку, т. е. чтобы швы между кирпичами не доводились до лицевой поверхности на 2—2 $\frac{1}{2}$ см. Оштукатуренные наружные стены после их просушки грунтуются и окрашиваются любым колером на известковом молоке. Часто для

большей прочности краски на фасадах на каждые 10 л краски прибавляют 100—300 г квасцов. Для оштукатуривания внутренних стен применяется известково-алебастровый раствор. Оштукатуренные внутренние С. окрашивают не только известковой, но также клеевой и масляной красками или же оклеивают обоями. Шероховатая (набрызгом) штукатурка получается путем наброски раствора через мелкую сетку на предварительно сделанную гладкую штукатурную подготовку на С. Так как такую шероховатую поверхность впоследствии трудно окрашивать, то набрасываемый на сетку раствор обыкновенно приготавливается окрашенным (прибавляется например сажка, мумия, сиена и другие земляные краски). По высыхании набрызга получается приятная, не лоснящаяся поверхность. Наиболее употребительные тона цветов таких штукатурок: песочный, серый, темносерый, коричневый, красноватый. На подготовку штукатурной поверхности под набрызг применяется смешанный раствор состава для набрызга. В зданиях капитальных часто применяется оштукатуривание С. цементным раствором с мраморной крошкой. В зависимости от расцветки крошки С. могут получаться светлосерых, темносерых, красноватых и других тонов. По отвердении штукатурного слоя с мраморной крошкой поверхность подвергают насечке или чеканке долотами и другими специальными инструментами. Насечки м. б. крупные и мелкие. После подобной отделки насечкой поверхность С. приобретает вид как бы облицованной массивным и прочным естественным камнем. В зависимости от комбинаций применения того или иного вида штукатурки (с мраморной крошкой или шероховатой) можно зданию с хорошими архитектурными пропорциями придать подобной отделкой сильное и в то же время приятное впечатление. Отделка С. штукатуркой набрызгом, особенно с мраморной крошкой, держится сравнительно долго и не требует частых ремонтов, как обыкновенная гладкая штукатурка.

Расшивка швов. Если С. желают придать приличную кирпичную отделку, то для этой цели кладку заранее ведут в пустошовку; впоследствии эти пустые швы заполняют цементным раствором (состава 1:1 или 1:1 $\frac{1}{2}$) и особыми специальными инструментами сглаживают вкось (фиг. 65) или выглаживают расшивкой (фиг. 66) в виде выпуклых (фиг. 67) или вогнутых (фиг. 68) швов. Иногда для лучшего выделения швов для яркости в раствор прибавляют немного сажки, финовари, умбры и т. д. До расшивки швов фасадные С. должны быть очищены путем промывки от грязи и потоков и затерты мокрым кирпичом. Подобная отделка фасада будет вполне прилична, если кирпич вообще чист и с правильными кромками, в противном же случае приходится на лицевые поверхности С. употреблять специальные облицовочные кирпичи.

Облицовка С. кирпичом производится двояко: или одновременно с кладкой самих С. или облицовка впоследствии путем прикрепления цементным раствором к С. отдельных пластинок-кирпичиков. При облицовке С. одновременно с возведением самой С. облицовочным материалом служит цельный кирпич, напр. силикатный, имеющий одинаковые размеры с обыкновенным красным кирпи-

чом (для прочной перевязки). Кладка облицовки ведется на одном растворе с остальной толщей С., и облицовочные кирпичи укладываются попеременными рядами: один ряд тычки, второй — ложки, чем и достигается перевязка (связь) облицовки с кладкой С. В виду большей теплопроводности силикатного кирпича по сравнению с обыкновенным красным необходимо вертикальные швы, параллельные лицевой поверхности, делать толщиной: в тычковых рядах 20 мм, в ложковых 15 мм; швы же основной кладки обыкновенно делают толщиной 10—12 мм (фиг. 69). Помимо силикатного кирпича на облицовку С. часто применяют особый облицовочный кирпич из сильно обожженной глины (фиг. 70). Указанный кирпич имеет одну продольную пустоту-каналчик и снаружи два продольных (сверху и снизу) желобка, которые облегчают раскалывание кирпича каменистым молоточком на две половинки. Такими половинками на цементном растворе и производится облицовка основной С. после того, как она уже дала полную осадку. Облицовочная поверхность С. будет состоять из одних только тычков.

Облицовка С. естественным камнем является одной из дорогих отделок и применяется только для дорогих и монументальных строений. Устройство облицовки ничем не отличается от облицовок доколей, но здесь еще больше учитывается разность осадки облицовки и С. на швах, а потому, если облицовка кладется одновременно с возведением С. и в перевязку с последней, то такая облицовка не д. б. высокою, и обе кладки (облицовка и С.) должны вестись на одинаковом смешанном или цементном растворе. На фиг. 71 показана подобная облицовка. Один ряд ее — ложок стоячий, а другой — тычок лежачий; при этом необходимо, чтобы высота камней была строго кратна числу рядов кирпичей. При высоких облицовках приходится вводить в С. железные анкеры, к-рые усиливают связь облицовки со С.

Оценка отделок поверхностей С. Из всех рассмотренных отделок наиболее дешевой является расшивка швов, второй — оштукатуривание стен, третьей — облицовка специальным кирпичом. Самою дорогою отделкою является облицовка естественным камнем. Следует однако заметить, что в смысле утепления С. оштукатуривание имеет большое преимущество перед остальными, т. к. оно уменьшает теплопроводность С., не уменьшая в то же время пористости ее (естественное вентилирование). Облицовка же вообще, как естественным камнем, так и облицовочным кирпичом, в значительной степени затрудняет проникание воздуха через стену и тем самым понижает естественную вентиляцию. К достоинствам облицовки специальным кирпичом следует все же отнести то, что облицованная поверхность не требует ни периодич. окрасок ни частого ремонта, как этого требует обыкновенная штукатурка.

С. из силикатного и шлакового кирпичей по своему устройству ничем не отличаются от С. из обыкновенного обожженного кирпича, и все, что говорилось об устройстве и способах кладки С. из обожженного кирпича, также относится и к рассматриваемым С. Строительные качества силикатного кирпича мало отличаются от обыкновенного красного. Что же касается шлакового,

то он несколько уступает обыкновенному, а потому из шлакового кирпича не рекомендуется возводить многоэтажные здания. Силикатный кирпич удобен в обработке (хорошо тешется) и достаточно сопротивляется атмосферным влияниям. С., сложенные из него, не требуют оштукатуривания. По теплопроводности силикатный кирпич несколько уступает обожженному, а потому Союзстроем в Московской области кладка наружных С. толщиной в 2 кирпича из одного силикатного кирпича не допускается. По инструкции Союзстроя (1931 г.) силикатный кирпич м. б. применен только на облицовку снаружи С. толщиной в 2 кирпича (из обожженной глины) на теплом растворе. Шлаковый кирпич также хорошо обрабатывается (тешется), но не так морозостоек и выветривается, а потому С. из шлакового кирпича следует оштукатуривать. Теплопроводность шлакового кирпича зависит от пористости шлака и во всяком случае не меньше, чем у обыкновенного кирпича. При кладке С. из силикатного и шлакового кирпичей последние не рекомендуется смачивать водой, так как пользы от этого нет никакой, а некоторый вред может получаться от загонки излишней сырости в кладку С.

Теплая кладка С. из обыкновенного кирпича по сист. Вутке отличается от обыкновенной кирпичной только тем, что все вертикальные швы, расположенные вдоль С., заполняются не растворами, а термоизоляционными лентами (фиг. 72 и 73). Материалом для таких термоизоляционных полос-лент может служить толь, гудронированная изоляционная бумага, волнистый картон, торфолеум и т. д. Проложенные вместо раствора ленты в значительной степени уменьшают теплопроводность стен, а потому последние можно делать тоньше, т. е. в 2 и даже 1½ кирпича; подобные С. по своей теплопроводности эквивалентны обыкновенной С. Оконные проемы в такой С. выкладываются так же, как и в обыкновенной, т. е. с четвертями для прислонной рамы. За последнее время стали выкладывать оконные проемы совсем без четвертей. Перемычки над проемами делают как клинчатые, так и рядовые. Первые выкладывают с одним вертикальным прослойком из толя, сложенного в 3—4 ряда (фиг. 74). Рядовая перемычка представлена на фиг. 75. К достоинствам теплой кладки по сист. Вутке следует отнести только экономию в кирпиче. Недостатками являются: 1) кропотливость изготовления и укладки лент-прокладок; 2) прокладки из толя и вообще просмоленные относительно непроницаемы, а поэтому в С. нарушается естественное движение влаги (С. не вентилируются); 3) С. сист. Вутке дороже кирпичных С., выведенных на теплых растворах; 4) большая вертикальная рас松散ность С., особенно 1½-кирпичной, отчего понижается ее прочность.

Теплая кладка стен из обыкновенного кирпича по сист. инж. Некрасова (фиг. 76) отличается от предыдущей тем, что вместо толевых лент здесь в вертикальные швы укладываются термовкладыши-брусочки (из силикат-органиков, кальцинированных глин органическими примесями, из пемзобетонов и т. п.). Термовкладыш представляет собою брусочек длиной в 40—50 см, высотой в 8 см и толщиной в 4—8 см. Высота вкладыша в 8 см необходима для того, чтобы он по своей высоте равнялся толщине кирпича с двумя швами. Обладая сравнительно небольшой прочностью на излом,

вкладыш должен готовиться с продольной арматурой, хотя бы из дроби (фиг. 77). Кирпичная кладка в $1\frac{1}{2}$ кирпича с подобными вкладышами м. б. сложена на обыкновенном (холодном) растворе и без теплой внутренней и наружной штукатурок. На фиг. 78 представлен другой вариант подобной же теплой кладки с большими вкладышами; последние по высоте равняются толщине трех рядов кирпича по швам. Преимущество теплой кладки с подобными вкладышами: нет необходимости вести кладку на теплом растворе и оштукатуривать стены теплым раствором, а от этого не будет иметь место неравномерность осадки С. на швах (что наблюдается в С., сложенных на теплом растворе); теплоустойчивость С. без теплой внутренней штукатурки лучше, чем с таковой, являющейся необходимой принадлежностью для С., сложенных на теплом растворе.

Тонкие кирпичные С. с теплой облицовкой. За последнее время в жилищном строительстве стали также применять тонкие кирпичные С., отепленные с наружи искусственными камнями или большими плитами, изготовленными из малотеплопроводных материалов. Такие камни и плиты носят название термостен и термоплит. Отапливание тонких С. подобными термокамнями только снаружи, а не внутри имеет весьма существенное значение, т. к. помимо улучшения тепловых свойств стены (большая теплоемкость) ставит теплоизолирующий материал в более выгодные условия в отношении сохранности его на более продолжительное время. Преждевременное разрушение объясняется следующим: влага из помещения при наличии облицовки изнутри, проникая через отопитель, сразу же охлаждается и замерзает в холодной зоне, а при наступившем потеплении погоды оттаивает и превращается в воду, чем и производит постепенное разрушение облицовки. При отоплении С. снаружи подобного явления не происходит. На фиг. 79 представлена конструкция кирпичной стены толщиной в $1\frac{1}{2}$ кирпича, отепленной силикат-органическими камнями. Облицовочные камни из силикат-органики (примерный размер камней $10 \times 21,5 \times 38$ см) прикрепляются к основной кирпичной кладке посредством узких полосок или обрезков из кровельного железа. Такая железная полоска закладывается в шов кладки, а выпускаемый конец ее приколачивается гвоздем к облицовочному камню. Т. о. облицовка С. должна производиться одновременно с возведением кирпичной кладки. Впоследствии облицовка д. б. оштукатурена в целях предохранения ее от атмосферных влияний. (Объемный вес 1 м^3 силикат-органики 800 кг ; допускаемое напряжение $n = 4 \div 6 \text{ кг/см}^2$.) Термоплиты для облицовки должны делаться достаточно жесткими, чтобы они не ломались при употреблении их в дело. Термоплиты м. б. изготовлены из соломы, камышита, фибролита, торфолеума, силикат-органиков, теплобетонитовые, угольные и т. п. На фиг. 80 и 81 представлены стены толщиной в 1 и $1\frac{1}{2}$ кирпича с термоплитами. В зависимости от коэф-та теплопроводности изоляционного материала плиты, а также и от того, какой толщины основная кирпичная С., размер теплоизоляционной облицовки (ее толщина) колеблется: от 3,5 до 7 см для С. в 1 кирпич на теплом растворе; от 5 до 7 см для С. в $1\frac{1}{2}$ кирпича на холодном ра-

створе; от 2 до 4 см для С. в $1\frac{1}{2}$ кирпича на теплом растворе. Для укрепления термоплит кирпичная кладка С. выводится с выпуском соответственных горизонтальных рядов наружу на 3—5 см в зависимости от толщины облицовочной плиты. Уширенный шов, получающийся от выпуска кирпичей, утепляется или засыпкой мелким шлаком или прокладкой ленты из толя. Высота плиты д. б. строго кратной рядам кладки примерно на 5 или 7 рядов, в соответствии с чем высота ее получается в 365 и 515 мм (считая толщину кирпича 65 мм и шов 10 мм). Длина плиты зависит от толщины ее и объемного веса материала. Основные размеры и вес плит приводятся в табл. 3.

Табл. 3.—Основные размеры, коэф. теплопроводности и вес термоплит.

| Наименование материала плит | Размеры плит, см | | | Коэф. теплопроводности | Объемн. вес 1 м^2 , кг | Вес плиты, кг |
|-----------------------------|------------------|--------|-------|------------------------|----------------------------------|---------------|
| | толщина | ширина | длина | | | |
| Торфолеум . . . | 3,5 | 36,5 | 50 | 0,05 | 200 | 1,28 |
| Камышит . . . | 5 | 51,5 | 75 | 0,07 | 400 | 7,7 |
| Соломит . . . | 5 | 51,5 | 100 | 0,06 | 200 | 5,2 |
| Соломит . . . | 5 | 51,5 | 100 | 0,05 | 150 | 3,9 |
| Фибролит . . . | 5 | 51,5 | 100 | 0,06 | 250 | 6,5 |
| » . . . | 5 | 51,5 | 100 | 0,13 | 400 | 10,4 |
| Силикат-органик | 5 | 51,5 | 75 | 0,13 | 600 | 11,5 |
| » . . . | 5 | 51,5 | 100 | 0,18 | 800 | 20,8 |
| Теплобетонит . . | 7 | 36,5 | 75 | — | 1 000 | 19,2 |

Рабочей, или расчетной, толщиной облицовочных кирпичных С. следует считать толщину без облицовки, т. е. при 1-кирпичных С. 25 см и при $1\frac{1}{2}$ -кирпичных С. 38 см. Если на облицовку будут применяться плиты бетонитовые или из силикат-органики, то установка их производится одновременно с кирпичной кладкой С., причем плиты следует ставить на том же растворе, на котором ведется кирпичная кладка. К С. плита прислоняется вплотную и без раствора. В тех случаях, когда облицовочная плита толще, чем сделан выступ выпускаемого кирпичного ряда, м. б. применены крючки из пачечного железа или проволоки, закладываемые в швы кладки (фиг. 82). При применении на облицовку фибролитовых, камышитовых, соломитовых и тому подобных плит установка и укрепление их производится после возведения кирпичной кладки. Облицованные поверхности как правило д. б. оштукатурены для предохранения их от преждевременного разрушения.

Пустотелые кирпичные С. Одним из наиболее распространенных приемов увеличения нетеплопроводности С. является устройство С. с пустотами в виде прослоек или каналов. Такие С. называются пустотелыми. Всем известно, что воздух есть плохой проводник тепла, а потому небольшой воздушный прослой в пустотелых С. может заменить собою некоторую толщину кирпичной кладки. Обыкновенно подобные пустоты в С. засыпаются малотеплопроводным материалом (не крупный котельный шлак, трепел, строительный мусор и т. д.) для устранения двойной (циркуляции) воздуха. Наиболее распространенным типом пустотелых кирпичных С. с засыпкой является С. по системе Герарда (фиг. 83). Герардовская С. по конструкции представляет две параллельные стенки толщиной по $\frac{1}{2}$ кирпича с пустотой (простран-

ством) между ними $\frac{1}{2}$ —1 кирпич. Пространство наполняется сыпучим сухим и малотеплопроводным материалом. В зависимости от величины нагрузок одну из стенок (внутреннюю) можно делать толщиной и в один кирпич. Особенностью этой конструкции является скрепление стенок между собою, а также кладка углов и обделка проемов. Скрепление стенок является необходимостью как для увеличения прочности и устойчивости С., так и для погашения распорных усилий, возникающих в С. от засыпок. Скрепление стенок между собою бывает разнообразно и м. б. достигнуто прокладыванием в швы кладки коротких железных скобок (фиг. 83), продольных связанных между собой в поперечном направлении проволок (фиг. 84), террофазеритовых или этернитовых тонких досок (фиг. 85) или пластинок (фиг. 86) или посредством перевязки стенок кирпичами (фиг. 87). Укладываемые в С. железные скрепления покрывают смолой или гудроном для предохранения их от ржавления. Поколи в герардовских стенах делают тоже кирпичные и в верхней части выводят сплошные, чтобы иметь возможность уложить изоляционный слой примерно на уровне пола. Кладка герардовских стенок толщиной каждая в $\frac{1}{2}$ кирпича должна вестись весьма тщательно и под лопатку. Выложенные стены впоследствии должны быть оштукатурены во избежание продувания их. Влияние продувания особенно сильно чувствуется в зданиях, стены которых остаются нештукатуренными и имеют сквозные свищи или трещины, образовавшиеся от неравномерной осадки С., а часто и от нештатного выполнения кирпичной кладки. На фиг. 88 представлена кладка сопряжения С. под углом 90°; здесь внутренняя С. показана также с засыпкой, к-рая часто может служить не в качестве утеплителя, а в качестве звукоизолятора. На фиг. 89 представлено сопряжение наружной С. с внутренней сплошной. На фиг. 90 представлена С. толщиной в 42 см, в к-рой железные скобки располагаются на обычных расстояниях, а тепловые мосты примерно через 3 м. Т. к. углы в зданиях в теплотехнич. отношении довольно теплопроводны, то на кладку углов необходимо обратить серьезное внимание. Кладку углов лучше делать, как показано на фиг. 91, где скошенный внутренний угол, не говоря уже об увеличении устойчивости угла, способствует лучшему омыванию углового места комнатным воздухом. Если внутренний угол оставить не скошенным, а прямым, то создается мертвая зона, не омываемая воздухом. При устройстве центрального отопления стараются в таких углах поставить стояки циркуляционных горячих труб.

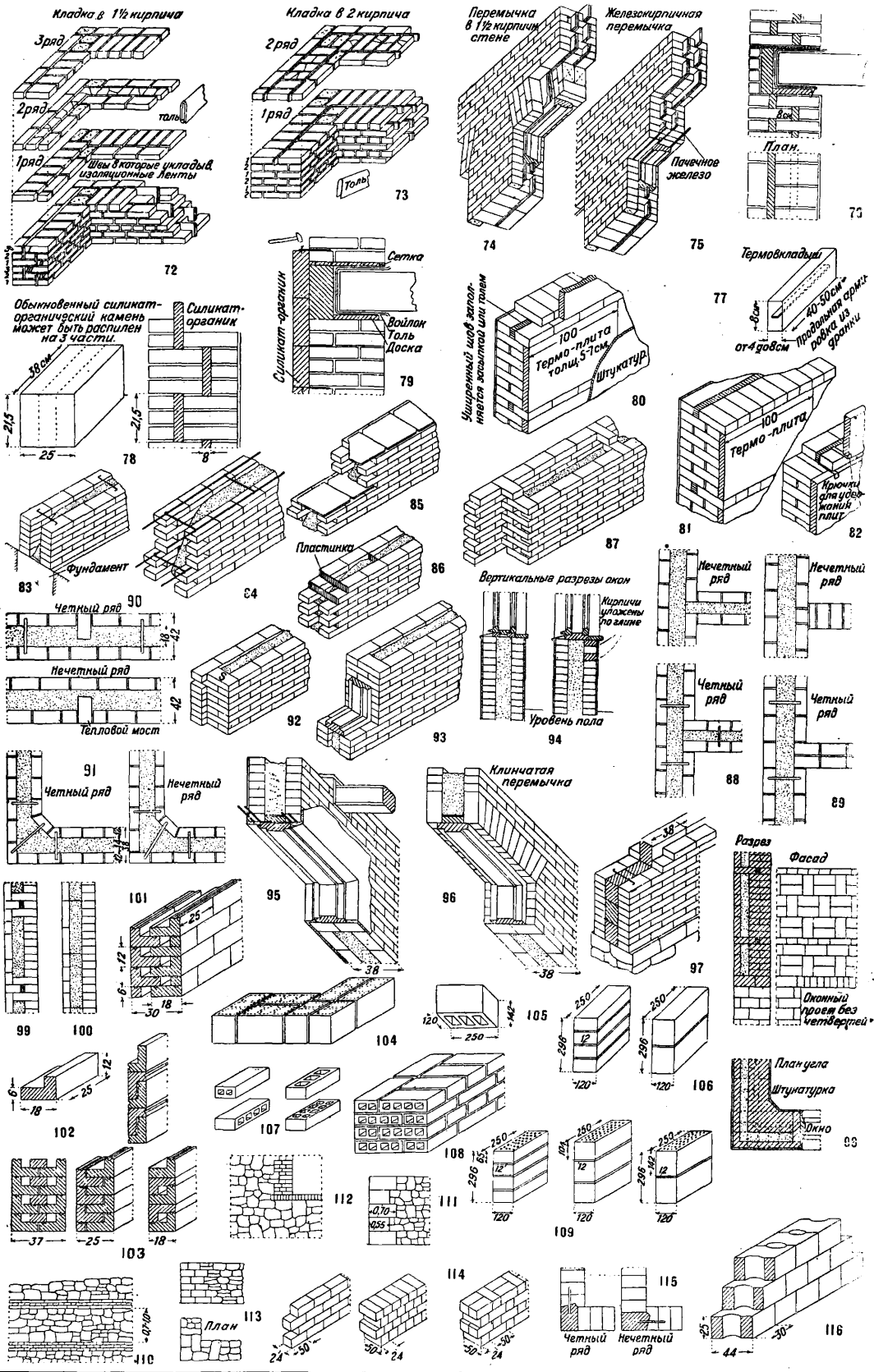
Выкладка проемов может быть произведена с четвертями или без четвертей. На фиг. 92 представлена выкладка окна с одной четвертью для укрепления прислонной рамы на два переплета (летний и зимний). Кирпичи S, ограничивающие проем, хотя и являются местом, более теплопроводным (тепловой мост), чем сама С. с засыпкой, но их приходится делать для удержания засыпки от высыпания. Выкладку оконного проема без четвертей (фиг. 93) стали применять только в последнее время. Оконная нетолстая рама (коробка) в таких проемах вставляется прямо в проем и закрепляется ершами. Промежуток, который погущается между рамой и кирпичной кладкой, проконопачивается паклей, а потом на косяки наносятся

штукатурные откосы. Назначение штукатурных откосов—предупредить продувание окна в этих местах. В герардовских С. подоконная часть рамы часто устраивается с прорезью, чтобы через последнюю можно было пополнять оседающую с течением времени засыпку (фиг. 94). Такая прорезь закрывается съемной планкой или бруском. Подобное устройство однако имеет тот недостаток, что конденсационная вода с окон через щели может проникать в засыпку. Целесообразнее устраивать сплошной подоконник и предусмотреть легкую разборку под ним нескольких кирпичей на случай пополнения осевшей засыпки; эти несколько кирпичей следует класть на глине. Перемычки над оконными и дверными проемами делаются также с промежутками, как и сама стена, и выкладываются горизонтальными рядами с укладкой пачечного железа (фиг. 95). Кличатые перемычки применяются реже (фиг. 96). При больших оконных пролетах иногда применяются и железобетонные архитравы-перемычки, которые должны делаться из теплого бетона для уменьшения их теплопроводности. При устройстве парных рядовых или кличатых кирпичных перемычек необходимо между ними проложить доску с изоляционной бумагой или толем для удержания засыпки (фиг. 95 и 96). Если на первых перемычках приходится располагать половые или потолочные балки, то число рядов в перемычке д. б. не менее 6 и кроме этого раствор, на к-ром выкладываются перемычки, д. б. не слабее 1:1:8.

Материалы для засыпки пустот могут быть неорганич. и органич. происхождения. Вторые лучше как более долговечные и незагнивающие. К засыпочным материалам предъявляются следующие требования: они должны иметь большую пористость (а от этого и легкий вес), быть негигроскопичными и долговечными. Наиболее распространенными неорганическими засыпками являются: а) трепел (смесь средних и мелких частиц), б) асбестовая мелочь (отбросы), в) угольная мелочь и зола. К органическим относятся: торф-сфагнум и сравнительно редко хвоя, мякина, ржаная солома и опилки. Хорошей засыпкой следует считать также смесь трепела с торфом-сфагнумом в пропорции 1 : 2 по объему (на 1 м² С. при толщине засыпки 12—14 см идет сфагнума примерно 12—14 кг и трепела 20—22 кг).

Рассмотренная С. сист. Герарда неудобна тем, что засыпка в пустотах с течением времени оседает, что влечет за собой увеличение теплопроводности С. Этот недостаток м. б. предупреждаем путем добавочной подсыпки в С. сверху с чердака, а под окнами через прорезь в подоконнике (фиг. 94) или же через разобранную кладку в несколько кирпичей в подоконной части, к-рая затем закладывается опять кирпичами. На фиг. 97 представлена реконструированная С. сист. Герарда, отличающаяся от предыдущей тем, что в пустоту вместо засыпки уложены силикат-органич. камни. Такие камни обладают малой теплопроводностью и сравнительно легким весом; объемный вес 800—900 кг/м³, допускаемое напряжение 4—6 кг/см². Силикат-органич. камни м. б. сформованы любой величины. В данном случае на заполнение применены камни размером: высота 21,5 см (равняется 3 рядам кирпича), ширина 12,5 см и длина 38 см. Заполнение пустот подобными камнями придает С. большую прочность и не требует в дальнейшем подсыпок.

СТЕНЫ



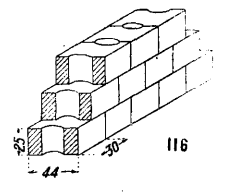
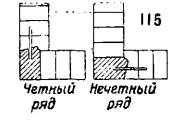
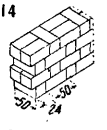
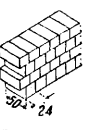
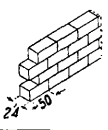
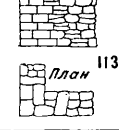
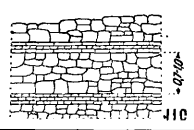
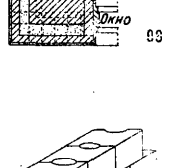
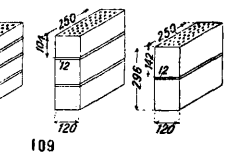
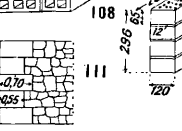
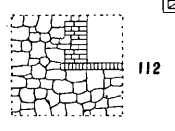
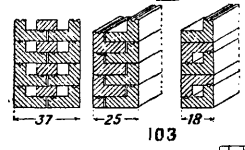
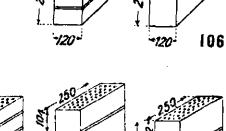
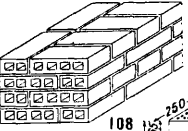
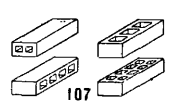
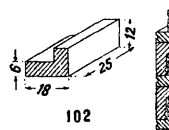
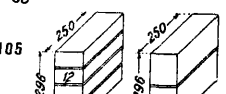
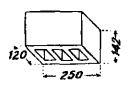
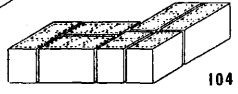
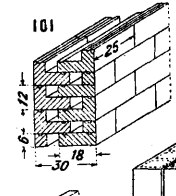
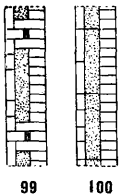
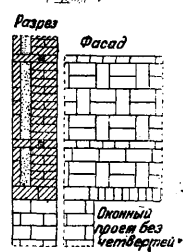
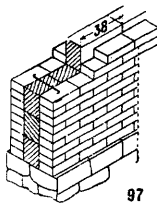
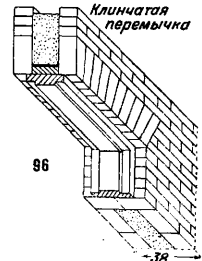
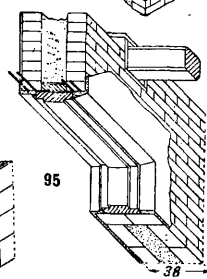
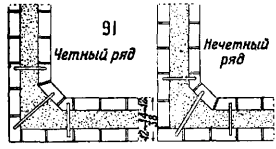
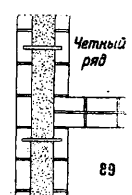
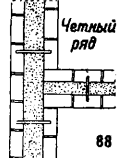
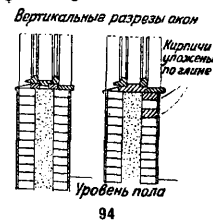
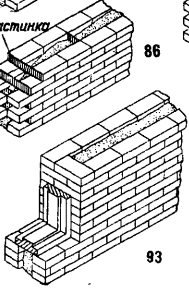
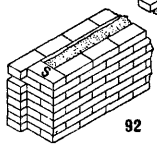
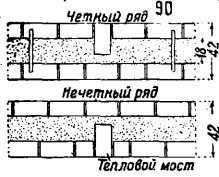
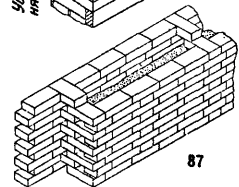
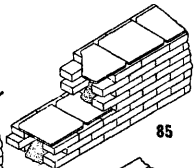
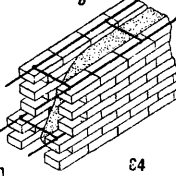
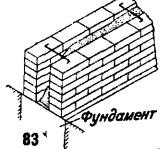
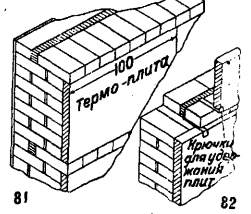
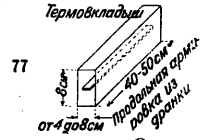
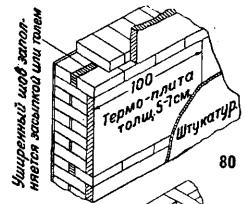
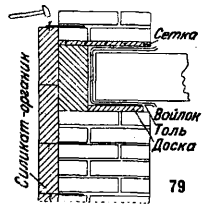
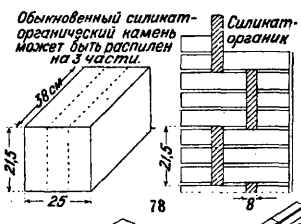
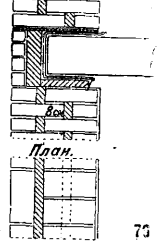
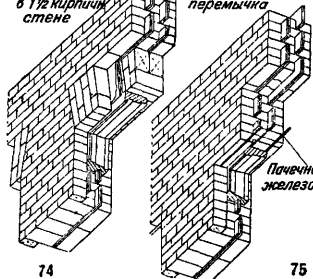
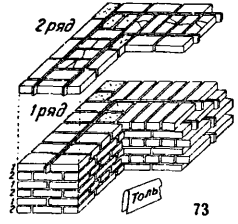
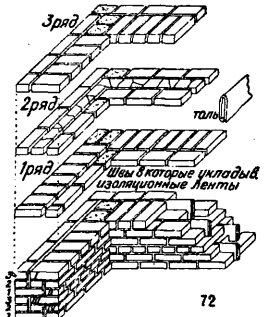
Кладка в 1 1/2 кирпича

Кладка в 2 кирпича

Перемычка в 1 1/2 кирпича стене

Железобетонная перемычка

План



За последнее время нек-рыми стройорганизациями разработаны новые конструкции тонких кирпичных С. с засышками пустот по типу Герарда. В этих конструкциях засышки расположены не по середине стены, а ближе к ее наружной поверхности и удерживаются тонкой стенкой, сложенной из кирпичей на ребро. Представленная на фиг. 98 конструкция состоит из двух параллельных С. толщиной в 1 и $\frac{1}{4}$ кирпича с засышкой пустоты малотеплопроводными материалами. Соединение параллельных стенок между собою достигается при помощи тычковых рядов, располагаемых через каждые 10 рядов кладки. Кладка обеих стенок выводится одновременно (на смешанном растворе 1 : 1 : 9) и по мере их возведения производится и засышка пустот. Для предохранения тонкой наружной стены от возможных повреждений при засыпках кладку можно возводить в легкой подвижной опалубке. На фиг. 99 представлена конструкция тонкой С., состоящая тоже из двух стенок, но толщиной в $\frac{1}{2}$ и $\frac{1}{4}$ кирпича. Связью между двумя стенками здесь служат также тычковые ряды кирпичей, к-рые укладывают через 8 рядов кладки. Подобные связи—скрепления из тычковых рядов кирпичей—м. б. заменены прокладкой террофазеритовых (из брака кровельного террофазерита) досок или пластин (фиг. 100). Последние две облегченные конструкции пустотелых С. не м. б. конструкциями несущими, а потому применять их можно на заполнение разного рода каркасов-остовов.

С. из специальных кирпичей. С. из угловых кирпичей. На фиг. 101 представлена С. из кирпичей «фейфель» (архитектор Фейфель, Германия). Размеры такого кирпича: меньшая сторона угольника 12 см, большая сторона 18 см, толщина 6 см и длина 25 см (фиг. 102). Подобная форма кирпича дает возможность комбинировать кладку С. различной толщины как с пустотами, так и без них (фиг. 103). К преимуществу такой формы кирпича надо также отнести отсутствие сквозных вертикальных швов в кладке. С. из фейфельских кирпичей толщиной 30 см в теплотехнич. отношении эквивалентна $1\frac{1}{2}$ -кирпичной обыкновенной стене. Кирпич Фейфеля в небольшом количестве (как опыт) был изготовлен и у нас на Волыни. Сложенные из него С. оказались вполне удовлетворительными. С. из ячеистого кирпича. На фиг. 104 представлена С. из ячеистого кирпича, применяемая в Германии. Размеры таких пустотелых ячеистых кирпичей, т. е. с сквозными пустотами, следующие: длина 250 мм, ширина 120 мм и высота 142 мм (фиг. 105). Укладку кирпичей производят открытой пустотой вниз, чем достигается полное замыкание пустот. Образование воздушных камер (ячеек) препятствует движению воздуха, что имеет, как выше было отмечено, большое значение для создания хорошей тепло- и звукоизоляции. Другое технич. преимущество таких кирпичей представляет большая толщина (142 мм) по сравнению с обычной в 65 мм, что дает экономии в растворе благодаря уменьшению числа швов, как это видно на фиг. 106. С. из пустотелого кирпича. Пустотелый кирпич (фиг. 107) имеет пустоты в виде призматических каналов, сквозных или закрытых с одного конца. На фиг. 108 представлена кладка из пустотелого кирпича. Средний вес пустотелого кирпича 2,6—2,8 кг. Для кладки ложками

употребляют кирпичи с продольными каналами, для тычковой кладки—кирпичи с поперечными каналами. Способ кладки стены из таких кирпичей ничем не отличается от обыкновенной кладки. С. из легкого кирпича. Легкими кирпичами называются такие кирпичи, к-рые вырабатываются из более легкой массы. К этой категории относится в первую очередь пористый кирпич. Пористый обожженный кирпич готовится из глины, смешанной с опилками, торфом и т. д., причем при обжиге эти примеси выгорают, оставляя пористость в кирпиче. Размеры кирпича стандартные (250×120×65 мм). Коэф. теплопроводности зависит от количества примесей. Для изготовления кирпичей берется: для С. толщиной в 2 кирпича—25% опилок, для С. в $1\frac{1}{2}$ кирпича—35% опилок. От большого количества примесей прочность кирпича уменьшается. Пористый кирпич скорее разрушается от t° -ных изменений, а потому выложенные С. должны оштукатуриваться. За последнее время у нас стали готовить легкие кирпичи из трепела, а также из смеси глины и трепела; от этого кирпичи и получили названия: чисто-трепельный, глино-трепельный и глино-трепельнопористый. Размеры этих кирпичей тоже стандартные. Стены из многодырчатого кирпича (фиг. 109). Многодырчатый кирпич стали применять в последнее время в Германии; размеры такого кирпича 250×120×65; 250×120×104; 250×120×142 мм. Изготовление его весьма несложное и производится при помощи педального пресса или специального мундштука, через к-рый проходит глина на ленточных прессах. Преимущества многодырчатого кирпича следующие: легкий вес, быстрое просыхание С. после выкладки, гвоздимость С., малая теплопроводность, экономия на растворе при применении высоких кирпичей (толщиной 142 мм) и повышение производительности работы каменщика.

С. из естественных камней. Булыжная кладка С. Такая кладка употребляется только для небольших нежилых строений (сарай, службы и разные с.-х. постройки). Булыжник как строительный материал очень неровен и уложенный в С. не дает правильных горизонтальных плоскостей, или постелей, а потому для придания С. достаточной прочности и устойчивости рекомендуется через каждые 0,70—1,00 м по высоте С. производить выравнивание кладки путем прокладывания трех-четырёх рядов кирпича (фиг. 110) на смешанном растворе. При наличии очень больших булыжных камней последние раскалывают или взрывают на более мелкие части, для того чтобы иметь больше постелистых поверхностей. Булыжная кладка ведется с надлежащей расщебенкой (кирпичной или из естественного камня) на известковом или смешанном растворах. Углы С., а также откосы окон и дверей обделываются или тесаным камнем или за неимением такового кирпичом (фиг. 111 и 112). Для придания внутренним поверхностям стен большей гладкости их нередко облицовывают кирпичом. Облицовка делается в полкирпича или в 1 кирпич, вплотную или с вертикальным воздушным (изоляционным) прослойком.

Бутовая кладка С. Материалом бутовой кладки является известковый плитник толщиной 10—18 см, к-рый благодаря своей постелистости может укладываться в С. с со-

блюдением правил перевязки швов. Из бутовой кладки возводятся б. ч. свободно стоящие С. (заборы, ограды), а также и нежилые строения. Кладка из бутового камня ведется обыкновенно на известково-цементном растворе с надлежащей расщепенкой (фиг. 113). Углы бутовых С. и откосы окон и дверей в них иногда устраивают из тесового камня или из кирпича. Бутовые С. непригодны для жилых строений, также как и булыжные, в виду большой теплопроводности. В сильно нагруженных С. бутовая кладка через каждые 1,00—2,00 м по высоте С. должна иметь прокладные слои или из 3—5 рядов кирпича, сложенных на цементном растворе, или из тесаных плит более крепких пород камня (песчаники, гранит и т. д.). Такие прокладные слои равномернее распределяют давление от верхележащих нагрузок. При определении размеров С. из бутовой кладки в отношении прочности необходимо руководствоваться: 1) весом 1 куб. единицы кладки (2300—2500 кг) и 2) допускаемым сопротивлением бутовой кладки на сжатие, к-рое равно 8—15 кг/см². Что касается устойчивости таких С., то проверка их в этом отношении производится графич. или аналитич. методом. При желании сделать бутовую стену менее промерзаемой прибегают к облицовке ее менее теплопроводными материалами.

С. из тесовых пористых камней. К пористым камням относятся ракушечный известняк и арктический туф. С. из ракушечника применяются в местностях, богатых залежами этого материала (побережье Черного моря—Евпатория, Севастополь, Феодосия, Керчь и т. д.). Ракушечник представляет собою известняк пористого сложения и применяется на С. в виде заранее заготовленных камней-штук, размеры которых бывают различны; примерным ходовым размером считается 40×24×20 и 50×24×20 см. Толщина С. в климатич. условиях среднего пояса СССР 40—50 см. Кладка стен из тесового камня производится с неперемennым соблюдением правил перевязки швов и на растворе. Раствор служит здесь не для связывания отдельных камней, а лишь для выравнивания неровностей постелей и для заполнения швов, толщина которых делается не более 3—4 мм. На фиг. 114 представлены кладки С. из тесового камня. Для перевязки С. в углах вытесываются специальные угловые камни больших размеров, к-рые укладываются попеременно то в направлении одной стороны С. то в направлении другой (фиг. 115). Технич. свойства ракушечника как строительного материала следующие: 1) объемный вес 1 м³ кладки 1100—1450 кг, 2) пористость 30—38%, 3) коэффициент теплопроводности 0,25—0,35, 4) временное сопротивление 5—25 кг/см² (керченского—до 50 кг/см²), 5) достаточная морозоустойчивость. К недостаткам следует отнести значительную воздухопроницаемость (продуваемость). Применяемый на С. ракушечник для зданий, возводимых в среднем поясе СССР, должен предварительно подвергаться испытаниям на механическую прочность (сжатие), устойчивость против атмосферных влияний, воздухопроницаемость, теплопроводность и теплоемкость. Ракушечник имеет большое значение как строительный материал для южной части СССР; для других районов его применение определяется транспортными возможно-

стями. Арктический туф (легкая туфовая лава) является лучшим строительным материалом, чем ракушечник, благодаря большой пористости (до 60%); поры у туфа замкнутые, а потому он менее воздухопроницаем (не продуваем). Месторождение туфа—Ленинкан. Применяется туф на С. также в виде заранее приготовленных камней-штук. Толщина С. в климатич. условиях среднего пояса СССР достаточна примерно в 40 см; опутукатуривание стен необходимо. Технические свойства арктиского туфа как строительного материала следующие: 1) объемный вес 1 м³ 1000—1200 кг, 2) пористость туфа ок. 60%, 3) коэф. теплопроводности 0,26—0,40, 4) временное сопротивление 60—120 кг/см², 5) достаточная морозостойкость и огнестойкость, 6) ничтожная гигроскопичность (0,27—0,34%), 7) легко пилится обыкновенной пилой, 8) легко тешется, 9) хорошая гвоздимость, 10) хорошо затирается тонким слоем раствора, 11) хорошо шпаклюется и красится. Район применения туфа как строительного материала определяется также транспортными возможностями. На фиг. 116 представлена кладка С. из арктического туфа, примененная на одной постройке в Москве. На этой постройке камни на стены были взяты размерами 44×25×30 см и укладывались только тычками на теплому растворе 1:1:7. В камнях перед укладкой их в дело протесывались в двух боковых гранях (плоскостях) неглубокие желобки. При соединении камней с подобными желобками образовывались вертикальные воронки, в которые наливался жидкий теплый раствор; подобным мероприятием устранялись вертикальные сквозные швы в кладке. Оконные и дверные проемы выкладывались без четвертей, т. е. гладко без выступов. В СССР помимо ракушечника и арктиского туфа имеются и другие пористые естественные камни с легкими объемными весами, например известковый туф в Татарстане; эти камни м. б. также использованы для кладки С. жилых зданий.

Бетонные С. Бетонные С. подразделяются на набивные (трамбованные) и литые. Такие С. не имеют швов, а представляют собою монолит, а потому называются бетонными монолитными.

С. из трамбованного бетона. Такие С. применяют для холодных (неотапливаемых) строений и устраивают из бетонной массы путем набивки ее в специальные опитовки или формы, имеющие очертание стены со всеми выступами, впадинами и отверстиями. Опитовки б. ч. устраивают деревянные; за границей в большом распространении железные. Для набивки бетонных С. опитовки представляют собою щиты из досок и стоек, устанавливаемые вертикально (фиг. 117). Два таких щита ставят на обрешку фундамента на расстоянии проектной толщины С., образуя пространство, к-рое и заполняется бетоном. Бетон наносят в опитовки слоями 12—16 см и утрамбовывают. На уложенный слой наносят последующие слои и также подвергают трамбованию. Трамбование производится посредством металлич. и деревянных трамбовок; у последних концы (места ударов) обивают железом. Окна и двери образуются путем установки в опитовках закладных рам. Толщину бетонных стен в неотапливаемых (холодных) зданиях определяют статич. расчетом, не принимая во внимание теплопроводности бетона.

Вес 1 м³ холодного бетона 2 000—2 200 кг, что зависит от рода щебня (кирпичный, шлаковый или из естественного камня).

С. из теплого (легкого) бетона. Теплым бетоном называется бетон с легкими инертными материалами (шлак, трепел, пемза и т. п.). С. из теплого бетона являются также монолитными и отличаются от предыдущих (холодных) тем, что их не набивают (во избежание раздробления легких инертных материалов), а наливают. Теплые бетоны применяют для С. жилых строений и делают толщиной 40—45 см в местностях с наименьшей t° до -30° ; в местностях более теплых толщина С. уменьшается до 25 см. Необходим теплотехнич. расчет С. Состав теплого бетона в среднем 1:12 и бывает примерно следующий по объему: 1 ч. цемента + 3 ч. песка средней крупности + 3 ч. котельного шлака + 3 ч. гранулированного шлака + 3 ч. пемзового щебня. М. б. и иная пропорция состава: 1 ч. цемента + 1,5 ч. котельного шлака + 4,5 ч. гранулированного шлака + 3 ч. кирпичного щебня + 3 ч. пемзового щебня. Окна и двери в теплобетонных С. большей частью делают закладными и устраивают сл. обр.: по установке одной наружной оштотки на нее сначала навешивают рамы, а затем устанавливают вторую оштотку. Бетон, заливаемый в оштотки, заполняет все пустоты в последних. Когда бетон достаточно отвердеет, то оштотки а снимают (разбирают) (фиг. 118), а оконные и дверные рамы окажутся втопленными в бетонную массу.

С. из массивных (сплошных) теплобетонных камней. Теплобетонными камнями называются искусственные камни, изготовленные из вяжущих веществ, смешанных с легкими неорганическими или органическими веществами без обжига. В настоящее время материалами для изготовления теплобетонных камней являются: известково-трепельный раствор и неорганич. вещества (шлаки, диатомы, пемза, мелочь туфа и ракушечника, кирпичный щебень и т. д.). Неорганич. вещества м. б. заменены органическими (торф-сфагнум, стружки, опилки, солома, резка камыша и т. п.). Приготовленная смесь формируется в камни и затем пропаривается под нормальным, а иногда под повышенным давлением. Пропаривание ускоряет процесс твердения сформованного камня. Стандартные размеры камней и вес С. в рабочем состоянии через 1—2 года после постройки в кг/м³ в зависимости от марки и климатич. пояса применения камня приведены в табл. 4. С. из сплош-

Табл. 4.—Размеры камней (в см).

| Марка камней | Вес С., в кг/м ³ | Ширина (толщ. С.) | Длина | Толщина |
|--------------|-----------------------------|-------------------|-------|---------|
| А . . . | 950—2 000 | 38 | 38 | 21,5 |
| | | 38 | 18,5 | 21,5 |
| | | 38 | 12 | 21,5 |
| Б . . . | 500—1 300 | 25 | 116 | 21,5 |
| | | 25 | 57,5 | 21,5 |
| | | 25 | 57,5 | 44 |
| В . . . | 450—1 000 | 18,5 | 57,5 | 44 |
| | | 18,5 | 116 | 44 |

ных теплобетонных камней основываются на непрерывных фундаментах или на столбах. Цо-

коль устраивают из кирпича или естественного камня (фиг. 119). Кладка стен из таких камней ведется на теплых растворах с соблюдением правил перевязки швов. Нагрузка теплобетонных С. от перекрытий допускается только при их толщине не менее 38 см. В С. толщиной 25 см нагрузка от перекрытий должна передаваться внутренним контрфорсам или каркасу. Возводимые С. снабжаются через этаж надоконными тонкими железобетонными поясами по всему периметру наружных С. В местах примыкания внутренних С. арматура железобетонного пояса должна заходить в швы внутренних С. на глубину 1 м. В тонких С. (25 и 18,5 см), а особенно в простенках, помимо горизонтальных железобетонных поясов применяются еще вертикальные укрепительные арматуры, располагаемые снаружи с обеих сторон С. Сложенные теплобетонные С. надлежит оштукатуривать с обеих сторон.

С. из пустотелых бетонных камней (бетонитовые камни). Основным материалом для изготовления пустотелых бетонных камней, или *бетонитов* (см.), в настоящее время является шлаковый бетон на известково-трепельном растворе. Примерный состав бетона по объему: 1 ч. известия пушонки + 15 ч. молотого трепела + $4\frac{1}{2}$ —6 ч. шлака. Временное сопротивление камня, пропаренного в течение 1 суток, 20—40 кг/см². Камни изготавливают в формах и также пропаривают. Типы пустотелых бетонных камней довольно многообразны и представлены на фиг. 120. Кладка С. из пустотелых камней производится на смешанном (цементно-известковом) растворе 1:1:9. На фиг. 121 представлен разрез С. из камней типа «крестьянин», а на фиг. 122 из камней типа «ауфбау». Для предупреждения появления в стенах усачочных трещин надлежит укладывать в С. (в пределах от верха окон до подоконника окна следующего этажа) редкую железную арматуру—через один ряд камня по две проволоки (фиг. 121). Перемычки над окнами небольших пролетов (1,0—1,5 м) можно делать рядовые (не менее как в два ряда), конечно с прокладкой под нижний ряд легкой арматуры на цементном растворе. При больших пролетах над окнами укладывают специальные перемычные железобетонные балочки (фиг. 123). При редко расположенных поперечных стенах и небольших оконных проемах в наружных С. устраивают тонкие железобетонные пояса по всему периметру для общей связи наружных С. (фиг. 124). При больших оконных проемах и малых простенках железобетонный пояс располагается по всему периметру С. над окнами (заменяет собою перемычки). С. должны утепляться снаружи или изнутри фибролитом, соломитом и другими малотеплопроводными материалами. В С. из пустотелых, а также и из сплошных теплобетонных камней необходимо предусмотреть устройство темп-рных швов. При применении в С. железобетонных поясов температурные швы следует располагать на расстоянии 20—25 м.

Железобетонные каркасно-скелетные С. Каркасные здания состоят из ряда железобетонных стоек—столбов, располагаемых обыкновенно на расстоянии 4—6 м друг от друга и связанных между собою железобетонными ригелями как в продольном, так и поперечном направлениях. Образующиеся большие расстояния между ригелями

разбиваются второстепенными железобетонными балками на ряд небольших пролетов, промежутки к-рых заполняются железобетонными плитами. Т. о. каркасное здание представляет собою рамную конструкцию. Устроенный железобетонный каркас снаружи обкладывают кладкой из теплотонных или пустотелых камней, к-рая является, с одной стороны, для железобетонного каркаса утеплением, а, с другой, — заполнением промежутков между стойками и ригелями (фиг. 125). Для утепления и заполнения м. б. применены и другие малотеплопроводные материалы (фибrolит, теплые кирпичные кладки и т. п.).

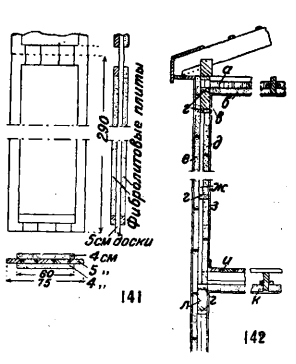
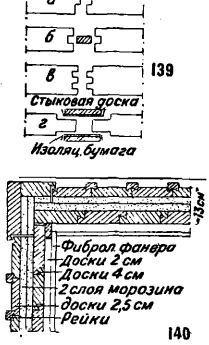
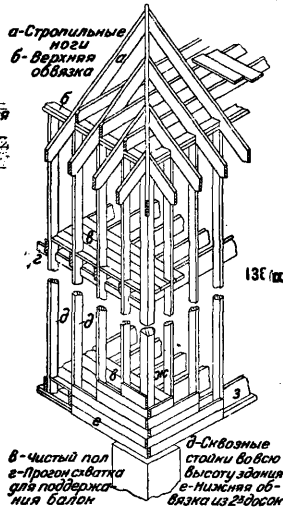
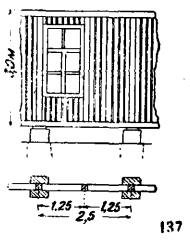
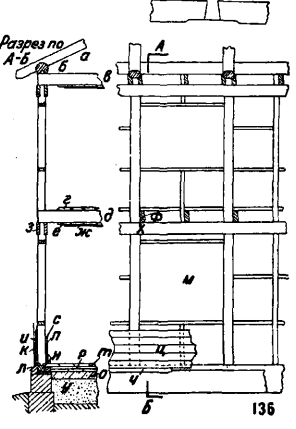
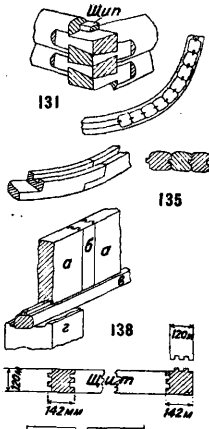
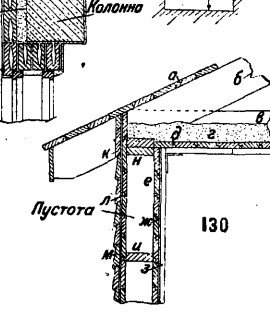
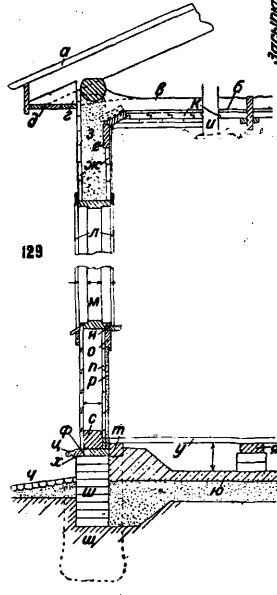
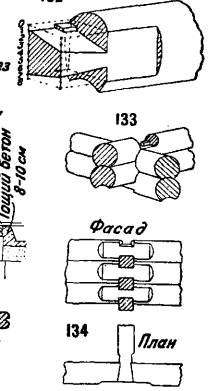
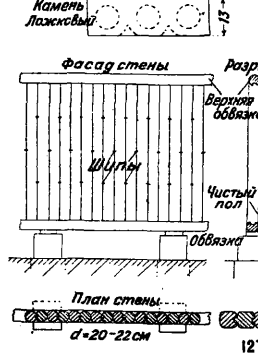
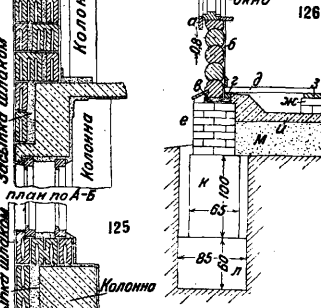
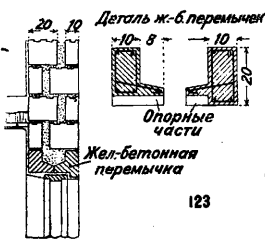
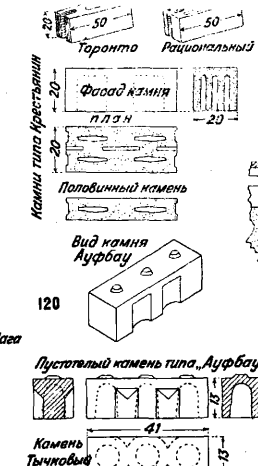
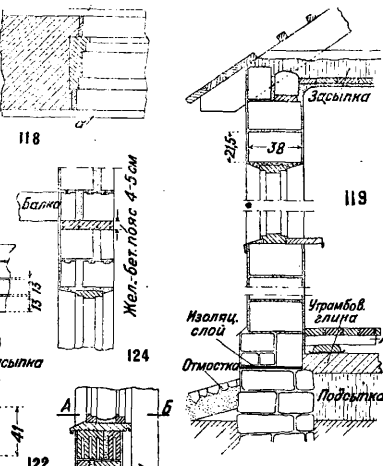
Деревянные С. Эволюция развития конструкций деревянных С. примерно следующая: 1) С. из горизонтально уложенных бревен надлежащей толщины, так называемая рубленая С. (фиг. 126, где *a*—оконный наличник, *b*—штукатурка толщиной 2 см, *в*—просмоленная доска толщиной 5 см, *г*—тепловой брус, *д*—чистый пол толщиной 4 см, *е*—цокольный столб, *жс*—кирпичный столбик, *з*—лага из пластины, *и*—известковый бетон состава 1:3:8, *к*—бутовый фундамент, *л*—песок, *м*—подсыпка из песка, строительного мусора или трамбованного грунта); 2) стена из вертикально поставленных бревен (фиг. 127); 3) стойчатая С. из двойного ряда пластин в перевязку (фиг. 128); 4) стоечно-каркасная С. обшивная с засыпкой пустот и без засыпки (фиг. 129, где *a*—опалубка под кровлю, *б*—толь или промазка глиной, *в*—теплоизоляция, *г*—кобылка, *д*—подшивка, *е*—опорная доска 50 × 200 мм, *жс*—обшивка, *з*—засыпка, *и*—брусok 30 × 40 мм, *к*—потолок, *л*—наличники, *м*—оконная коробка 224 × 47 мм, *н*—подоконник, *о*—съемная доска, *п*—обшивка, *р*—штукатурка, *с*—обвязка, *т*—тепловой брус 8 × 10 см, *у*—чистый пол, *ф*—просмоленная доска, *х*—изоляция, *ц*—отлив, *ч*—отмостка, *ш*—кирпичная заборка, *щ*—бутовый столб, *ю*—подсыпка, *я*—лага из пластины); [фиг. 130, где *a*—опалубка под кровлю, *б*—стропильная нога, *в*—балка, *г*—засыпка, *д*—подшивка, *е*—обшивка, *жс*—изоляция (толь), *з*—обшивка из фибролитовых досок, *и*—распорка (ригель), *к*—обшивка, *л*—толь, *м*—чистая обшивка, *н*—верхняя обвязка]; 5) шитовая.

Деревянные С. зданий любой из вышеперечисленных конструкций обыкновенно основываются на столбах. Непрерывные фундаменты под деревянные стены воспрещаются (излишняя прочность и дороговизна). Фундаментные столбы для жилых зданий делают каменными, бетонными, железобетонными. Для временных жилых зданий, а также и прочих зданий простейшей конструкции столбы м. б. и деревянные (иначе их называют стульями). Каменные столбы располагают под всеми углами строения, в местах пересечения С., а также и в промежутках на взаимном расстоянии 2,5—3,0 м. Глубина заложения—согласно местным условиям и не выше уровня промерзания грунта. Между столбами выводится каменная заборка (обыкновенно из кирпича) с неглубоким фундаментом и с песчаной подсыпкой при грунтах глинистых, пучинистых. При грунтах же, не подвергающихся пучению, неглубокий фундамент под заборку может выводиться без песчаной подсыпки. Толщина заборок делается в $1\frac{1}{2}$ —1 кирпич и изнутри строения утепляется подсыпкой шлака, а иногда и прокладкой толя в 3 слоя. Деревянные С. должны быть изолированы от каменных столбов путем прокладки

2—3 слоев толя или просмоленными подкладками из обрезков доски. Деревянные столбы (столбы) устраиваются под С. легких и временных строений и состоят из коротких концов бревен, поставленных стоймя, комлевым концом вниз. При слабых грунтах и значительной нагрузке от строения, когда поперечное сечение стула недостаточно для передачи давления на грунт, под стул подкладывается лежень, крестовина или же камень плитняк. В строениях, к-рым необходимо придать большую устойчивость, нередко угловые стулья ставятся с подкосами. В простейших легких строениях под С. часто ставят только большие камни, по к-рым непосредственно и располагается нижняя обвязка стоечно-каркасной С. Для предупреждения преждевременного загнивания в земле стульев производится их осмолка или обжиг или пропитывание антисептиками.

Бревенчатые С. Материалом для таких С. служит сосна (реже ель и дуб) толщиной 20—28 см. В С. из горизонтальных бревен каждый ряд, замыкающий весь периметр здания, называется венцом; несколько венцов, расположенных один над другим, составляет сруб. Первый (нижний) венец, уложенный на столбы, называется окладным и делается из бревен более хорошего качества. Бревна, образующие вертикальную С., спланиваются между собою по высоте в паз и на вставные шипы. В пазы между бревнами прокладываются пакля, которая по окончании постройки здания проконопачивается. С внутренней стороны бревна обтесываются, если предполагается оштукатуривание их. Шипы ставятся через каждые 2 м в шахматном порядке; размер шипов 3 × 8 × 12 см. Могут применяться шипы и круглой формы диам. 4 см. Необходимо глубину гнезда для шипа в верхнем бревне делать с запасом в 2—3 см на неизбежную осадку С. от усушки.

При большом протяжении С. бревна соединяются между собою по длине стыком в шпунт с гребнем, что гарантирует бревна от бокового сдвига, а С. от сквозного продувания. Указанные стыки должны располагаться в венцах не один над другим, а в перевязку. Бревна нижнего (окладного) венца соединяются по длине простым или косым замком для восприятия возможных растягивающих усилий, проявляющихся в нижнем венце. Для образования углов стены бревна сопрягаются в т. н. лапу с шипом (фиг. 131). Примерный способ расчерчивания лапы показан на фиг. 132. Сопряжение бревен с остатком, иначе называемое в чашку (фиг. 133), в настоящее время не применяется в виду излишней затраты материала на выступающие углы. Устройство внутренних стен из бревен ничем не отличается от наружных. Соединение бревен внутренних С. с наружными С. производится при помощи прямой лапы с шипом или без шипа (фиг. 134). Если внутренние С. подлежат оштукатуриванию, то обтеска бревен производится с двух сторон. В деревянных бревенчатых стенах полые и чердачные балки врубаются в стены одновременно с возведением последних. Для будущих окон и дверей в С. оставляют проемы (отверстия). На простенки между проемами можно использовать обрезки бревен, причем каждый такой обрезок в простенках укрепляется не менее как на двух шипах. В нек-рых



случаях может оказаться целесообразным применение вместо С. обычной бревенчатой С. из сборных окантованных брусьев. Подобные сборные С. из брусьев применяют в небольших разборных и переносных строениях. С. из вертикальных бревен устраивают б. ч. в строениях, С. которых в плане имеют криволинейное очертание (фиг. 135). Вертикальные бревна (могут быть применены и брусья) своими нижними концами с нарубленными гребнями устанавливаются на обвязки с соответствующими гребню пазами, а сверху заканчиваются подобными же гребнями и обвязкой. Обвязки для подобных криволинейных стен делают из отдельных, выполненных по шаблону кусков дерева. Бревна между собою сплачиваются плотной притеской с постановкой шпиров через 1,0—1,5 м по высоте бревна и в шахматном порядке. Недостаток такого сплачивания — сквозные щели при усушке бревен. Лучшим сплачиванием является сплачивание в шпунт. К преимуществам стойчатой конструкции следует отнести отсутствие осадки С. (дерево вдоль волокон усыхает весьма незначительно). В бревенчатых С., имеющих большое протяжение в длинных зданиях (склады, амбары, сараи и т. п.), где по назначению самого здания внутренняя стена располагается на больших расстояниях, часто наблюдается выпучивание С., и от этого они становятся неустойчивыми. Мерами против подобного выпучивания служат парные сжимы, которые располагают на расстоянии 5—6 м. Если стены подвергаются еще и распуру от сыгучих тел (складские помещения), то сжимы ставят с подкосами. Наружной обшивкой бревенчатых С. преследуется цель — придать С. опрятный вид, а отчасти и утеплить ее. Обшивка бревенчатых С. делается из тонких (2,5 см) досок, к-рые располагают на С. или горизонтально или вертикально и режут под углом 45°. Любой вид обшивки приколачивается к специальным прибоинам из 5—7-см брусков, реек, а не непосредственно к С. Обшивку С. можно делать только после полной осадки строения, т. е. не ранее, чем через год после окончания его постройки. Изнутри С. большей частью оштукатуривают. Оштукатуривание С. хорошо предохраняет С. от огня, увеличивает нетеплопроводность С. и лишает возможности разводиться насекомым в виду легкости дезинфекции С. побелкою.

С. из вертикальных двойных пластин (фиг. 128). Такие С. устраняют продуваемость вследствие расположения пластин в разбивку, а также прокладку между рядами пластин изоляционной бумаги, фанеры и т. п. теплоизоляционных слоев. Применение подобной конструкции позволяет использовать бревна небольшого диаметра. Снаружи стена может быть или обшита или же оштукатурена; изнутри же стены большей частью оштукатуриваются.

Стойчно-каркасные С. обшивные, с засыпкой промежутков (фиг. 129, 136: а — стропильные ноги, б — мауэрлат, в — потолочная балка, г — чистый пол, д — половая балка, е — подшивка, ж — штукатурка, з — схватка, и — обшивка, к — чистая обшивка или штукатурка, л — отлив, м — оконный проем, н — обвязка, о — слой тощего бетона, п — обшивка, р — кирпич, с — штукатурка, т — чистый пол, у — лага, ф — половые балки, х — парные схваты, ц — обшивка, ч — отлив). Каркас, или остов,

здания состоит из нижней и верхней обвязок из окантованных бревен или брусьев, из вертикальных стоек, располагаемых примерно через 1,5—2 м (расстояние между окнами), распорок (ригелей) и угловых раскосов. Каркасов остова устанавливается по каменным столбам, а для временных строений столбами могут служить и деревянные стулья. Стойки каркаса устанавливаются или целиком на всю высоту двухэтажного дома (фиг. 136а) или поэтажно. Одновременно с устройством остова укладывают половые и потолочные балки, а также устанавливают и стропила. В каркасах со стойками во всю высоту здания для поддержания и закрепления балок на С. устраивают обычные или парные схватки из досок, по к-рым и располагают эти балки. В каркасах же с поэтажными стойками делают поэтажные обвязки, на к-рые и укладывают балки. Преимущество того или иного вида каркаса обуславливается наличием или отсутствием длинных стоек, трудностью и легкостью установок их и часто даже транспортными возможностями. По укладке балок и установке стропил каркас обшивают 2—2½-см досками. Нередко наружная обшивка делается под углом 45°, чем придается каркасу большая жесткость. Внутренняя обшивка делается горизонтальными рядами, и по мере ее приколачивания производится и засыпка С. малотеплопроводными материалами. В качестве засыпок применяют: шлак, измельченный трепел, а также и материалы органич. происхождения, как то: торф-сфагнум, опилки, копра, хвоя и т. п. Органич. засыпки необходимо антисептировать во избежание их загнивания. Каркас может быть также сделан и из одних только досок, идущих на стойки в виде часто поставленных досок, парные схватки, на к-рые укладывают половые и потолочные балки из досок, и стропила. Стойки ставят примерно на расстоянии 0,50—0,75 м; на таком же расстоянии располагают и балки перекрытий. Обшивка подобного остова делается по предыдущему, т. е. из 2—2½-см досок, а промежутки тоже засыпаются. Обшитые досками каркасы обыкновенно изнутри оштукатуриваются, а снаружи м. б. еще раз обшиты чистыми тонкими досками — «вагонкой». При желании и наружную поверхность С. можно оштукатурить, но для этого лучше штукатурку наносить на предварительно наколоченную металлич. сетку. На подобной сетке штукатурка будет прочнее держаться. Стоечно-каркасные обшивные С. делают также и без засыпок, но тогда приходится позаботиться о более плотных обшивках каркаса.

Щитовые деревянные С. Эти С. подразделяются на: 1) щитовые с промежуточными (между щитами) стойками (фиг. 137, 138) и 2) сплошные щитовые без промежуточных стоек (фиг. 139). С. из щитов с промежуточными стойками представлены на фиг. 138. В этой конструкции щиты а устанавливаются на обвязку в и соединяются между собою при помощи специальных промежуточных стоек б. Поверх установленных щитов укладывается верхняя обвязка — брусчатая или из досок. Последняя лучше, так как менее подвержена искривлению от усушки. Остов из щитов и стоек устанавливается на каменных или деревянных столбах г. Размеры щитов делаются примерно следующие: ширина 1,0—1,25—1,5 м; высота 2,75—3,0 м. Щиты могут быть изготовляемы также и на высоту двух этажей.

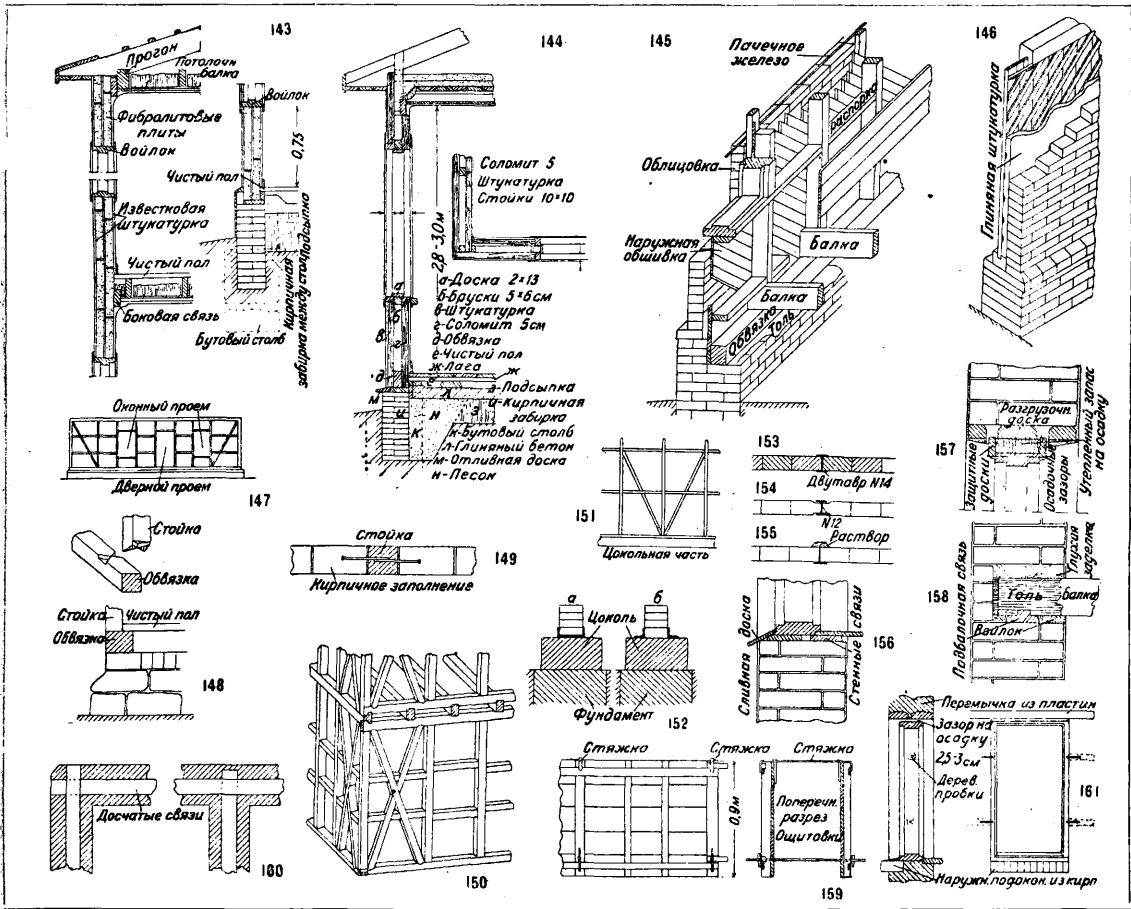
Последние однако очень трудоемки. Щиты по роду утеплителя подразделяются на 3 вида: 1) щиты, имеющие внутри утеплитель в виде засыпок или набивок (опилки с известью, трепел, торф-сфагнум, стружки, мелкий шлак и т. п.); 2) щиты (фиг. 140, 141) с твердым утеплителем (торфолеум, морозин, шевелин, фибролит и т. п.); 3) щиты с замкнутыми воздушными прослойками. Достоинство сыпучих утеплителей—невысокая стоимость. Недостаток—неизбежная осадка, следствием чего является продуваемость щитов. Мерами против осадки засыпок может служить разделение щита по высоте на несколько камер или применение на засыпки более упругих материалов (стружки, торф-сфагнум и т. п.). Твердые утеплители не вызывают подобных осадок, они более долговечны, чем предыдущие, но зато сравнительно дороги и дефицитны. Воздушные прослойки в щитах являются на первый взгляд наиболее приемлемыми. Однако этот прослойк должен быть надлежащим образом разобщен с наружным воздухом, а это достигается лишь применением изоляционной бумаги или фанеры. Подобные щиты с воздушными прослойками при перевозках и переносках приходят нередко в расстройство, и этим нарушаются их теплозащитные качества. Оконные перелеты и двери вставляются в щиты во время изготовления последних в мастерских или же на заводах. Т. о. помимо глухих (сплошных) щитов изготавливаются также и специальные оконные щиты (фиг. 137). С., сконструированные из подобных щитов, снаружи обыкновенно только окрашиваются, а иногда дополнительно обшиваются вертикальными 2—2,5-см досками. Изнутри С. оклачиваются фанерой или оклеиваются картоном и обоями. Половые и потолочные балки, а также и стропила в строениях с подобными С. обыкновенно делаются из досок, устанавливаемых на ребро. С. сплошная из щитов без промежуточных стоек изображена на фиг. 139. В этой конструкции щиты также устанавливаются на обвязку, причем они м. б. или поэтажные или цельные на высоту двух этажей. Щиты соединяются чаще посредством шведского открытого шпунта (фиг. 139, в), который довольно прост в производстве и сборке щитов. Поверх установленных щитов укладывается верхняя обвязка. На фиг. 140 представлена щитовая С. для одноэтажного дома. Щит состоит из вертикально расположенных 4-см досок (соединены они между собою косыми четвертями), двух слоев морозина, наружной вертикальной обшивки с рейками и внутренней горизонтальной гладкой обшивки. Общая толщина щита 13 см; высота 3,17 м и ширина 1,20 и 1,80 м. На фиг. 141 представлен щит высотой на 2 этажа. Этот щит состоит из 5-см досок, соединенных между собою в шпунт вставными гребнями из фанеры. С наружной и внутренней сторон щит окочлен фибролитовыми плитами за исключением узкой полосы в плоскости междуэтажного перекрытия. В этом месте с внутренней стороны пришивается подблочный брус или доска—обвязка для поддержания балок. С наружной стороны подобная узкая полоса закрывается полосой фибролита, после того как будут загнута гвозди от прибивки подблочного бруса. Из сравнения этих типов щитовых стенных конструкций видно, что установка промежуточных стоек не вызывает необходимости, т. к. сами по себе одни щиты уже придают С. достаточную жест-

кость. Применение же стоек создает один излишний стык между щитами. Нередко подобные стыки прикрывают небольшими планками (особенно когда щиты изготовлены из сырого леса), что придает, особенно с внутренней стороны, С. нежелательную ребристую поверхность.

С. из смешанных материалов. К этой группе С. относятся: а) стоечно-каркасные деревянные С. с заполнением промежутков фибролитом, соломитом, камышитом и т. п. малотеплопроводными твердыми материалами; б) деревянные С. с каменной облицовкой; в) фахверковые С. с брусчатым деревянным остовом (каркасом) и несгораемым заполнением; г) фахверковые стены с металлическим остовом и несгораемым заполнением.

С. из деревянного каркаса с фибролитовым заполнением. Такие С. применяются для жилых и служебно-технич. зданий. Фибролит для заполнения каркаса применяется в виде досок-плит определенных размеров: 1,5 × 0,5, 1,5 × 0,6 и 1,2 × 0,6 м. Толщина плит 5—7 см. Каркасно-фибролитовая С., в к-рой фибролитовые доски ставятся в 2 ряда с воздушным между ними прослойком в 4—6 см, представлена на фиг. 142, где а—засыпка, б—фибролит толщиной 7 см, в—штукатурка, г—диафрагмы из фибролита толщиной 5 см, д—фибролит толщиной 7 см, е—фибролит толщиной 5 см, ж—воздушный прослойк в 4—6 см, з—штукатурка в 1 см, и—чистый пол, к—фибролит толщиной 7 см, л—ригель каркаса. Воздушные прослойки, остающиеся в стене во избежание конвекционных токов, подразделяют по вертикалям диафрагмами из фибролита на ряд воздушных камер (ячеек). Фибролитовые диафрагмы ставятся в местах, более подверженных продуванию и промерзанию, т. е. в уровнях оконных рам, ригелей (распорок) и т. д. Фибролитовые плиты в С. устанавливаются на алебастровом или известково-алебастровом растворе. Толщина швов между плитами не должна превышать 10 мм. Такая С. с замкнутыми воздушными камерами, или ячейками, известна под названием каркасно-ячейковой системы. Применяются фибролитовые С. и без воздушных прослоек, но в строениях рамно-бескаркасной системы. На фиг. 143 представлены вертикальные разрезы таких С., в к-рых фибролитовые плиты располагаются в перевязку, чтобы устранить возможность продувания и промерзания С. в швах. Перевязка плит в обоих направлениях (по вертикали и горизонтали С.) д. б. не менее 10 см. Плиты устанавливаются также на алебастровом или известково-алебастровом растворе, причем для лучшей прочности они между собою скрепляются гвоздями с шайбочками из кровельного железа или из фанеры (5 × 5 см). По установке плит швы между ними промазываются, а затем все С. снаружи и изнутри оштукатуриваются. Наружная штукатурка известковая, внутренняя—известково-алебастровая.

Каркасные С. с заполнением из соломиты и камышита. Эти С. по конструкции во всем аналогичны с предыдущей фибролитовой конструкцией (фиг. 144). Здесь каркас также состоит из стоек, располагаемых на расстояниях, равных размерам плит, чтобы стыки последних приходились на стойке каркаса. Соломитовые и камышитовые плиты приколачиваются железными гвоздями к стойкам каркаса с обеих его сторон. Под головки заби-



ваемых гвоздей необходимо подкладывать жестяные шайбочки. По возведении С. поверхности их оштукатуриваются известковым раствором толщиной 2 см, наружная—лучше известково-цементным, внутренняя—известковым с добавкой алебастра. Оконные проемы в С. образуются между вертикальными стойками каркаса сл. обр.: к стойкам приколачивается по два бруска размером 5×6 см, а затем по всему внутреннему периметру оконного проема накладываются доски 2×13 см, к-рые и образуют нужные четверти для вставки оконных переплетов. К достоинствам солоMITа и камышита следует отнести малую тепло- и звукопроводность, легкость, достаточную прочность, сравнительную огнестойкость (соломит только тлеет), простоту в работе и невысокую стоимость. К недостаткам солоMITа можно отнести только гниение и повреждение его грызунами (мыши, крысы). Средствами против грызунов являются: 1) замачивание солоMITовых плит в 10%-ном растворе железного купороса (1—2 часа), после чего необходима тщательная просушка; 2) оштукатуривание нижней части внутренней стены на высоту 25—30 см цементным раствором с прибавлением в него битого стекла. Камышит подобных недостатков не имеет.

Деревянные С. под каменную облицовку (кирпич, бетонитовые камни и т. п.). Эти С. делаются более легкими и б. ч. представляют собою деревянный обшивной каркас, к-рый устанавливается на каменных столбах с каменным между ними заполнением,

а нередко и на непрерывном фундаменте. Кирпичная облицовка обычно делается толщиной в 1/2 кирпича. Облицовка из бетонитовых камней делается примерно толщиной 10—12 см. На фиг. 145 представлена кирпичная облицовка стоечно-каркасной обшивной С. Здесь облицовка прикреплена к С. при помощи пачечного железа, закладываемого в кирпичную кладку через 5—6 рядов, и коротких отрезков проволоки. Проволока одним концом захватывает полосу железа, а другим прикрепляется к гвоздям, заколачиваемым на обшивку С. Для предупреждения преждевременного ржавления железа швы кладки, где располагается пачечное железо, следует делать из цементного раствора. На фиг. 146 представлена другая конструкция деревянной облицованной С., состоящей из каркаса с сплошным заполнением из горбылей. Здесь сравнительно тонкие горбыли обиты снаружи планками (можно обить и хворостинами), на к-рые затем наносится штукатурка из глиняного раствора. Облицовка такой С. производится вплотную и притом после окончательной просушки штукатурки. Внутренние поверхности С. оштукатуриваются обычным раствором по дроби.

Фахверковые С. Эти С. состоят из деревянного или железного каркаса (остава), промежутки в котором заполняют каменным материалом (кирпич, бетон, естественный камень). Деревянный каркас (фиг. 147) в фахверковых стенах устраивается более прочным и сильным (обыкновенно применяются

брусью), так как он заполняется тяжелым каменным материалом. Остов обыкновенно располагается на непрерывном фундаменте. Для того чтобы снег и дождь не могли задерживаться на выступе цоколя (фиг. 148), следствием чего может явиться проникание сырости между деревянной обвязкой и каменным цоколем, рекомендуется верхнюю часть цоколя несколько сдвинуть внутрь и сделать ее заподлицо с нижней обвязкой каркаса (фиг. 148). На фиг. 147 представлен каркас фахверковой стены для одноэтажного здания. Из этого чертежа видно, что оконные и дверные проемы образуются путем введения ригелей в стойки. Последние в местах расположения проемов м. б. несколько сближенными в зависимости от размеров окон и дверей. Заполнение промежутков в каркасе м. б. кирпичное, из тесового камня и бетонное. Кирпичное заполнение делается в $\frac{1}{2}$ кирпича и 1 кирпич из обыкновенного, а часто и из пористого кирпича, если требуется уменьшить теплопроводность С. Кладку ведут с надлежащей перевязкой швов и на растворе (известковый, цементно-известковый). На фиг. 149 представлен один из способов укрепления кирпичных заполнений около стоек при помощи гвоздей, заколачиваемых в стойки через ряд кирпичей. В зданиях в два этажа каркас делается поэтажно, как изображено на фиг. 150. В зданиях, несущих большие нагрузки, промежуточные и угловые стойки каркаса нередко делаются из двух и четырех брусьев, сболченных между собою. Фахверковые С. с деревянным каркасом применяют б. ч. для нежилых зданий: амбаров, складов, пакгаузов. За границей, в местностях с умеренным климатом, фахверковые С. с кирпичным заполнением широко применяются для жилых строений. М е т а л л и ч. ф а х в е р к (фиг. 151) конструируется по тем же принципам, что и деревянный, и также состоит из обвязок (нижняя, верхняя, промежуточная), стоек, ригелей и раскосов. На обвязки и ригели применяется швеллерное железо, а на стойки и раскосы—двутавровое. Все стойки и раскосы скрепляются с обвязками при помощи угловых накладок, заклепок и болтов. Устойчивость железных каркасов, достигаемая раскосами, увеличивается еще половыми и потолочными балками, закрепленными в прогонах и обвязках. После сборки каркаса производится кирпичное заполнение толщиной в $\frac{1}{2}$ кирпича на известково-цементном растворе. На фиг. 152, а и б представлены поперечные сечения обвязки и стоек каркаса с кирпичным заполнением. При заполнении толщиной в $\frac{1}{2}$ кирпича размер профиля железа д. б. не менее № 14 (14 см, фиг. 153), чтобы не производить в кирпичах подтески, как представлено на фиг. 154, или делать добавочные подмазки, как показано на фиг. 155. Фахверковые С. с железным каркасом имеют весьма ограниченное применение вследствие своей неогнестойкости, т. к. будучи подвергнуто действию огня (при пожарах), железо изгибается и этим деформирует конструкцию.

С. экономические. К экономич. С. причисляются саманные, известково-песчаные, землябитные и глинобитные. С а м а н н ы е С. Саманом называется крупный кирпич (блок), изготовленный из смеси глиняного теста и органич. материала (соломенная резка, древесная стружка, костра и т. п.). Количество органич. берется в зависимости от жирности глины: примерно 15—20% и не более 20% от

объема последней. Глина для самана желательна средней жирности. Саман не обжигается, а высушивается на воздухе. Размер самана $10 \times 12 \times 38$ см. Временное сопротивление самана на сжатие д. б. не менее 25—30 кг/см². Способ кладки С. ничем не отличается от обыкновенной кирпичной кладки и ведется под «лопатку» из сухого самана на глино-песчаном растворе (1 : 1 или 1 : 1,5) средней густоты с соблюдением правил перевязки швов. Толщина швов д. б. по возможности минимальная. Для увеличения связи С. и уменьшения ее теплопроводности в раствор нередко вводят солому и другие волокнистые вещества, мелко нарезанные (не длиннее 1,5 см). С. должны выводиться на достаточно прочных фундаментах, т. к. саманные С. весьма чувствительно реагируют на осадку оснований. Помимо прочного устройства основания, для предупреждения перекашивания С. вследствие большей осадки оконных простенков, чем незагруженных частей С. (подоконные части нередко выпучиваются), рекомендуется вводить в кладку стеновые связи. Связи вводят под оконными проемами (фиг. 156) для того, чтобы давление от простенков передать на большую площадь нижележащих рядов самана. Перемычки над проемами делаются рядовые по разгрузочным доскам, которые укладываются с небольшими между собою расстояниями для образования осадочных зазоров-щелей (фиг. 157). Половые и потолочные балки укладываются на предварительно проложенные в стены подбалочные продольные связи (фиг. 158). Вновь сложенные С. сразу не рекомендуется оштукатуривать вследствие продолжающейся их осадки (осадка доходит до 3—4%), а на первое время можно ограничиться только затиркой из глины и песка состава 1 : 1,5 или 1 : 2. По окончании осадки оштукатуривание С. производится глино-известковым раствором примерно следующего состава: 1 ч. извести + 4 ч. глины + 2 ч. песка. Раствор должен наноситься на предварительно насеченную поверхность С. Толщина саманных С. в зависимости от климатического района может быть 38—65 см. Свободная длина наружных С. при отсутствии поперечных допусков не более 12 м.

Известково-песчаные С. Материалом для таких С. служит смесь извести и песка. Примерная пропорция: 1 ч. извести + 7—10 ч. песка, что зависит от качества песка и извести. Масса для набивки С. должна быть тщательно перемешана так, чтобы каждая песчинка обволакивалась известью. Рекомендуется следующий прием приготовления смеси: известковое тесто определенного объема немного разбавляется водой и туда прибавляется 4 объема песка и все тщательно перемешивается; далее в эту смесь постепенно подсыпается остальную порцию песка и все время продолжают хорошо перемешивать, пока не получится на вид однородная масса. Приготовленная масса наносится в оштотки, как и бетон, слоями 10—15 см и утрамбовывается. Устройство оштотков ничем не отличается от оштотков для бетонных С. Набитые С. (несколько слоев по высоте) держат в оштотках 5—6 час., затем оштотки осторожно снимают для скорейшей просушки С. Все дыры и отверстия, оставшиеся от шпателей, не рекомендуется сразу заделывать, чтобы С. лучше просыхала и скорее отвердевала. Оконные и дверные рамы в таких набитых С. обыкновенно делают закладными. Для пред-

охранения рам от преждевременного загнивания необходимо их околачивать войлоком и толем. Концы половых и потолочных балок располагают по предварительно проложенному вдоль С. подбалочному брусу, который равномернее распределяет давление от балок на С. Если оштитовки были достаточно гладкие, то и С. от снятия оштитовок получаются гладкие, и их бывает достаточно только затереть и побелить. Оштукатуривание производится известковым раствором. Достоинства таких стен составляют: 1) прочность и долговечность, так как известь, соединяясь с песком, под влиянием углекислоты воздуха (СО₂) с каждым годом становится прочнее, 2) быстрота и простота выполнения и 3) дешевизна.

Землебитные и глинобитные С. Материалом для землебитных С. могут служить многие породы земель, обладающие значительной вязкостью, не слишком тощие и не слишком жирные. Если в земле будет преобладать нежирная глина, то С. из такой земли могут называться глинобитными. Лучшим временем года для набивки С. следует считать летнее время (май, июнь, июль, август). Земляная масса, приготовленная для набивки, по разрыхлению должна пропускаться через грохот, при этом корни и другие примеси органич. происхождения следует удалять. Земляная масса во время набивки д. б. определенной влажности, примерно 12—15%. Земля наносится в оштитовки слоями 10—12 см и сначала уминается, а затем трамбуется ручными трамбовками; после трамбования слой уплотняется почти вдвое. Окончание трамбования определяется достаточно звонким звуком и отскакиванием трамбовки, не оставляющей после себя почти никакого отпечатка. На утрамбованный первый слой наносят следующие и также уминают и трамбуют. Оштитовки для землебитных С. делают из 2—4-см неошуганных досок (фиг. 159). Длина щита 2,0 м; высота 0,9 м. Слабым местом землебитных С. являются углы и места соединения поперечных С. с продольными, а потому в этих местах следует для лучшей связи закладывать отрезки—концы сухих, неровных и сучковатых жердей толщиной 5—6 см или сучковатые ветви. Жерди укладываются наперекрест и вяжутся в полдерева. Вместо жердей и ветвей можно укладывать отрезки теса (фиг. 160). Для образования оконных и дверных проемов устанавливают коробки из досок. Перемычки над окнами делают из пласты или горбылей толщиной не менее 5 см, чтобы не получалось прогиба при набивке земляной массы (фиг. 161). Потолочные и половые балки своими концами должны располагаться по уложенным вдоль С. доскам, к-рые, принимая на себя нагрузки, равномернее распределяют давление на С.

Разновидности глиняных С. Помимо рассмотренных набивных С. из земли различают еще г. н. глиномятные и глинолитные С. Для первых, глиномятных С. материалом служит глина, не слишком жирная и не слишком тощая. Добытая глина не употребляется сразу в дело, а сначала обрабатывается так же, как и для приготовления обыкновенного кирпича (заготовка, зимованье, мять и т. д.). Приготовленная глина хорошо смешивается с резаной соломой, с вереском, кострицей от пенки и т. п. Подобные примеси увеличивают прочность глиномятных С. Окончательно приготовленная глиняная масса

наносится в оштитовки слоями 12—15 см и утрамбовывается. Для глинолитных С. материалом служит пропитанная глиняным раствором и прочно связанная им масса из органич. волокон (фибры), как то: соломы, мелкого камыша, тростника и т. п. Возведение С. производится сл. образом: в оштитовки-формы сначала наливается жидкий глиняный раствор, а затем в него постепенно втапливается напр. длинная мятая солома (фибро-волокно). Глиняный раствор готовится из средней жирности с содержанием примесей от 20 до 10%, а солома идет в том виде, в каком она получается после молотилки или комбайна. Набивные и литые С. после их окончательной просушки оштукатуривают или только затирают глинопесчаным раствором и заканчивают побелкой известью с прибавлением к ней стертого в порошок обожженного кирпича (1 ч. известково-пушонки + 1 ч. порошка). Благодаря прибавке к известью порошка на поверхности С. образуется водонепроницаемая корочка-оболочка.

Применение землебитных и глинобитных С. ограничивается отапливаемыми зданиями за исключением бань, прачечных, душевых и т. п. зданий, в к-рых возможно отсыревание С. К достоинствам таких С. следует отнести дешевизну и быстроту выполнения, к недостаткам—сравнительно медленное просыхание и обилие насекомых и мышей; последние устраивают гнезда в толще С.

Лит.: Руководство по кирпичной кладке, М., 1932; Типовые проекты зданий, Иннорс, М., 1932; Части и детали конструкций зданий, Альбом Ценобанка, М., 1932; Конструктивные детали зданий, М., 1932; Петяев В., Современная фабрично-заводская архитектура, М.—Л., 1932; Грегор А., Железные конструкции, пер. с нем., т. 2, М.—Л., 1932; Крассовский И. М., Деревянное водство, П., 1916; Сборные деревянные дома, Конструкция, Альбом, М., 1931; Вопросы деревянного сборного строительства, Сообщение 22-е Гос. инст. соор., М., 1931; Васильев В., Сборные и разборные конструкции деревянных зданий, М., 1931; «Строительная пром-сть», М.; «Строитель», М.; «Строит. Москва», М.; «Наше строительство», М., 1932, 21—22, стр. 1014—1021. С. Герольский.

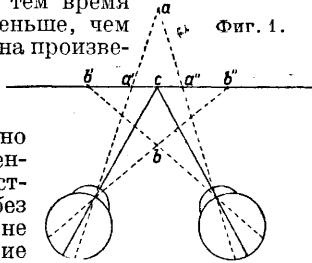
СТЕРЕОАВТОГРАФ, см. *Фотосъемка*.

СТЕРЕОКОМПАРАТОР, см. *Фотосъемка*.

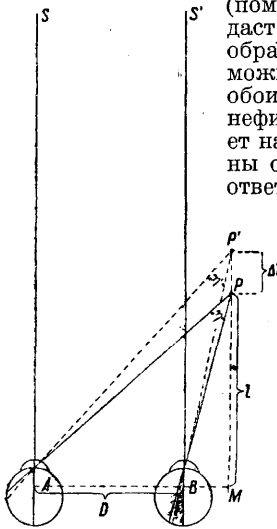
СТЕРЕОПЛАНИГРАФ, см. *Фотосъемка*.

СТЕРЕОСКОПИЯ, видение предметов телесными, рельефными. Видение предметов близких заставляет глаз аккомодировать сильнее, чем это необходимо при фиксации точек, более удаленных. На основании различия в напряжении *аккомодации глаза* (см.) можно видеть и оценивать удаленность различных объектов и при помощи монокулярного зрения. Однако оценка расстояния при монокулярном зрении очень несовершенна и ограничена. Для точек, удаленных более чем на 6—8 м, глаз уже не аккомодирует вовсе. Поэтому возможность видеть и тонко оценивать большую или меньшую удаленность отдельных предметов и их частей основывается по преимуществу на зрении бинокулярном (зрении двумя глазами). При бинокулярном зрении кроме аккомодации видению рельефа способствуют конвергенционные движения и несоответствие изображений на обеих сетчатках. Под конвергенционными движениями понимаются движения сведения зрительных осей обоих глаз на фиксируемом объекте. Несответствие сетчаточных изображений обусловливается тем, что один глаз отстоит от другого на некотором расстоянии (ок. 63 мм) и потому видит объект с несколько другой точки зрения. Конвергенция, как и аккомодация, в стереоскопическом видении решающей роли

не играет. Последнее доказывается известным опытом Геринга с оценкой удаленности падающего шарика. Через трубу, закрывающую от нас всю окружающую обстановку, мы фиксируем обоими глазами нек-рую точку (напр. подвешенный на нити меловой шарик); в это время лицо, производящее опыт, бросает другой белый шарик впереди или позади фиксируемой точки. Поскольку мы смотрим бинокулярно, нам не представляет труда правильно оценить, упал ли шарик впереди или позади фиксируемой точки. Между тем время падения шарика меньше, чем то, к-рое требуется на произведение аккомодационных или конвергенционных движений.



Следовательно наша оценка удаленности может осуществляться хорошо и без их участия. Однако не всякое несоответствие изображений, возникающих на сетчатках, влечет за собою впечатление стереоскопичности объекта. Если это несоответствие слишком велико или если точка предмета, дающая в одном глазу изображение на левой половине сетчатки, в другом глазу дает изображение на правой ее половине, мы получаем впечатление двойственности, видим эту точку двойной. Возьмем две спицы и поставим их одну за другой на расстоянии ~ 15 см друг от друга. Будем при этом фиксировать ближнюю спицу, находящуюся в точке *c* (фиг. 1), тогда дальняя (находящаяся в точке *a*) увидится нами уже двойной в точках *a'* и *a''*. При фиксировании же более удаленной спицы (в точке *c*) раздвоится более близкая (помещенная в точку *b*) и даст в свою очередь два изображения в *b'* и *b''*. Как можно видеть из фиг. 1, в обоих случаях изображение нефиксируемой спицы падает на равноименные половины сетчаток. Если же несоответствие не слишком велико или же оно одно-



Фиг. 2.

сторонне (т. е. раздраженные несоответствующие точки сетчатки в обоих глазах лежат в правых половинах сетчаток или в обоих глазах—в левых половинах), двоения не получается, но возникает впечатление третьего измерения, близости или отдаленности предмета сравнительно с фиксируемой точкой. Степень и направление видимой удаленности предмета зависят при этом от т. н. относительного бинокулярного параллакса. Под бинокулярным параллаксом η какой-либо видимой точки *P* понимается разность углов, составляемых для правого и для левого глаз сагитальным направлением зрительных линий *AS* и *BS'* (фиг. 2) и проекцией этой точки на горизонтальную плоскость, проходящую через оба глаза, т. е. $\eta = \angle SAP - \angle S'BP$, что равняется углу *APB*. Если глаза фиксируют точку *P*,

то видимое положение другой точки *P'* определится ее относительным бинокулярным параллаксом, равным разности бинокулярных параллаксов для точки *P* и для точки *P'*. Считая углы η и η' , равно как и линейные протяжения *BM* и Δl за весьма малые, мы можем рассуждать следующим образом. $D = l \operatorname{tg} \eta$, откуда $\eta = \frac{D}{l}$; $D = (l + \Delta l) \operatorname{tg} \eta'$, откуда $\eta' = \frac{D}{l + \Delta l}$. Относительный же бинокулярный параллакс β равен

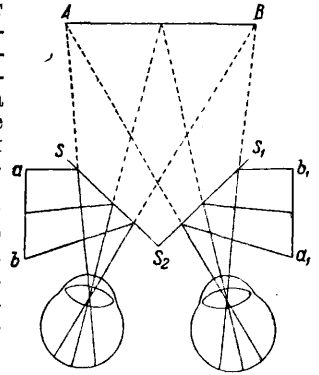
$$\eta' - \eta = D \left(\frac{1}{l} - \frac{1}{l + \Delta l} \right) = D \frac{\Delta l}{l^2 + l \Delta l};$$

поскольку Δl мало, можно считать

$$\beta = \eta - \eta' = \frac{D \Delta l}{l^2}.$$

Определяя отсюда величину Δl , при к-рой точка *P'* впервые покажется нам более далекой, чем точка *P*, получаем: $\Delta l = \frac{l^2 \beta}{D}$. Эта формула пока-

зывает, что порожная разность в удаленности растет пропорционально квадрату абсолютной удаленности фиксируемой точки и обратно пропорционально величине межзрачкового расстояния *D*. Если разность углов, составленных в обоих глазах линиями фиксации и направлением, идущим от данной (не фиксируемой) точки через узловую точку глаза, дает угол, лежащий на височной половине сетчатки, мы видим данную точку расположенной ближе, чем фиксируемая. Если же эта разность дает угол, лежащий в носовой половине сетчатки, точка кажется дальше фиксируемой. Опыты показывают, что оценка рельефа вследствие

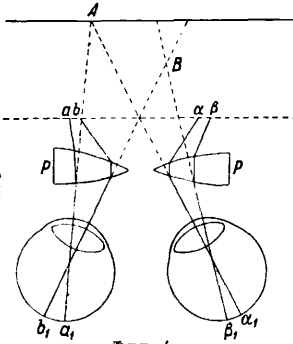


Фиг. 3.

раздражения несоответственных мест сетчатки м. б. чрезвычайно тонка. Величина порожного β может равняться всего 5 и даже менее угловым секундам. Когда угол η' настолько мал, что можно считать $\eta' = 0$, то $\beta = \eta = \frac{D}{l}$. Подставляя в это равенство значения *D* и β , можно определить *l*, как т. н. радиус стереоскопич. видения, за к-рым глаз уже не в состоянии различать отличный рельефа. Эта предельная для стереоскопич. зрения удаленность равняется обычно ок. 1 000—1 500 м (варьируя индивидуально). Предъявляя одному глазу одно плоское само по себе изображение, а другому глазу другое, несколько отличающееся от первого, можно в результате получить впечатление телесного видения того, что изображено. Это и достигается посредством специальных приборов—с т е р е о с к о п о в.

Первый стереоскоп изобретен Уитстоном в 1833 г. Он представляет собою (фиг. 3) два зеркала *SS₂* и *S₂S₁*, стоящие под углом друг к другу. Перед одним из них (*SS₂*) ставится изображение предмета *ab* в той проекции, как он видится только левым глазом; перед другим ставится изображение *a₁b₁*, соответствующее тому, как этот же предмет виден правому глазу. Первое изображение, отражаясь от зеркала, попадает в левый глаз смотрящего, второе— в его правый глаз. Путем нек-рых передвижек

изображений перед зеркалами добиваются того, чтобы центральные места изображений упали бы в обоих глазах на соответственные точки сетчаток. В таком случае одностороннее несоответствие изображений прочих частей предмета вызовет у нас впечатление рельефа. В AB мы увидим одно, стереоскопическое, изображение предмета, представленного в ab и a_1b_1 . Весьма распространен стереоскоп Брюстера (фиг. 4). Две карточки, соответствующие проекции предмета для левого и для правого глаза, помещаются в ab и $a\beta$, рассматриваются обоими

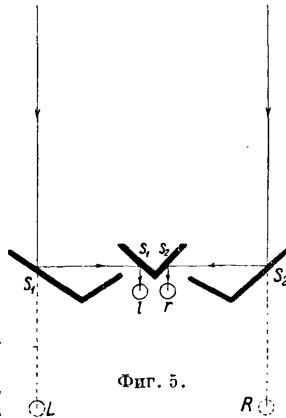


Фиг. 4.

глазами через линзы P и P и дают стереоскопическое изображение в AB . Если расстояние между пунктами, с которых фотографировался или зарисовывался предмет для последующего рассматривания в стереоскопе, не соответствует расстоянию между глазами лица, смотрящего в спектроскоп, впечатление рельефности оказывается извращенным—преувеличенным или преуменьшенным. Если наконец правому глазу предъявляется изображение, соответствующее проекции предмета для левого глаза и, наоборот, соответствующее точке зрения правого глаза изображение дается глазу левому,—возникает эффект перевернутого, обратного, рельефа (псевдоскопия). Для наблюдения подобного явления существуют различные системы псевдоскопов. Увеличить радиус нашего стереоскопич. зрения и вообще повысить остроту различения нами рельефа мы могли бы путем увеличения относительного бинокулярного параллакса, соответствующего данным точкам предмета, к-рые мы хотим стереоскопически различать. По приведенной выше формуле $\beta = \frac{D\Delta l}{l^2}$.

Следовательно, увеличив как-либо межзрачковое расстояние D , мы увеличим бы и β . Это и достигается в т. н. телестереоскопе Гельмгольца (фиг. 5).

К зеркальцам стереоскопа Уитстона s_1 и s_2 добавлены еще два параллельных им зеркала S_1 и S_2 . Идущие от рассматриваемого предмета лучи, отражаясь от зеркал S_1 и S_2 и от s_1 и s_2 , попадают в глаза l и r лица, смотрящего в телестереоскоп. Попадающие в левый и правый глаз изображения являются при этом несоответственными, т. к. левое дает картину того, как предмет видится из точки зрения S_1 , правое—так, как он видится из точки S_2 . Расстояние между этими точками, равное LR , больше естественного расстояния между глазами lr . Значит в телестереоскопе искусственно увеличивается величина D , а тем самым увеличивается и параллакс β .



Фиг. 5.

С. используется в ряде измерительных приборов. Стереодальномеры представляют собою бинокулярные зрительные трубы, имеющие в фокальных плоскостях обоих объектов особые метки (подвижные в одних и неподвижные в других системах дальномеров). Для каждого расстояния рассматриваемого предмета только вполне определенная метка (или, в других дальномерах, вполне определенное положение меток) кажется лежащей в плоскости этого рассматриваемого объекта; все же прочие—в силу эффекта стереоскопичности—кажутся или ближе или дальше его. Стереокомпараторы служат для сравнения одинаковости двух изображений. Если, будучи помещены в установку стереоскопа, они дают одно совершенно плоское, не рельефное изображение, то сравниваемые объекты одинаковы; если же возникает впечатление двоения или рельефа,—между ними имеется различие. Так можно определять подлинность марок, денежных знаков и т. п. Стереоскопические позволяют также из сравнения двух снимков, сделанных с разных точек зрения, определять рельеф снятого объекта. Стереоскопические применяются ныне также в частности и для рассматривания рентгенограмм. Пульфрихом предложен особый метод фотометрирования, основывающийся на стереоскопич. эффекте, возникающем, если смотреть на движущуюся в плоскости экрана иглу двумя глазами, держа перед каждым глазом какую-либо поглощающую свет среду (стекло, раствор) и фиксируя какую-либо одну точку экрана. Если поглощение света средой, стоящей перед одним глазом, не одинаково с поглощением, имеющим место в другой среде, стоящей перед другим глазом, то возникает иллюзорное стереоскопическое впечатление движения иглы вокруг фиксируемой точки так нам то от нас. Если же яркость света (для обоих глаз) одинакова, такого стереоскопич. эффекта не наблюдается. На законах стереоскопич. зрения основывается наконец и иллюзорная телесность двойных цветных силуэтов двух дополнительных цветов, если рассматривать их двумя глазами, поместив перед одним глазом светофильтр, делающий невидимыми силуэты одного цвета, а перед другим светофильтр, делающий невидимыми силуэты другого цвета. Тогда в силу попадания изображений силуэтов одного и того же предмета на несоответственные места сетчаток может возникнуть впечатление различной удаленности от нас изображенных этими силуэтами предметов.

Лит.: Helmholtz H., Handbuch der physiologischen Optik, 3 Aufl., Hamburg u. Lpz., 1911, B. 3; Rohr M., Die binokularen Instrumente, 2 Aufl., B., 1920; Wheatstone u. andere, Abhandlungen zur Geschichte des Stereoscops, Ostwalds Klassiker, Lpz., 1908, 168; Hofmann F., Die Lehre vom Raumsinn des Auges, T. 2, B., 1925.

С. Нравков.

СТЕРЕОТЕЛЕМЕТР, см. Дальномеры.

СТЕРЕОТИП, см. Стереотипия.

СТЕРЕОТИПИЯ, один из технологич. процессов изготовления печатных форм типографской печати; характеризуется возможностью получения нескольких совершенно идентичных печатных форм с одной оригинальной формы, изготовленной гравированием, травлением или отливом. Смысл организации процессов стереотипирования—в возможности удовлетворить ряду технико-экономич. требований, к-рые выявлялись по мере развития печати. Необходимость ускорения и удешевления процесса печати поставила полиграфию на путь печатания

с цилиндрич. печатных форм (см. *Ротационная печать*). Организованные уже в этот период методы изготовления печатных форм (гравюра, отлив, набор) не могли дать непосредственно в приемлемых условиях времени и себестоимости цилиндрич. печатающей поверхности. Стереотипия разрешает эту проблему, давая печатную форму любого сечения. Рост тиража газет и потребность в наивозможно срочном выпуске их вызвали необходимость печати сразу с нескольких совершенно идентичных печатных форм. Стереотипия разрешает и эту проблему, давая нужное количество идентичных печатных форм. Мало того, стереотипия дает возможность путем пересылки матриц аэропланом производить печатание одного и того же номера газеты в нескольких местах, что реализовано впервые газетой «Правда». Динамика потребления печатной продукции вызвала печать в таких тиражах, что одна печатная форма могла давать их лишь с падением качества или совсем не могла выдержать всего тиража. Стереотипия разрешает и эту проблему, давая сменные, совершенно идентичные печатные формы, к-рые позволяют сохранять качество печати. Этот же рост потребления вызвал организацию повторных «стереотипных» изданий; и в этом случае процесс стереотипирования дал блестящее разрешение проблемы, без омертвления шрифтов, в хранении набора. Наконец необходимость удешевления печатной продукции вызвала необходимость сбережения очень трудоемкого шрифта, быстро изнашивавшегося в печати с ростом тиражей. Машинный набор, разрешающий эту проблему, не мог быть сразу организован в достаточном размере. Стереотипия и в этом случае дала выход, сберегая при нормальных условиях стереотипирования шрифт. В период организации процессов стереотипии все указанные проблемы выдвигались бурным развитием потребностей капиталистического общества. Они разрешались стереотипией наиболее рационально, давая значительные качественные, экономические и организационные результаты. Поэтому стереотипия получила мощное развитие. Но теперь—иные потребности, иные возможности. Проблема, разрешенная стереотипией в области ротационной печати, во многих случаях м. б. разрешена не менее рационально способами офсетной и глубокой растровой (тифдрук) печати; в дальнейшей перспективе стоит фотопечать. Даже в области типографской печати гальванопластика может уже конкурировать со стереотипией и до известной степени разрешить проблему размножения печатных форм для срочной (газетной) и высокотиражной печати и для повторных изданий. Эта же проблема м. б. рационально разрешена процессами офсета и тифдрука. Сбережение шрифта достигается максимальным переходом на машинный набор и отливную машину типа Лудлова (см. *Словолитное производство и Набор типографский*). Более того, возможно полное изжитие гартовых печатных форм путем организации процессов фотонабора. Наконец пересылка матриц м. б. заменена набором на расстоянии.

Настоящий период развития техники печатания является критическим для стереотипии. Как старый процесс она опирается на инерцию накопленного оборудования, опыта, организации, на инерцию привычности. Единственное неоспоримое преимущество типографской печати—четкость печати—может быть достиг-

нуто в ближайший же период другими способами. Уже много лет идет борьба между тремя способами печати, и стереотипия не раз уже теряла отдельные участки продукции. Она их снова завоевывала лишь путем дальнейшей рационализации своих процессов. Организация метода Клейбурна, использование конкурирующей со стереотипией гальванотехники для гальванизации стереотипов, увеличение производительности, механизация, почти автоматизация производственных процессов, изыскание новых пластичных материалов для матриц и т. д.—все это результаты борьбы стереотипного процесса с конкурирующими. Не овладев еще сполна процессами, созданными в капиталистич. условиях, не организовав еще нормальных форм новых процессов, мы можем и должны использовать все технич. возможности стереотипии путем социалистич. рационализации ее, не упуская и возможностей использования других способов печати, не упуская возможности реализовать новые, революционизирующие технику процессы.

Технологич. принцип стереотипии построен на наличии оригинальной высокой печатной формы, полученной каким-либо путем (ручной или машинный набор, цинкографич. клише, гальваноотложение, ксилографическое клише и т. п.). Принцип состоит в получении матрицы (т. е. вдавленного и зеркально-перевернутого оттиска с оригинальной печатной формы) путем тиснения в пластичной массе и в отливке (в отливном аппарате, имеющем требуемые размеры и заключающем матрицу) стереотипа, несущего на одной из своих поверхностей точную рельефную копию оригинальной печатной формы. Процессы выверки (контроля) стереотипа и его обработки и корректуры, иногда гальванизации для увеличения выносливости в печати представляют дополнительные стадии производственного процесса изготовления стереотипной печатной формы. Организация и выполнение отдельных стадий и всей системы стереотипного процесса в целом должны определяться прежде всего целевым назначением стереотипа. Организация и выполнение процесса стереотипии глубоко отличны для целей печатания газеты или книги. Стереотипный процесс м. б. использован в целях уменьшения сроков печати при улучшении качества или удешевлении. Срок, качество, экономика определяют применение стереотипии или иного процесса. Отдельные стадии процесса С. организуются различно в зависимости от удельного значения срока и качества или экономики при выполнении того или иного печатного изделия.

Качество стереотипа охватывает его графическое качество (т. е. четкость очертания очка литер, резкость оконтуривания штрихов и точек клише и т. п.); его печатные качества (т. е. ровность печатающей поверхности, сполна воспринимающей краску, сполна передающей ее на поверхность бумаги; правильность размеров) и наконец устойчивость графических и печатных качеств в продолжении всего процесса печати, т. е. механич. качества (сопротивление деформирующим усилиям излома, изгиба, сжатия и т. п., наименьший износ, наибольшую выносливость). Графические и печатные качества стереотипа зависят в первую очередь от графич. качества оригинальной матрицируемой формы. Процесс стереотипирования может передать все графич. элементы оригинальной формы со всеми их дефектами и может внести свои дефекты,

но он не может уничтожить дефектов оригинальной формы. Поэтому первым требованием качества печати является графическое качество матрицируемой оригинальной формы, т. е. высокое качество шрифта и набора. Стереотипер может лишь частично уменьшить их дефекты. Затем необходимо создать такие условия производства матрицы, чтобы отливка стереотипа протекала в надлежащих условиях. Многие зависит от смывки печатной формы перед матрицированием. При смывке водой излишняя влага попадает в матричную папку и дает шероховатое и рябое очко, вызывая разрывы. Форма д. б. совершенно сухая. Поэтому смывку надо производить испаряющимся смывающим веществом—бензин, бензол, керосин. Смазывание маслом можно рекомендовать только в случае, если форма смывалась водным смывающим веществом. При выколачивании с формы, к-рая имеет б. или м. значительные пробелы, бывают разрывы, могущие вызвать при отливе протекание расплавленного гарта и полную порчу матрицы. Уменьшение пробелов достигается прокладыванием их полосками папки, шпонов и т. п. Но этот процесс очень трудоемок и длителен. В газетной стереотипии более рационально применение пробельного материала «высокого» роста (лишь на 4 пункта ниже роста шрифта).

Для получения хорошего стереотипа необходима матричная папка высокого качества, ибо она в процессе стереотипирования выполняет две основные функции. В стадии тиснения матрицы она должна воспринимать под действием минимального давления обратное-рельефное изображение оригинальной печатной формы. Поэтому она должна быть максимально пластична и податлива. В стадии же отлива она должна выдержать без деформации значительное число отливок, т. е. она д. б. твердой, неподатливой. Проблема разрешается применением папки из бумажной массы, к-рая при б. или м. сильном увлажнении приобретает достаточные пластич. свойства и принимает под действием давления рельефный оттиск. После высушивания она делается твердой и способной выдержать достаточное число отливок без деформации. В разрешении проблемы имеется узкое место, т. к. переход только что оттиснутой матрицы из влажного состояния в сухое, пригодное для отлива, сопровождается изменениями размеров, в нек-рых случаях выходящими из пределов допустимого; отсюда получается искажение размеров отлитого стереотипа по сравнению с размерами оригинальной формы. Техника преодолевает это узкое место многими путями. Уменьшение свойства папки деформоваться при изменении содержания влаги м. б. доведено до пределов допустимого. Увеличивая пластич. свойства самой массы матричной папки, увеличивая давление, применяемое при матрицировании, можно применять папку минимально влажную. Наконец высушивание влажной только что оттиснутой матрицы под давлением пресса уменьшает конечную усадку. Все эти пути дают разрешение проблемы за счет каких-либо потерь и поэтому применяются в различных комбинациях в зависимости от того, какие потери в данном производственном случае менее ощутительны.

Основное качество матричной папки—ее равномерная по всей массе пластичность (и наименьшая эластичность)—достигается не только рациональным выбором волокнистого сырья, но и правильным размолотом массы, достаточ-

ным наполнением (каолином), правильной сухой и каландрованием. Второй и кардинальный показатель качества—ровная толщина и ровная гладкая поверхность—не должен достигаться за счет чрезмерного уплотнения папки при каландровании и значит уменьшения ее пластичности. Третий показатель качества—равномерное и умеренное впитывание воды по всей массе с минимальной деформацией, равномерной во всех направлениях,—достигается композицией, размолотом и нормализацией всего процесса изготовления папки. Наконец необходима достаточная выносливость при отливе гарта (260—290°) без расслоения. Сочетание этих показателей качества, этих технологических свойств в их максимальных пределах до сих пор не достигнуто. Поэтому германские техники вырабатывают ряд сортов матричной папки, в каждом из которых преобладают те или иные показатели качества при одновременном снижении других. Так, для матрицирования с тонкого раstra берут папку максимальной пластичности, хотя и менее выносливую. Для текстовой газетной стереотипии, наоборот, берут папку с максимальной выносливостью в отливе, хотя и с уменьшенной пластичностью.

Решающее значение для качества матрицы имеет характер поверхностного слоя матричной папки. Он д. б. гладким, плотным, но пластичным, сопротивляющимся непосредственному действию горячего гарта. Поэтому в процессе изготовления матричной папки поверхностному слою придают иной состав, чем другим слоям, или наносят на готовые листы папки специальный поверхностный слой (накрашивание). Последнее вряд ли рационально, т. к. не улучшает пластич. свойств папки, не уменьшает в достаточной степени повреждений шрифта, а лишь закрашивает дефекты поверхности и может несколько повысить огнеупорность путем нанесения огнеупорного состава. Матричная папка м. б. фабрично изготовлена для любых условий матрицирования и отлива, даже для выколачивания. Поэтому готовая папка вытесняет ее изготовление в цехе. Стандартность папки имеет очень большое значение для С. и печатания, а добиться ее гораздо легче путем фабричного изготовления, чем цехового. Однако изготовление (клеение) матричной массы в цехе еще имеет место для процессов выколачивания матриц. При изготовлении матричной массы в цехе необходимо более всего обращать внимание на стандартность качества бумаги и клеястера, применяемого для склейки. Четкое очко матрицы получается применением для поверхностных слоев шелковой бумаги. Самое важное—достаточное и однородное качество шелковой бумаги, т. к. от нее зависит качество очка стереотипа. Чересчур жесткая, она будет выщипываться при отливе, т. к. она плохо принимает клейстер и плохо склеивается; чересчур пористая пропускает клейстер. В том и другом случае очко будет рябым. Шелковая бумага должна иметь ровную и гладкую поверхность, структура д. б. длиноволокнистой, однородной, без узелков, дырочек и т. п. с равномерным (необлачным) молочным просветом и прочная на разрыв. Бюварная бумага обеспечивает возможность достаточно глубокого очка матрицы, она дает основную пластичную массу матричного картона. Она д. б. плотной, не слишком мягкой, без узелков и способности их образовывать при склеивании.

Эстампная бумага д. б. хорошо впитывающей, не слишком мягкой. Она обеспечивает гибкость матрицы; м. б. заменена нотной или писчей.

Клейстер лучше всего изготовлять из стандартного порошка, вырабатываемого фабричным путем. Основным клеящим веществом должна быть ржаная мука тонкого помола или ржаной крахмал. Для улучшения клеящих свойств допустима замена 2 частей муки 1 частью декстрина. Улучшение свойств нанесения на бумагу и уменьшение выгорания матрицы при отливе достигаются прибавкой к муке отмученного мела или каолина (часть на часть). Отлив улучшается прибавкой 2% буры. Для гибкости матриц прибавляют глицерин. Порошок и клейстер д. б. свободны от песка, комочков и т. п. Замешивание клейстера из порошка д. б. рационализировано. Заливают порошок на 3—4 см водой и смешивают, растирая, до маэобразного состояния, затем прибавляют остальное количество воды, тщательно перемешивают и оставляют в покое. Общее количество воды зависит от свойств сырья, к-рое применялось для изготовления порошка. Поэтому и целесообразно фабричное изготовление порошка, испытание и рецептурная инструкция к применению. Изменение количества воды в зависимости от свойств сырья позволяет получать клейстер нормально густым, легко намазывающимся тонким слоем. Слишком густой вызывает образование складок на бумаге. Слишком жидкий вызывает разрывы, делает процесс изготовления картона невыполнимым. Кисть для намазывания клейстера делается в 5—11 см шириной, с длиной волоса (лучше всего бараньего) в 35 см и более. Ручка должна заполнять всю руку.

Матричный картон изготовляют разными способами. Наиболее рационально класть на камень или цинковую плиту лист эстампной бумаги, промазать тонким равномерным слоем клейстера, правильно наложить лист биварной бумаги, пригладить ребром ладони и затем взять 3—5 листов шелковой бумаги. Эстампную бумагу можно заменить биварной; для отлива плоских стереотипов желательно дать 5 листов шелковой бумаги, а для ротационных можно взять только 3 листа. Для гладкого, плотного набора общая толщина картона достаточна в 0,4—0,5 мм, для разбитого и смешанного, для таблиц и т. п. 0,6—0,7 мм. Затем накладывают лист гладкой или оберточной бумаги и по нему проводят деревянной выколоткой, чтобы отжать избыток клейстера, и картон кладут под гнет на 6—12 часов. Надо избегать высушивания картона, но и избыток влаги увеличивает опасность разрывов при выколачивании и дает более шероховатое очко. Толщина папок фабричного изготовления принята для ручного отлива в 0,5—0,6 мм, а для машинного (где вследствие особенностей зажима матрицы она может разорваться)—в 1,0 мм с допуском $\pm 0,05$ мм. Матричные папки изготовляются в СССР на Суражской ф-ке в количестве ок. 400 000 листов в год. Стандартные размеры намечены: для газетных 650 × 920 мм, для книжно-журнальных 460 × 650 мм. Толщина газетных для машинного отлива намечена в 1 мм ($\pm 0,05$), а книжно-журнальных для ручного отлива в 0,6 мм ($-0,1$).

Увлажнение матричной папки имеет целью уменьшить давление, необходимое для тиснения. Оно должно производиться равномерно и не должно превышать ориентировочно 20—

25%. Слишком сильное увлажнение уменьшает прочность матрицы даже после ее высушивания. Техника увлажнения слабо изучена и разработана. Наиболее рациональным приемом считают складывание листов папки попеременно лицевой стороной друг к другу и прокладывание между задними оборотными сторонами смоченных листов бумаги, кусков сукна и т. п. Стопку листов папки, проложенных увлажненной бумагой или сукном, помещают в ящик или шкаф. Чем тоньше матричная папка, тем слабее д. б. увлажнение, тем менее впитывающую бумагу и сукно надо брать для прокладки. Продолжительность увлажнения от 6 до 24 час. Давление на стопку листов папки обеспечивает более равномерное увлажнение; для этого дают груз (свинцовую пластину). Рекомендуют держать в шкафу сосуд с водой, чтобы воздух не высушивал края папки. Совершенно недопустимо погружать папку в воду даже на короткое время («протаскивать через воду»), т. к. ее лицевая сторона делается шероховатой и разрушается при матрицировании и отливе.

Процесс матрицирования м. б. реализован несколькими путями. 1) Процесс тиснения матрицы производят без нагрева, а влажную матрицу высушивают после снятия ее с оригинальной формы. 2) Тиснение производят без нагрева, а матрицу высушивают на форме под прессом. 3) Тиснение производят с нагревом формы и затем давление уменьшают и матрицу оставляют под ним до б. или м. полного высыхания. Обычно снятую матрицу досушивают в специальном аппарате. 4) Тиснение производят с «сухой» матричной папки без нагрева и без суши матрицы под прессом. Матрицирование состоит в применении к матричной папке давления, втискивающего массу матричного материала в пробельные углубления оригинальной печатной формы. Давление реализуют вручную или механически. Выколачивание матриц—первый по времени прием матрицирования—осуществляют при помощи специальных щеток. Щетина должна быть густая и упругая (лучше всего свиная), а поверхность щетки ровная, площадью ок. 10 × 19 см. Щетка работает своим весом. Длинная рукоятка увеличивает силу удара щетки (длина рукоятки равна 19—25 см). Выколачивание было механизировано, но машины для выколачивания не дали рационального решения. Матричный материал для выколачивания д. б. сильно увлажнен, обычно применяют клееные матрицы, к-рые накладывают на форму стороной с шелковой бумагой. Выколачивание должно производиться равномерным падением щетки, без усилий. Неравномерное выколачивание дает неравномерную глубину очка, а при отливе неравномерную толщину стереотипа. Выколачивание производят до получения равномерной по всей форме глубины очка до $\frac{1}{2}$ мм, что определяют на глаз, приподнимая матрицу за угол. Готовую матрицу прокладывают в пробелах шире 5 мм и длиннее 20 мм (при ширине более 10 мм приклеивают две полоски) полосками папки в 1 мм толщиной и обклеивают покровным листом из хорошо впитывающей бумаги, выравнивают на форме, покрывают сукном и помещают под сушильный пресс, не снимая с печатной формы. Высушивание продолжают в среднем 15—20 мин. Необходимо, чтобы излишняя влага матрицы не вызвала пузырей при отливе. Не снимая с формы, рационально отшлифовать обратную сторону пемзой, чтобы полу-

чить ровную поверхность. В дальнейшем выколачивание матриц было заменено тиснением. Американские и английские конструкторы пошли по пути применения пневматич. прессов, а германские — механич. и гидравлич. прессов. Кроме того в Англии и Америке, а затем в Германии нашли применение каландры. К а л а н д р и р о в а н и е состоит в том, что матрицируемую форму ставят на талер каландра, покрывают листом матричной папки и настилкой из бумаги и сукна. При пуске мотора вся система (талер, форма, матричная папка, крышка) проходит между двумя валами (принцип прокатного стана), и масса матричной папки прессовывается в пробелы. После этого прокладывают углубления матрицы полосками папки и сушат в сушильном прессе. Применяют клееные или готовые папки, но значительно увлажненные, так как сухие матричные папки требуют слишком сильного давления. Недостатки системы каландрирования многочисленны. Чтобы давление было равномерным по всей поверхности формы, необходимо, чтобы оси верхнего и нижнего валов были идеально параллельны плоскости талера и набора. Этого достигают лишь отчасти регулировкой подшипников валов и поэтому возможно неравномерное боковое давление. Вал накатывается на б. или м. узкую поверхность формы и сдавливает шрифт (вальцует). При ручном наборе текста или заголовков это вызывает преждевременный износ шрифта. Чем больше диаметр верхнего вала (так, чтобы площадь его, к-рая давит, была не менее чем 10—15 мм шириной), тем более уменьшается этот недостаток. Каландры легко подвергаются поломкам, в виду чего не могут иметь широкого применения.

Для прессования матриц применяют presses различных систем и конструкций: а) механические, б) пневматические, в) гидравлические. Тиснение реализуется сближением двух плоскостей: талера, на к-ром ставят матрицируемую печатную форму, покрытую листом матричной папки и настилкой, и головки, к-рая надавливает на настилку и матричную папку. Сближение талера и головки реализуют применение рычагов, получающих движение от мотора или пистона насоса, получающего движение от воздушного компрессора или масляного насоса. Пневматические presses (например системы Хо) при давлении до 25 *m* дают матрицу в несколько минут. Механические presses получили одно время распространение в Германии. Прототипом их были тигельные и золотарные presses. Давление одновременное и равномерное по всей поверхности матрицируемой формы достигается путем сближения двух поверхностей: талера, несущего форму и матричную папку, и головки. Сближение м. б. под нек-рым углом (тигельные и конгревные presses); это нерационально, т. к. часть поверхности формы подвергается давлению раньше, чем остальная, т. о. вызывает неравномерное тиснение очка и неравномерный износ шрифта. Таковы presses сист. Виктория, Рокштро, Геркулес и др. Давление 160—180 *кг/см²*. Механические presses Ман, Франкенталь, Фомаг имеют уже перпендикулярный ход при максимальной параллельности талера и головки. Регулировка затруднена. Давление от 750 до 1 200 *m*, а в среднем ок. 400 *кг/см²*. Матрицируемая печатная сильно форма страдает, так как давление ограничивается главным образом эластичностью настилки.

Гидравлические presses работают по принципу обычных гидравлических presses (см.). Их основное преимущество — точная регулировка давления для любого формата и характера печатной формы с меньшей зависимостью от эластичности настилки. Давление может выключаться автоматически по достижении определенной высоты. Толчкообразное поднятие талера пресса исключается применением насосов двойного действия. Presses с четырьмя колоннами обеспечивают более равномерное давление по всей поверхности, чем presses с двумя колоннами, в особенности если матрицируемая форма не лежит посреди талера (presses Фомага). Для горячего тиснения талер снабжен электронагревом, возможна авторегулировка нагрева. Пароэлектрич. нагрев более надежен, чем электрический. Для отсасывания паров воды, образующихся при нагреве матричной папки, в головке пресса устраивают отсасывающие приспособления.

А. Троицкий.

Отливка стереотипа. Матрица, изготовленная одним из вышеуказанных способов, служит формой для изготовления стереотипа. Для отливки стереотипа необходимо прежде всего подготовить надлежащим образом гарт (см.), от качества к-рого в значительной степени зависит успех отливки. Гарт по своему составу зависит от того, для какой печати готовится стереотип. Для малотиражной плоской печати, для к-рой чаще всего употребляется лучшая глазированная бумага, требуется более мягкий гарт, а для многотиражной ротационной печати, для к-рой употребляется более жесткая бумага, изготавливается гарт более выносливый, более твердый. В наших типографиях для отливки плоского стереотипа делается сплав из 80 % свинца, 15 % сурьмы и 5 % олова; $t_{пл.}$ 270—280°. Для ротации гарт делается из сплава 72 % свинца, 23 % сурьмы и 5 % олова при $t_{пл.}$ 300—310°. Качество гарта должно проверяться в лаборатории. Отклонение от рецепта, а также перегрев или недогрев гарта всегда дают неудовлетворительные результаты при отливке стереотипа. Для отливки плоских и ротационных стереотипов употребляются специальные аппараты, конструкции которых различны. Так как плоские стереотипы изготавливаются почти исключительно для книжной печати и число отливок с одной матрицы бывает незначительно, то аппараты для отливки таких стереотипов должны преследовать гл. обр. одну цель — дать возможно высокое качество отлитой формы: четкое очко, идеально ровную поверхность без углублений или выступов. Вопрос скорости отливки такого стереотипа имеет второстепенное значение, тогда как ротационный стереотип, к-рый предназначен гл. обр. для печати газет, должен производиться в кратчайший промежуток времени, притом часто в огромном количестве экземпляров. Аппараты для отливки плоских стереотипов просты по своему устройству и мало чем отличаются от обыкновенных отливочных станков. Вложенная в станок и закрепленная матрица закрывается крышкой, к-рая закрепляется специальным винтом. В устье станка ровно и непрерывно вливается расплавленный металл. Через 4—5 мин. по заполнении формы, когда металл застынет, поднимается крышка станка, снимается матрица, а еще через 2—3 мин. вынимается отлив и проверяется его качество. Заостренное и блестящее очко шрифта свидетельствует о хорошем качестве отлива, ровное, темное очко и

трещины, впадины и возвышения указывают на негодность отливной формы. Со времени изобретения печатных ротационных машин на аппаратах, близких по своей конструкции к аппаратам, употребляемым для отлива плоских стереотипов, стали отливать полукруглые стереотипы. Однако медленная работа на этих аппаратах заставила вскоре искать выход в изобретении аппарата, к-рый давал бы массовый отлив с одной матрицы в самый короткий период времени. Такой аппарат сконструировал в 1900 г. Вууд, стереотипный станок к-рого автоматическим образом отливает с одной матрицы неограниченное количество стереотипов с затратой на каждый отлив $\sim 1/2$ мин. Аппарат этот известен под названием «автоллейта» (см.). В настоящее время автоллейты являются наиболее употребительными аппаратами и вызвали целый ряд подражаний со стороны герм. з-дов. По иной системе сконструирован автоматич. аппарат Винклера. Этот аппарат работает столь же быстро, но дает еще более чистый и точный отлив, почти не требующий отделки. Дальнейшее усовершенствование этого аппарата конструкторами фирм Фомаг и Ман сделали этот аппарат наиболее распространенным. (Между прочим эти аппараты работают в типографиях газет «Правда», «Известия» и других советских газетах.) Для газет с небольшим тиражом более пригодны менее сложные и более дешевые аппараты системы «Цито». С изобретением быстроотливных и точнодействующих стереотипных станков выпуск изданий, особенно газет, даже многомиллионным тиражом более не вызывает никаких затруднений.

Гальванизация стереотипа. Гартовый стереотип не выдерживает б. или м. значительного тиража, в то время как ротационная печать применяется исключительно при многотиражной печати. Чтобы сделать стереотип более устойчивым, на его печатную поверхность осаждают в гальваностегической ванне слой металла (гл. обр. никеля, железа или хрома) такой толщины, к-рая придает бо очку необходимую устойчивость, но без утолщения литеры или штриха. Успех гальваностегии стереотипа зависит в огромной степени не только от процесса гальванизации, к-рый производится обычным путем (см. *Гальванотехника*), но и от безукоризненной очистки (декапирования) стереотипной формы от жиров и прочих посторонних осадков до погружения ее в гальваностегическую ванну. Эта очистка должна дать полную однородность покрываемой поверхности стереотипа, на к-рой не д. б. неравномерных переходных сопротивлений, вызываемых присутствием жиров и окисей. Гальваностегия стереотипа при помощи одного из металлов (наибольшую устойчивость придает хромирование) дает возможность делать неограниченное число оттисков без ухудшения качества печати, наоборот, при надлежащем качестве гальваностегии печать дает лучшие результаты, чем при печатании с гартовой формы. **К. Кузьминский.**

СТЕРЕОТИПНОЕ ДЕЛО, см. *Стереотипия*.
СТЕРЕОФОТОГРАММЕТРИЯ, см. *Фотограмметрия*.

СТЕРЕОХИМИЯ, отдел химии, задачей к-рого является изучение расположения атомов, составляющих молекулу, в пространстве и динамике их взаимодействия и взаимовлияния. В соответствии с этой задачей С. в настоящее время представляет собой стройную систему званий, охватывающую не только достижения

химии, но и в очень большой мере использующую достижения физики и кристаллографии.

Потребность в стереохимич. представлениях появилась у химиков вместе с созданием атомистической теории. В самом начале 19 века вместе с созданием атомистической теории Дальтоном Болластон высказал ту мысль, что химия должна стремиться не только изучать качественный и количественный состав соединений, но также и пространственные формы, в которых атомы в соединениях сочетаются. Бесспорным доказательством того, что атомы, составляющие молекулу, расположены не в одной плоскости, а в пространстве, явились вещества, вращающие плоскость поляризации света, т. н. оптически деятельные вещества, в растворе, в жидком состоянии и в парах (см. *Вращение плоскости поляризации* и *Спр. ТЭ*, т. VIII, стр. 6, раздел V). Уже в 1831 г. Берцелиус упоминает оптическую деятельность левой винной к-ты в растворе. Давно известна также вращательная способность терпентинного масла в жидком состоянии и в парах. В 1848 г., т. е. примерно за одиннадцать лет до создания теории строения углеродистых соединений Кекуле, Купером и Бутлеровым, Пастер открыл первый случай оптич. *изомерии* (см.) на примере винных к-т (см. также ниже). Несколько позднее он совершенно правильно объяснил пространственное строение правой и левой винных к-т и их одинаковую по величине, но противоположную по знаку вращательную способность тем, что их молекулы в смысле своего пространственного строения относятся друг к другу, как предмет к своему зеркальному изображению (см. *Винные кислоты*). Кроме открытия оптич. изомерии и ее правильного в общей форме объяснения Пастер дал методы получения оптически деятельных веществ из рацемических. Создание и развитие теории строения позволило конкретнее подойти к вопросу о пространственном расположении атомов, составляющих молекулу. Такое совершенно конкретное решение этого вопроса дали независимо друг от друга и почти одновременно в 1874 г. Вант-Гофф и Ле-Бель. Самый термин С. предложен В. Мейером.

Гипотеза Вант-Гоффа, быстро развившаяся в теорию тетраэдрич. строения углеродного атома или теорию *асимметрического углерода* (см.), легла в основу т. н. классич. С. Эта теория и до сего времени имеет большое актуальное значение в науке. Исследования структур углеродистых соединений рентгеноскопич. методом в наше время действительно подтверждают правильность основного положения классич. С. о том, что четыре валентности углеродного атома направлены к четырем вершинам тетраэдра, в центре которого находится углерод (см. *Асимметрический углерод*). Если четыре заместителя, связанных с центральным углеродом, различны, получается т. н. асимметрич. углерод; и вся молекула становится асимметричной; при этом она делается способной вращать плоскость поляризации света. При наличии в молекуле одного асимметрического углерода получаются два оптически деятельных изомера—правый и левый,—обозначаемых буквой *d* и *l*. Правый и левый изомеры характеризуются полной одинаковостью своих физических и химических свойств. Они отличаются только вращением плоскости поляризации, энантиоморфизмом многогранников в случае кристаллизации, отношением к асимметрическим веществам и ферментам и своими физиологическими

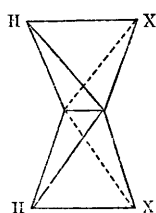
свойствами. При наличии нескольких асимметрических углеродов в молекуле число изомеров в самом общем случае вычисляется по формуле 2^n , где n —число асимметрич. атомов углерода. Так, при наличии 4 асимметрических углеродов получается 16 изомеров. Пример—гексозы:

$\text{CH}_2\text{OH} \cdot \overset{*}{\text{C}}\text{HON} \cdot \overset{*}{\text{C}}\text{HON} \cdot \overset{*}{\text{C}}\text{HON} \cdot \overset{*}{\text{C}}\text{HON} \cdot \text{CHO}$ (звездочкой отмечены асимметрич. атомы). Для частного случая одинаковости асимметрич. углеродов число изомеров вычисляется по формулам: а) 2^{n-1} —нечетное число асимметрич. углеродов; пример—триоксиглutarовые к-ты: $\text{COOH} \cdot \overset{*}{\text{C}}\text{HON} \cdot \overset{*}{\text{C}}\text{HON} \cdot \overset{*}{\text{C}}\text{HON} \cdot \text{COOH}$ —4 изомера и

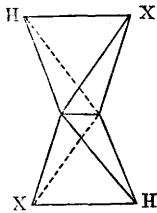
б) $2^{n-1} (2^n + 1)$ —четное число асимметрич. углеродов; пример—винные к-ты: $\text{COOH} \cdot \overset{*}{\text{C}}\text{HON} \cdot \overset{*}{\text{C}}\text{HON} \cdot \overset{*}{\text{C}}\text{HON} \cdot \overset{*}{\text{C}}\text{HON} \cdot \text{COOH}$ —3 изомера.

Изучение оптически деятельных веществ, методов их синтеза, их свойств и химич. превращений в связи с пространственным строением и составляет одно из основных направлений С. Оптич. активностью обладают весьма многие вещества растительного и животного происхождения—сахара, белки, терпены, алкалоиды и мн. др. вещества более простого состава (молочная к-та, аспарагин, винные к-ты, амиловый алкоголь и др.). Т. о. вопросы пространственного строения молекул глубоко проникают в область биол. химии и биологии. Примером блестящего применения теории асимметрич. углерода на практике являются определение пространственного строения молекул сахаров и их синтез, сделанные гл. обр. Э. Фишером еще в 90-х гг. 19 века.

Из основного положения классич. С., что углеродный атом м. б. изображен тетраэдром в общем случае неправильным и в частном случае—при одинаковости четырех заместителей—правильным и что валентности его лежат попарно в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, вытекает другое, также основное направление развития С.—именно учение о геометрич. изомерии, иначе называемой цис-транс-изомерией. Фиг. 1 и 2 показывают, что

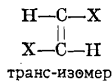


Фиг. 1.



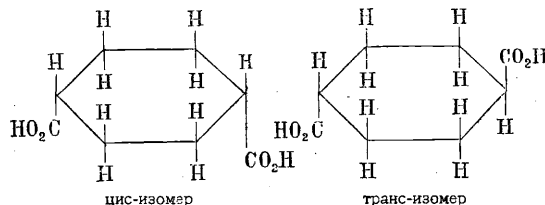
Фиг. 2.

при соединении двух атомов углерода двойной связью возможны два изомера (фиг. 1—цис-изомер, фиг. 2—транс-изомер). В проекции будем иметь такое построение:

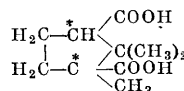


В то время как физич. и химич. свойства оптич. антиподов одинаковы, кроме перечисленных выше, геометрич. изомеры отличаются, правда, в большинстве случаев не очень резко, всеми своими физич., химич., а во многих известных случаях и физиологич. свойствами, что вполне понятно, учитывая различие внутримолекулярных расстояний у геометрич. изомеров между

отдельными группами атомов или атомами, составляющими молекулу. Классич. пример—масляная (цис-соединение) и фумаровая (транс-соединение) к-ты общей ф-лы $\text{COOH} \cdot \text{CH} : \text{CH} \cdot \text{COOH}$. Теория геометрической изомерии этиленовых соединений построена Вислиценусом (1887 г.). В 1888 г. эта теория распространена Адольфом Байером на область полиметиленовых соединений. Классический пример—гексагидротерефталевые к-ты. Из их строения видно, что атомы углерода располагаются в одной плоскости (атомы углерода кольца опущены)



также видно, что все другие группы и атомы располагаются над или под плоскостью, в к-рой расположены центры углеродов, составляющих кольцо. Случаи геометрич. изомерии такого типа также очень распространены у углеродистых соединений как более простого строения, вроде только что рассмотренных, так и у более сложных соединений: терпенов и алкалоидов. Обычно в молекулах более сложного строения мы наблюдаем сочетание оптич. и геометрич. изомерии вместе. Аскал подробно изучил такое сочетание на примере камфорных кислот:

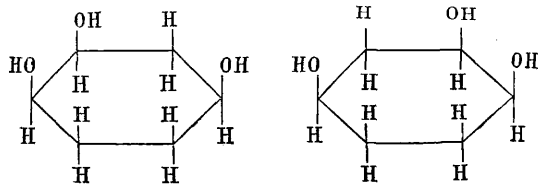


Здесь возможны (и известны) два геометрич. изомера, из к-рых каждый дает пару антиподов, т. е. всего существуют четыре оптич. изомера. Выработаны методы определения строения геометрических изомеров. С. развила далее теорию строения молекул с несколькими двойными связями, вовсе без двойных связей, но с т. н. благоприятными положениями, с тройными связями, теорию разрыва двойной связи и перехода от геометрич. изомерии к оптич., теорию напряжения кольчатых систем в зависимости от величины отклонения валентности от их нормального положения в правильном тетраэдре с углом в $109^\circ 28'$, непосредственно прилегающую к ней теорию бициклич. систем. Все это вместе с основными положениями о б. оптич. и геометрич. изомерии и составляет предмет т. н. классической С. Сюда же близко примыкают и все те явления, которые составляют предмет т. н. С. без стереоизомерии, т. е. все те явления, к-рые м. б. объяснены проявлением фактора пространственного влияния на протекание химич. процесса, но к-рые не связаны с явлением изомерии. Приведенными выше классическими примерами область пространственной изомерии по современным данным далеко не исчерпывается. Прежде всего ныне приобрело огромное значение выдвинутое еще Пастером в общей форме положение о том, что оптическая деятельность соединения зависит от асимметрического строения всей молекулы. Это же положение было намечено уже и Вант-Гоффом в его так называемом втором случае асимметрии, т. е. асимметрии таких молекул, кото-

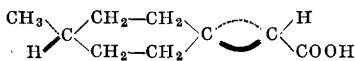
рые не имеют ни одного асимметрического углерода:



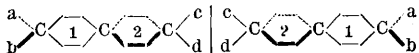
Такой тип молекулы—производного аллена—может иметь два оптич. изомера. Тонкими линиями на схеме обозначены те линии, к-рые лежат в плоскости бумаги, жирными—те, к-рые выдаются вперед, а пунктиром—те, к-рые уходят назад. Кольца располагаются взаимно перпендикулярно. Ныне мы можем привести ряд типичных примеров асимметрии и оптич. изомерии, полученной экспериментально, без асимметрич. углеродного атома: инозиты



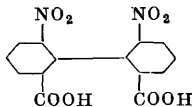
1-метилциклогексиден-4-уксусная кислота



и ее производные, изученные Перкиным и Помом и др. начиная с 1907 г., спироцикланы общего типа:



соединения типа динитродифеновых к-т:

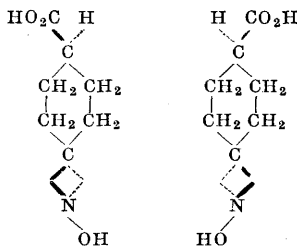


(на схеме левое кольцо находится в плоскости бумаги, правое—перпендикулярно к ней и рассекается плоскостью бумаги пополам). Последний пример 6,6'-динитродифеновой кислоты далее всех отошел от основных положений классич. С. Здесь оптич. изомерия возможна только вследствие взаимовлияния групп NO_2 и COOH , обуславливающих фиксированное положение в пространстве колец дифенила и препятствующих свободному вращению колец дифенила вокруг оси (простая связь между кольцами дифенила). Область подобных соединений и более сложного состава и строения изучена ныне очень тщательно и не только со стереической, но и с динамич. точки зрения в связи с явлениями рацемизации. Оптич. изомерия без асимметрии углеродного атома ныне представляет собою уже целую большую область С., к-рая несомненно найдет себе большие применения при изучении веществ, имеющих биологическое значение,—белков, алкалоидов, терпенов наиболее сложного строения, глюкозидов и т. д. Эта теория широко применяется и в области комплексных соединений (см. ниже). Стереохимич. представления широко охватили и соединения других элементов. В области органических соединений особенно развита С. азота. Давно доказана геометрическая изомерия у оксимов (альдозимов и кетоксимов), диоксимов, гидразонов и диазосоединений. Тип изомерии (принимая во внимание азот, связанный двойной связью) в этих случаях близок

к геометрич. изомерии этиленовых соединений:



Оксиминокислоты при этом дают пример асимметрии молекулы без асимметрич. атома по типу, близкому к изомерам метилциклогексиденуксусной к-ты:



Пространственное расположение валентностей пятивалентного азота подтверждается оптической деятельностью соединений типа: $\text{JN}(\text{CH}_3) \cdot (\text{C}_3\text{H}_5)(\text{C}_6\text{H}_5)(\text{C}_6\text{H}_7)$ —идистый метилаллилфенилбензиламмоний. В последнее время принимается, что даже три валентности азота, связанные простыми связями, лежат не в одной плоскости, что долгое время оспаривалось. Ныне доказано пространственное расположение валентностей еще для следующих элементов: Si, Sn, P, As гл. обр. по типу:



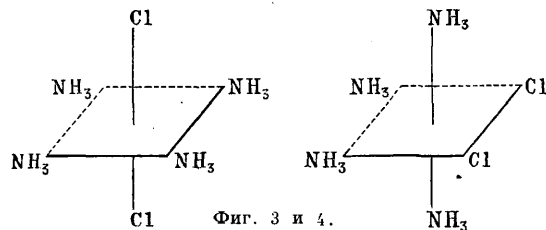
Be, B, Cu, Zn гл. обр. по спировому типу:



Co, Cr, Fe, Rh, Ir, Pt, Al, Ru, Ni, Cu, As, отчасти Pb и Te гл. обр. по типу координационно построенных комплексных соединений (см. ниже). Кроме того в более сложных соединениях, напр. гетерополикислотах, можно предполагать стереоизомерию вольфрамовых, молибденовых и др. соединений. Т. о. в настоящее время стереоизомерия доказана примерно для 25 % известных нам элементов.

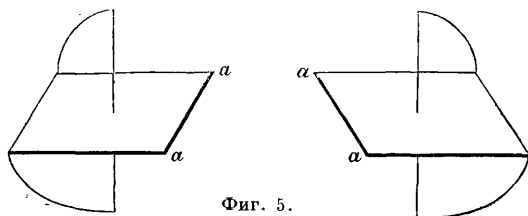
Блестящее развитие стереохимич. представления получили в области комплексных соединений на основе координационной теории А. Вернера. Опираясь на данные химич. и аналитико-химич. реакций, на данные электропроводности, на отношение к поляризованному свету, а в последнее время на избирательное светопоглощение и рентгеноскопию, современная С. представляет себе пространственное строение комплексных соединений: так напр. известны два изомера комплекса $\text{CoCl}_2 \cdot 4\text{NH}_3$ —один зеленый, другой фиолетовый (красно- и фиолетосоли). Оба содержат кобальт в составе комплексного иона. Из трех атомов хлора у обоих комплексов можно без нагревания при осторожном ведении реакции осадить азотнокислым серебром только один атом хлора. Следовательно только один атом хлора в этих комплексах существует в растворе как свободный ион; два других атома, так же как и кобальт, входят в состав комплексного иона. Четыре молекулы аммиака также входят в состав комплексного иона. По данным электропроводности каждый из этих изомеров состоит из двух ионов. Отсюда оба изомера должны иметь строение $[\text{Co} \cdot 4\text{NH}_3 \cdot \text{Cl}_2]\text{Cl}$, где все, что заключено в прямые скобки, составляет один положительно заряженный ион, а атом хлора, стоя-

ший за скобками, существует в виде отрицательного иона. Такое расположение и называется *к о о р д и н а ц и е й* атомов и атомных групп в комплексе, в его внутренней сфере (заключена в скобки). Координационное число—в данном случае 6—отвечает четырем молекулам аммиака и двум атомам хлора (сумма = 6), непосредственно связанным с центральным атомом. Изомерию зеленого и фиолетового соединений можно объяснить только различием пространственного строения положительного иона, в данном случае так наз. внутренней сферы комплекса. Для координационного числа 6, наиболее часто встречающегося у комплексов, Вернер предложил геометрич. фигуру в виде октаэдра, причем 4 атома аммиака и 2—хлора поместил на вершинах октаэдра, а кобальт—в его центре. При этом возможны только две формы расположения (фиг. 3 и 4). Внутримолекулярные реак-



Фиг. 3 и 4.

ции, отчасти аналогичные тем, к-рыми С. пользуется для доказательства *цис-транс*-изомерии у этиленовых и полиметиленовых соединений, заставляют принять для зеленого соединения фиг. 6, для фиолетового—фиг. 7 и назвать первое *транс*-изомером, т. к. в нем атомы хлора расположены по разные стороны плоскости, в к-рой расположены центр тяжести атома кобальта и молекул аммиака, а второе—*цис*-изомером. Ныне такое строение комплексов подтверждается и данными избирательного светопоглощения и рентгеноскопическими данными. Подобных примеров *с т е р е о и з о м е р и и* ныне у комплексов известно очень много. Все это составляет особую область С.—геометрич. или *цис-транс*-изомерию комплексных соединений. Оптич. изомерия комплексных соединений, так же как и геометрич., составляет сейчас большую область С. Пример оптич. изомерии—«ен»-группа, занимающая два координационных места, напр. в молекуле этилендиамина $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ (фиг. 5: *а*—обычно Cl, Br, NO_2

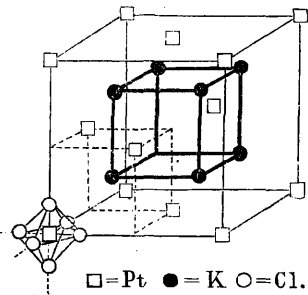


Фиг. 5.

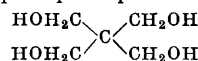
и др.). Здесь налицо оптич. изомерия без асимметрич. атома. Подобного рода типы изомерии, а также и нек-рые другие типы установлены ныне для комплексных соединений целого ряда элементов.

С. в последнее время получила весьма серьезные подтверждения правильности ее положения в рентгеноскопич. исследовании углеродистых и минеральных соединений: рентгеновская структура алмаза дает для атома углерода правильный тетраэдр; рентгеновская структу-

ра графита показывает, что атомы углерода образуют шестиленные кольца. Рентгеноскопия действительно доказала цепеобразное строение жирных к-т. Стереохимическое координационное строение комплексных соединений прекрасно доказано рентгеноскопически. Фиг. 6 изображает рентгеновскую структуру комплексного соединения K_2PtCl_6 . В левом нижнем углу изображен комплексный ион $[\text{PtCl}_6]$, к-рый, как показывает рентгенограмма, имеет определенное октаэдрическое строение. Очень ценным в применении рентгеноскопии к изучению пространственного расположения атомов является то, что она позволила С. изучать кристаллич. состояние и вместе с тем дала методы определения расстояний между атомами. Рентгеноскопия позволила даже заглянуть в строение таких сложных структур, как клетчатка и каучук. Есть однако моменты, в к-рых рентгеноскопич. анализ не может дать на данном этапе определенного ответа о пространственном расположении атомов. Пример—строение пентаэритрита



Фиг. 6.



и его производных. Частично подобные трудности при применении рентгеноскопии к изучению пространственного строения молекул происходят от того, что даже относительно простые молекулы часто не входят в кристалл с наивысшей симметрией, к-рую допускают их структурные ф-лы. Потребуются еще глубокая работа С., физики и кристаллографии, чтобы справиться с рядом трудных проблем на границе этих наук, где самое понятие химич. молекулы подвергается глубочайшей ревизии и пересматривается в различных направлениях вместе с пересмотром понятия химич. средства.

В процессе своего развития С. естественно выдвинула целый ряд динамических проблем первостепенной важности. Эти проблемы навсвоез проникают все учение о пространственном расположении атомов. Молекула как динамическое целое не может быть рассматриваемая вне движения, как неподвижная модель. Динамика в процессе образования стереоизомеров и во всем взаимодействии атомов друг на друга ярко выступает во всем развитии С., начиная с Ле-Беля с его динамич. представлениями об асимметрии и Пастера, к-рый открыл явление рацемизации и методы расщепления рацематов на оптически деятельные компоненты. Главнейшие из динамических проблем С.—это рацемизация и ауторацемизация, перегруппировки геометрич. изомеров (этиленовых, полиметиленовых и комплексных соединений), оптич. инверсия (т. н. *Вальдена обращение*, см.), изомеризация циклов, стерич. препятствия, асимметрич. синтез и др. Рацемизация состоит в том, что правый или левый изомер обыкновенно под влиянием нагревания, действия щелочей, к-т и других химич. и физич. агентов переходит в свой антипод; при этом оптич. деятельность становится равной нулю. При из-

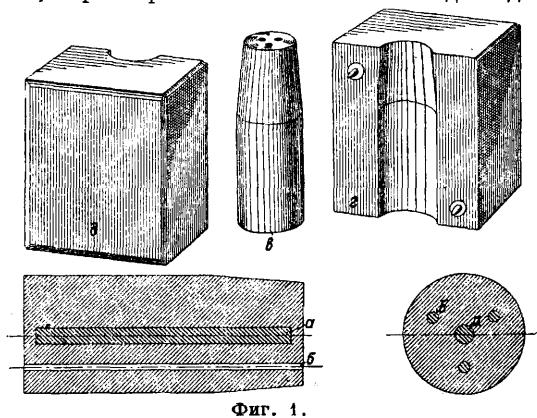
вестных условиях можно бывает выделить рацемич. соединение, которое представляет собой непрочное молекулярное соединение правого и левого изомеров, в кристаллич. виде отличающиеся во многих случаях иным содержанием кристаллизационной воды по сравнению с оптич. антиподами и обладающее иными физич. константами— $t_{D, D}^{\circ}$, уд. в. и др. С точки зрения пространственной, для того чтобы оптич. изомер перешел в свой антипод, достаточно, чтобы два заместителя у асимметрич. углерода поменялись своими местами. Изучена и кинетика явлений рацемизации. При геометрич. перегруппировках также происходит обмен местами заместителей, причем цис-изомер переходит в транс-изомер. Этот процесс также происходит обычно или под влиянием нагревания, или действия света, или действия различных химич. агентов. Так же, как и рацемизация, он идет часто в самом процессе синтеза. Геометрич. перегруппировки достигают различных пределов. Рацемизация может идти в ряде случаев, как напр. у хлор- и бромпропионовых эфиров, у бромантарных эфиров, у многих комплексных соединений и пр., сама собой—просто при стоянии. Тогда она называется ауто рацемизацией. Сами собой могут происходить и геометрич. перегруппировки. Несмотря на большое количество (свыше 25) теорий, предложенных для объяснения вальденовского обращения, мы до сего дня не имеем надежного критерия для того, чтобы судить, в какой из реакций, в первой или второй, произошло изменение конфигурации в пространственно противоположную. Вальденовское обращение изучено на многочисленных объектах и с различными агентами. Проблема пространственных перегруппировок в различных их видах является актуальнейшей проблемой современной С. Она является как бы частью обширнейшей проблемы химии—динамики внутримолекулярных реакций,— процессом изомеризации и процессов замещения. Молекула несомненно представляет собой динамич. целое, способное к различного рода внутримолекулярным перегруппировкам, определить направление к-рых и является интереснейшей задачей химии и с теоретич. и с практич. точки зрения для правильного направления синтеза нужных нам веществ. В С. мы всегда должны учитывать возможность перегруппировки и принять ее во внимание при определении строения. С динамич. точки зрения заслуживает особого внимания и проблема асимметрич. синтеза. В природных условиях синтез протекает в большинстве случаев так, что в организме растения напр. непосредственно образуются правые или левые конфигурации веществ. Так образуются оптически деятельные белковые вещества, сахара и др. В условиях лаборатории обычно при синтезе правая и левая формы соединения образуются в равных количествах (см. *Асимметрический углерод*), и оптически деятельные формы мы получаем обычно путем расщепления рацемического соединения на оптич. деятельные компоненты. Однако за последнее время мы имеем целый ряд работ, до известной степени разрешающих эту интереснейшую проблему. Очень ценны в этом отношении последние, сделанные уже в тридцатых годах работы Куна и Брауна, а также Митчелля, основанные на применении при синтезе кругового поляризованного света с длинами волн, отвечающими избирательной абсорбции синтезируемых продуктов.

С. выдвинула еще целый ряд проблем, также динамич. характера, как зависимость величины вращения от состава и строения молекул, от их насыщенности и ненасыщенности, от циклич. замыкания, от растворителя, от избирательного светопоглощения и пр. При этом поставлен вопрос о минимуме асимметрии, необходимом для создания в молекуле вращательной способности. Ныне эти проблемы на основе новейших представлений о природе химического средства и образовании молекул приобретают особо интересное направление.

Подходя к изучению пространственного расположения атомов и динамики их взаимодействия самыми разнообразными методами, современная С. решает т. о. важнейшую теоретическую проблему естествознания. Вместе с тем она дает в руки химика методы синтеза, имеющие первостепенное практич. значение. Синтез сахаров и других углеводов, терпенов, алкалоидов для своего решения требует непременно стереохимич. подхода. Будущее синтеза—синтез белковых веществ—неразрывно связано со С. и ее методами исследования. Терапевтич. действие на наш организм алкалоидов, терпенов и камфоры, имеющее огромное значение в медицине, для полного понимания этих процессов несомненно потребует учета данных С. В медицине на С. основаны известные работы Эрлиха по вопросу о борьбе организма с ядами. С. сыграла большую роль в изучении процессов брожения и различных процессов, связанных с действием энзим. Являясь по существу глубоко теоретическим отделом химии, уже и теперь С. дала ряд ценных практич. достижений. В дальнейшем развитии науки и техники ее практич. значение должно все более и более возрастать вместе с более глубоким внедрением теории в практику, вместе с более глубоким их взаимопроникновением.

Лит.: В а н т-Г о ф ф, Расположение атомов в пространстве, М., 1911; Ч у г а е в Л., О химическом строении комплексных соединений, СПб., 1909; У с п е н с к и й А., Теория асимметрии молекулы, «ЖРФХО», часть химич., т. 45, отд. 2, стр. 4, СПб., 1913; В а л ь д е н П., Прошлое и настоящее стереохимии, Л., 1926; У с п е н с к и й А., Вальденовское обращение, Л., 1926; «Труды Ин-та химич. реактивов», вып. 13—Комплексные соединения, М.—Л., 1933; Р и х т е р Ф., Последние успехи в области стереохимии, «Успехи химии», М., 1933; W e r n e r A., Lehrbuch der Stereochemie, Jena, 1904; P f e i f f e r P. in A. Werners Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie, Brschw., 1923; Wittig G., Stereochemie, 1929 (готовится русский перевод). А. Успенский.

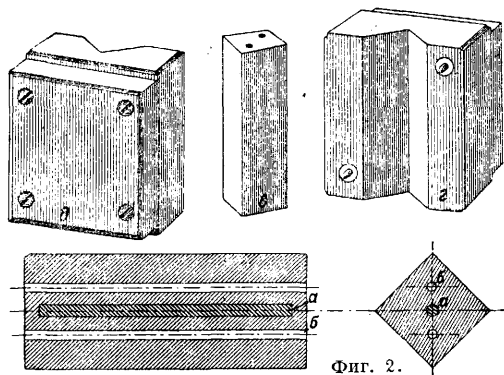
СТЕРЖНЕВОЕ ДЕЛО, изготовление стержней, к-рые применяются в литейном деле для



Фиг. 1.

образования отверстий и внутренних полостей в отливках. В большинстве случаев стержни

готовятся в стержневых ящиках, внутренняя полость к-рых представляет собой точное очертание внешней поверхности стержня. Стержневой ящик должен иметь один или несколько разъемов, чтобы легко можно было вынуть стержень из стержневого ящика. На фиг. 1 дано изображение стержневого ящика для круглого стержня: а—сердечник, б—отдых, в—стержень, г—верхняя часть ящика, д—нижняя часть; на фиг. 2—для квадратного



Фиг. 2.

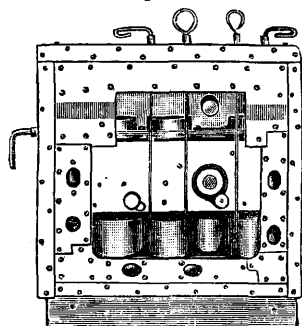
стержня (обозначения те же, что и на фиг. 1); на фиг. 3—для колена, где а—сердечник, б—восковой шнур, в—стержень. В виду того что стержень со всех сторон окружен металлом, вентиляция стержней приобретает особо важное значение, т. к. недостаточное внимание к этому вопросу служит причиной брака значительного числа отливок. Вентиляция стержней производится гл. обр. посредством закладывания в стержень проволочек (на фиг. 4 показан стержневой ящик в рабочем положении с прокладками для вентиляции перед заполнением его стержневым песком). В крупных стержнях для увеличения газопроницаемости и для облег-



Фиг. 3.

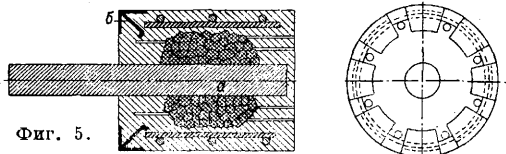
чения веса стержня прибегают к закладыванию кокса а (фиг. 5) в середину стержня; б—закалочная плита. От стержней кроме того требуется еще и большая податливость, так как при остывании металл уменьшается в объеме (садится) и давит на стержень. Если стержень не обладает податливостью, то в отливке могут появиться трещины. Податливость стержней (в особенности представляющих собой тела вращения) усиливают тем, что каркас стержня (патрон) обматывают одним или двумя рядами соломенного жгута; на соломенный жгут с помощью шаблона наносят слой глины, после чего стержень поступает в сушилку. В процессе

сушки соломенный жгут частично истлевает, и образовавшиеся вследствие этого пустоты увеличивают, с одной стороны, газопроницаемость, а, с другой, —также податливость стержневой массы. В большинстве случаев в литейной практике стержни подвергаются б. или м. значительному ферростатическому давлению металла, а потому от них требуется соответствующая прочность. Из-за этого применение стержней в сыром виде очень незначительно и ограничивается областью мелких отливок. В большинстве случаев стержни применяют сухими. Чтобы придать стержню соответствующую прочность, при изготовлении его применяют провололочные или чугунные каркасы, являющиеся скелетом стержня (фиг. 6, где а—чугунный каркас, б—железные острия, в—железные дужки).



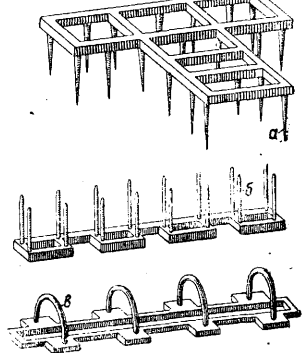
Фиг. 4.

Материалом для изготовления сырых стержней служит тот же формочный материал, что



Фиг. 5.

и для изготовления опок. Сухие стержни готовят из тощего песка (если они небольшие и набиваются в стержневых ящиках) или же из очень жирной земли, почти чистой глины (гл. обр. крупные стержни и те, к-рые готовят по шаблону). Иногда конструкция отливок не позволяет применять стержни с провололочными каркасами, например при изготовлении радиаторов, автомобильных цилиндров и т. п., т. к. удаление таких стержней чрезвычайно удорожило бы отливку. В подобных случаях стержни готовят из кварцевого песка, к-рому прибивают различные связывающие вещества, например льняное масло (наилучшее связывающее вещество) и его суррогаты, патоку, канифоль, декстрин.



Фиг. 6.

| I | | II | |
|-------------------------|--------------------|---------------------|--|
| Речной песок | 0,5 м ³ | 2 ч. речного песка | |
| Масло льняное | 10 кг | 1 ч. песка красного | |
| Канифоль | 5 кг | ного | |
| Патока | 8 кг | 1 1/2 — 2% масла | |
| Декстрин | 3—4 кг | льняного | |
| | | 1% декстрина | |

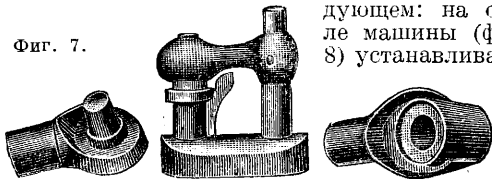
Выше даны два примерных рецепта состава стержневой массы с льняным маслом, хорошо оправдавших себя на практике. Льняное масло может быть с большим или меньшим успе-

хом заменено различными суррогатами, из которых наиболее распространены сульфатный шлоко, различные минеральные масла в смеси с льняным маслом. В смысле прочности и других качеств стержни с суррогатными вяжущими веществами мало в чем уступают стержням, изготовленным из стержневой массы с льняным маслом, но они обладают гигроскопичностью в значительно большей степени, нежели льняные стержни, и потому не могут лежать в запасе по нескольку дней. Для экономии расходования связующего масла песок д. б. свободен от извести, глины, солей и разн. к-т. Большое значение имеет и выбор воды, употребляемой для увлажнения стержневой массы, так как загрязненная к-тами и другими вредными примесями вода губительно действует на качество стержней, изготовленных из очень хорошего песка. Проведенные в Англии исследования местных песков показали, что прочность стержней при одном и том же расходе масла (2%) изменялась в пределах 5—24 кг/см². Выбор песка зависит от рода связывающего вещества, напр. для льняного масла песок должен иметь такую зернистость, чтобы не менее 70% зерен имели диам. 0,2—0,3 мм при условии, чтобы в нем не было зерен меньше 0,1 и больше 0,5 мм. Химич. состав должен удовлетворять следующим требованиям: 99% SiO₂ и не более 1% Al₂O₃.

Сухие стержни обязательно красят формочными чернилами, за исключением очень мелких стержней (до 10 мм в диам.). Окраска производится или просто кисточкой, или пульверизацией, или же погружением стержня в чернила. Помимо обычных формочных чернил для окраски стержней применяют раствор талька, магнезии и т. п. В последних случаях стержни получают белую окраску, на которой рельефно выступают дефекты стержня вроде трещин и т. п. При массовом изготовлении стержней ручной труд заменяется машинным как наиболее полно обеспечивающим точность, однородность продукции и наиболее высокую производительность.

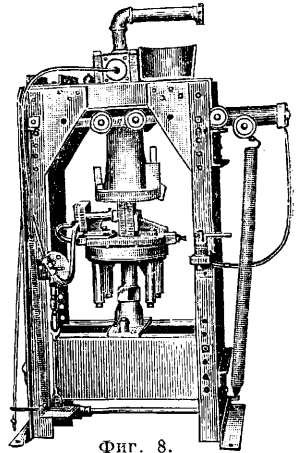
Для изготовления круглых и призматич. стержней применяют машины, аналогичные машинам, применяемым в колбасном производстве. Гораздо более совершенным представляется способ приготвления стержней посредством вдвигания стержневой массы в соответствующий стержневой ящик; этим способом можно готовить стержни самых разнообразных очертаний (фиг. 7). Способ работы заключается в следующем: на столе машины (фиг. 8) устанавливают

Фиг. 7.



соответствующий стержневой ящик, затем на него опускают верхний кожух и начинают вдвигать стержневой песок посредством сжатого воздуха. Сжатый воздух, проходящий через стержень при его изготовлении, делает последний достаточно пористым, не уменьшая в то же время его прочности. Производительность подобной машины (Деммлер) для небольших стержней составляет ок. 200 шт. в час. Машина расходует 0,4—0,6 м³ воздуха в мин. при давлении 5—6 атм для песчаных стержней и 6—7 атм для стержневой массы с примесью

глины. Машина может готовить стержни 25—250 мм в длину и 25—180 мм в ширину. За последнее время стержневые работы расширяют область своего применения: стремятся получить посредством стержней не только внутреннее, но также и внешнее очертание формы. Это дает целый ряд преимуществ: быстроту исполнения, возможность пользования трудом необученных рабочих для производства сложных формочных работ, гарантию точности работы, уменьшение брака, большую производительность площади и рабочей силы, а также значительную экономию в расходах на инвентарь. Главная работа в данном случае падает на долю конструктора-литейщика, к-рый должен так сконструировать стержневые ящики, чтобы отдельные стержни легко можно было собрать, установить и проверить шаблоном правильность установки их. Недостатками этого способа являются обязательная сушка стержней (автоблоки как правило отливаются в сырые формы) и более дорогая стержневая масса (масляные стержни).



Фиг. 8.

Лит.: Рубцов Н., Механизация литейного дела, М., 1931; Оргасправочник, ч. 2, Литейное дело, 2 изд., М., 1926; Рубцов Н. и Шестопалов В., К вопросу изготовления масляных стержней, «Литейное дело», 1930, 2; Irresberger C., Die Formstoffe u. ihre Aufbereitung, В., 1922. Н. Рубцов.

СТЕРИЛИЗАЦИЯ, обработка какого-либо предмета так, чтобы он был свободен от живых микроорганизмов, т. е. стал бы стерильным. С. достигается различными методами: термич. обработкой, т. е. нагреванием, фильтрованием через бактериальные фильтры [свечи Шамберлана, Э. К.-фильтры сист. Зейца (см. Соки)], применением антисептических веществ (см.), а также действием электричества и ультракоротких радиоволн. В пищевой технике чаще всего применяется С. нагреванием при t° в 100° и выше. Для С. металлич. вещей и стеклянной посуды пользуются сухим жаром, т. е. нагреванием в горячем воздухе до t° в 150° в течение часа. Существуют споры микроорганизмов, которые умерщвляются лишь трехчасовым пребыванием в горячем воздухе при 140°; если же действовать t° в 150°, то по прошествии одного часа можно быть уверенным, что все микроорганизмы убиты. Но там, где возможно, лучше и для С. посуды пользоваться в л а ж н ы м паром (в виде водяного пара), действующим гораздо сильнее и убивающим споры скорее, чем сухой жар той же t° . Это объясняется тем, что от влажности структура оболочки спор становится более рыхлой и ее способность пропускать теплые лучи увеличивается. С. нагреванием—основной процесс консервного производства (см. Консервное дело). Под влиянием высоких t° микроорганизмы погибают, вследствие того что протоплазма в них свертывается и жизненные процессы становятся невозможными. Вегетативные формы микроорганизмов убиваются нагреванием значительно легче, чем споры их. На этом основана пастеризация (см.).

В консервной промышленности всегда пользуются С., т. е. нагреванием продукта при 100° и выше (фруктовые компоты и томат-пюре при 100°, овощные консервы при 110—118°, мясные при 114—120°, рыбные при 110—115°) в течение определенного времени; при таких t° погибают обычно и споры. С. консервов при 100° ведется в открытых стерилизаторах, при t° выше 100° пользуются автоклавами.

Лит.: см. Консервное дело и Соки.

Ф. Церевитинов.

СТЕРИНЫ, группа органических соединений спиртового характера, широко распространенных в мире растений и животных и имеющих чрезвычайно важное биологическое значение. Представителем С. является холестерин, впервые найденный в желчных камнях у человека. В растениях были найдены С., изомерные холестерину и близкие к нему как по химич. составу, так и по физиологич. функции. Абдерхальден соединил их в одну группу под общим названием С., разделив на зоостерины (С. животного мира) и фитостерины (С. растительного мира).

С.—бесцветные, б. ч. хорошо кристаллизующиеся тела, растворимые в органич. растворителях, плохо — в воде, по химич. функции — спирты, б. ч. одноатомные (на 1 атом О в них приходится 27÷30 атомов С и 46÷50 атомов Н), хотя встречаются среди них и многоатомные спирты. В физиологич. литературе С. вместе с другими компонентами клетки, имеющими по растворимости сходство с жирами, объединяют под общим названием липидов. С. сравнительно редко встречаются в свободном состоянии, чаще в виде сложных эфиров и глюкозидов (в растениях). Несмотря на широкое распространение С. в природе («нет ни одной живой клетки без С.»—Абдерхальден) роль их в жизни клетки еще не выяснена. Исследование структуры и значения С.—важная биологическая проблема.

Представитель зоостеринов, холестерин $C_{27}H_{46}O$, одноатомный вторичный спирт, ненасыщенный (легко присоединяет бром, давая дибромид); иглы с $t^{\circ}_{пл.}$ 148,5°, нерастворимые в воде, трудно — в спирте и ацетоне и хорошо растворимые в бензоле, пиридине, эфире и сероуглероде; оптически активен; раствор в хлороформе вращает влево, $[\alpha]_D = -37,8^{\circ}$. Строение холестерина не вполне установлено. Ему соответствует углеводород холестан $C_{27}H_{44}$; окислением холестерина получается кетон холестеренон $C_{27}H_{44}O$. Холестерин находится гл. обр. в виде сложных эфиров в различных тканях животных организмов, в свободном состоянии — в мозгу, головном и спинном (до 10% высушенного вещества), в красных кровяных тельцах, в желчи, в почках, в молоке, в мышцах; в свежеснесенных яйцах он находится в свободном состоянии; при высиживании яиц все большее его количество переходит в сложные эфиры, количество которых доходит до 40%. Все животные жиры содержат холестерин, чем они отличаются от растительных жиров, в которых он отсутствует. Большие количества холестерина находятся в жиропоте в виде сложных эфиров высокомолекулярных жирных к-т. Добывают холестерин из желчных камней или из головного мозга; после высушивания и измельчения материал смешивают с гипсом и незначительным количеством песка и после нескольких часов стояния из отвердевшей массы экстрагируют холестерин ацетоном.

Для определения холестерина служат многие цветные реакции: в раствору холестерина в хлороформе при-

ливают равный объем серной к-ты; раствор становится сперва кроваво-красным, затем пурпурно-красным; при обработке того же раствора несколькими каплями ледяной уксусной к-ты, после приливания по каплям серной к-ты, получается розово-красный цвет, постепенно переходящий сперва в голубой, затем в зеленый.

Физиологически важное значение холестерина — его антигемолитич. действие: он препятствует гемолизу (выделению гемоглобина из красных кровяных телец), происходящему от различных причин, напр. в результате мышьякового отравления или от действия сапонинов (см.), с которыми, а также с дигитонином, холестерин вступает в химич. соединение и тем препятствует гемолизу. Из соединений холестерина наибольшее значение имеют его сложные эфиры с насыщенными жирными к-тами: холестерилацетат, служащий для распознавания холестерина (отделение от фитостерина), пропионат, изобутират, пальмитат и др.; большинство из них находится в жиропоте наряду со свободным холестерином.

Из других зоостеринов второстепенное значение имеют: копростерин $C_{27}H_{46}O$, находящийся в человек. испражнениях, к-рый легко отделяется от холестерина благодаря тому, что он как предельный спирт не присоединяет брома; в испражнениях травоядных (лошади) найден гипнокопростерин, высокомолекулярный спирт ($C_{27}H_{54}O$ или $C_{27}H_{52}O$) с большим содержанием водорода, чем вышеописанные С. (есть предположение, что гипнокопростерин не есть продукт обмена веществ животного, но переходит без изменения из травы, служащей животному пищей). Из кремневых губок выделен спонгостерин, изомер копростерина; из жировых веществ куколки шелкопрячего червя выделен омбистерин, изомер холестерина, от к-рого отличается кристаллич. формой; в лучах иглокожих найден С. стелластерин, дающий, как и холестерин, химич. соединение с дигитонином.

Фитостерины не встречаются в животном мире. Среди них есть одноатомные и многоатомные спирты, из к-рых только последние оптически активны (б. ч. вращают влево). Наиболее изучен ситостерин, изомер холестерина, впервые выделенный из ростков ржи; он чаще встречается в смеси с другими С. (в льняном масле, в почках клевера); встречается как в свободном состоянии, так и в виде глюкозидов; кристаллизуется из разбавленного спирта (кристаллогидрат) в виде листочков, из эфира (безводный) — в иглах; у безводного $t^{\circ}_{пл.}$ 138°; легко растворяется в эфире и хлороформе, трудно — в холодном и легко — в горячем спирте; оптически активен, $[\alpha]_D = -33,9^{\circ}$; цветные его реакции аналогичны цветным реакциям холестерина (см. выше), к-рому он подобен в химич. отношении: он дает дибромид, окисляется в кетон, ситостенон $C_{27}H_{44}O$, т. е. является тоже ненасыщенным вторичным спиртом; легко ацетируется. Ситостерин очень распространен в растительном мире: встречается в растительных маслах (хлопчатниковом, ореховом и др.), в картофеле, моркови, брюкке и др., чаще в смеси с другими фитостеринами.

Из других фитостеринов нужно назвать стигмастерин — С. моркови, бобов сои; брассикастерин — С. репы и др. Низшие растения также содержат С.: в спорынье найден эргостерин, близкий к холестерину, в грибах — фунгистерин. Из многоатомных С. можно указать на бетулин из коры березы, арнидол из почек арники и др. К С. близко подходит т. н. резиноловые спирты, как эйфорбон, лулеол и др.

Исследование С. имеет важное значение для пищевой пром-сти, т. к. позволяет по присутствию того или иного С. в жире определить происхождение последнего (растительный, животный или смесь их).

Лит.: Meyer V. u. Jacobson P., Lehrb. d. organ. Chemie, 2 Aufl., В. 2, т. 4, В.—Lpz., 1924; Abderhalden, Lehrb. d. physiol. Chemie, 4 Aufl., т. 1, В.—W., 1920, р. 248, 255, 326, 331. Н. Ельцина.

СТЕХИОМЕТРИЯ, учение об изменении свойств веществ при определенных изменениях их качественного и количественного состава, выражаемого химич. ф-лами; обычно под С. подразумевают и учение о самом химич. составе веществ, т. е. о методах установления химич. ф-л и ур-ий на основании аналитич. данных.

После определения (путем химического анализа) элементов, входящих в состав данного вещества, и их количественного соотношения сначала устанавливают его «брутто-формулу», дающую относительное число различных атомов в молекуле. Для этого относительное весовое количество каждого элемента (процентное содержание) делят на его ат. в. и выражают полученное соотношение в целых числах; напр. для вещества, состоящего из С, N, H и O и показавшего при анализе следующее относительное содержание (*m*) этих элементов (на 1 г):

| Элемент | С | H | O | N |
|--------------------|--------|---------|--------|--------|
| <i>m</i> | 0,3139 | 0,01320 | 0,4888 | 0,1834 |

путем деления этих количеств на соответствующие ат. веса получаются след. атомные количества: для С—0,3139 : 12=0,02615; для H—0,01320 : 1,008=0,01310; для O—0,4888 : 16,00=0,03055; для N—0,1834 : 14,008 = 0,01304. Числа для N и H практически одинаковы (в пределах аналитических ошибок) и меньше других. Для получения целых чисел делят сначала все количества на 0,01310, причем получается C_{1,995}; N_{1,002}; H₁; O_{2,332}. Коэффициенты С и N столь мало отклоняются от целых чисел, что м. б. приняты равными 2 и 1, для O это недопустимо. Т. к. дробные коэф-ты на основании атомной теории исключены, то для превращения 2,332 в целое число все коэф-ты ф-лы надо помножить на нек-рый фактор (целое число). Из возможных факторов наименьшим является 3, так как 3 × 2,332 = 6,996, что в пределах возможных ошибок соответствует 7. Т. о. в качестве наименьшей «брутто-формулы» получается C₆H₃N₃O₇; само собой разумеется, что всякое кратное этой формулы также возможно. Для того чтобы установить, соответствует ли данному веществу формула C₆H₃N₃O₇ или (C₆H₃N₃O₇)₂ или (C₆H₃N₃O₇)₃ и т. д., аналитич. данных недостаточно; для этого необходимо определить его молекулярный вес (см.). Написанным трем ф-лам напр. соответствуют мол. веса 231, 462 и 693; если молекулярный вес вещества, определенный опытным путем, равен 459, то ему соответствует ф-ла (C₆H₃N₃O₇)₂. На основании физич. свойств и различных химич. превращений вещества далее устанавливают взаимное пространственное расположение атомов в молекуле—определяют его структурную формулу.

Лит.: Van't Hoff, *Ansichten über die organische Chemie*, Brschw., 1877; Ostwald W., *Lehrbuch der allg. Chemie*, Teil 1, Lpz., 1893. И. Назаровский

СТИРАКС, сторакс, смола (бальзам) деревьев, принадлежащих к видам амбрового дерева (*Liquidambar*), растущих в М. Азии и Сирии, в Центральной и Приатлантич. С. Америке, в Китае, на Яве и Суматре. Известны также в Европе, в Калифорнии и в Японии различные виды того же рода. Наибольшее промышленное значение принадлежит виду *L. orientalis* из М. Азии и Сирии. Древесина его обладает характерным запахом и поступает на рынок как ценный материал; древесина америк. амбрового дерева тоже весьма ценится и поступает на рынок под названием атласного ореха, а также как заменитель настоящего

ореха. При поранении надрезом или ударом молодой древесины из нее выделяется бальзам, т. н. жидкий С. (*Styrax liquidus*), продукт, как выяснено И. Меллером, патологич. происхождения, т. к. в нормальном состоянии как в коре, так и в древесине отсутствует.

Рыночные сорта. Различают гл. обр. следующие сорта С. 1) Жидкий С.—тестообразная мутная клейкая и вязкая масса уд. в. 1,112—1,115; цвет—от серого до бурого с приятным запахом, напоминающим бензойную смолу. Под микроскопом в жидком С. различимы шарики бальзама, кристаллы коричной к-ты и остатки растительной ткани. 2) С. зерновое—удлиненные зерна в несколько мм² поперечного сечения, искусственно получаемые из старого затвердевшего жидкого С. 3) С. очитенный—коричневая, в тонком слое просвечивающая масса сиропообразной консистенции, при нагревании теряющая уже не больше 10 весовых %; получается спиртовой вытяжкой сырого С. 4) Курительная кора—остаток после выварки и прессовки древесины и коры стираксового дерева, содержащий ок. 50% бальзама. 5) С. обжаренный, темнокоричневая землистая масса,—искусственный продукт, смесь курительной коры с 1/3 (по весу) жидкого С. и другими растительными смолами (корицы или кассии); содержит различимые под микроскопом (после обработки спиртом и затем разбавленной хромовой к-той с серной к-той) остатки растительной ткани. 6) Стираксовая эссенция—получается дистилляцией С. 7) Америк. С., или сладкая смола, а также красная смола чрезвычайно похожи на настоящий стиракс. 8) Гондурасский бальзам, неправильно называемый иногда «белым перуанским бальзамом», уже много веков добывавшийся туземцами. 9) Формозский С. Наряду с вышеперечисленными видами С., к-рые (в Европе с 17 в.) считаются настоящими, известен также С. древних—твердый смолистый продукт, получающийся по Визьеру из *Styrax officinalis*, растения из семейства *Styracaceae*. На современный рынок этот продукт поступает как обычный С.

Химический состав С. весьма колеблется в зависимости от производящего вида и условий добычи. По Чирху состав С. характеризуется примерными данными: 14% воды, 47% коричной к-ты—половина в свободном состоянии и половина в виде эфиров, амилового (стирацина) и фенилпропилового, и смоляного спирта (сторезинола); ок. 2% стирола и ванилина. С водяным паром отгоняется 0,5% (а под давлением ок. 1%) масла, от светложелтого до темнобурого цвета; уд. в. масла 0,950—1,050; уд. вращение $[\alpha]_D^{20}$ от -35° до +1°; показатель преломления 1,5395—1,5653; кислотное число 1—26; число омыления до 130. Состав масла: терпен стиролен (фенилэтилен); спирты—бензиловый, фенилпропиловый, коричный; эфиры—коричные (этилового, бензилового, фенилпропилового и коричнеамилового спиртов); альдегиды—ванилин и стирокамфены.

Применяется С. преимущественно в производстве душистых веществ—различных курительных составов (жидкостей, порошков, бумаг, свечей), мыла и духов, причем в последние С. входит как для удешевления смеси и смягчения запаха эфирных масел, так в особенности в качестве фиксатора. Слабость собственного запаха С. повела к предложению изготавливать

темные, сильно пахнущие растворы путем прогрева в сосуде при t° выше 200° смеси толуанского бальзама со С.; при прогреве необходимо следить, чтобы не образовалось пригорелых веществ. Остаток отгонки смешивают с 20—60% эфиров коричневого или бензилового спирта (бензойной или коричной к-ты), причем сюда м. б. добавлены продукты отгонки, полученные при прогреве. Предложен также состав из С. под названием *с т и р е з и н а* в качестве заменителя канадского бальзама в микроскопич. практике; для изготовления стирезина раствор С. в бензоле (1 : 5 по весу) разбавляют бензином до тех пор, пока из жидкости не отделяется смола. В медицине С. применяется при кожных заболеваниях. Американский С., содержащий изомер сторезинола—сторезинол с правым вращением,—идет преимущественно как составная часть жевательной смолы, весьма распространенной в Америке и за последнее время входящей в употребление и в Европе.

Лит.: Клинге А., Сборник теххимич. рецептов, вып. 12, П., 1915; его же, Парфюмерия, 5 изд., Л., 1928; Wolff H., Die natürlichen Harze, Stg., 1928; Wolff H., Harze u. Balsame (Wiesner J., Die Rohstoffe des Pflanzenreichs, B. 1, 4 Aufl., Lpz., 1927); Warburg O., Die Pflanzenwelt, B. 2, Lpz.—W., 1921; Jeancard P., Les parfums, P., 1927. П. Флоренский.

СТИРАЛЬНЫЕ МАШИНЫ, см. Прачечные. СТИРАЛЬНЫЕ ПОРОШКИ, различные составы,

применяемые в технике и в домашнем хозяйстве вместо мыла. По составу их можно разбить на две группы: 1) мыльные С. п., состоящие из смеси мыла и соды с примесью иногда небольшого количества жидкого стекла и других наполнителей; 2) суррогатные С. п. (не содержащие мыла или содержащие его в незначительном количестве—менее 5%), известные в продаже под названием «бельевой соды». Они состоят из кристаллич. или кальцинированной соды или из смеси соды в различных пропорциях с жидким стеклом, глауберовой солью и другими веществами. За границей широкое применение получили С. п., содержащие перекисные соли (перборат натрия и др.), разлагающиеся при растворении в воде с выделением активного кислорода, благодаря чему (в отличие от мыла и других С. п.) обладают не только моющей, но также и отбеливающей способностью по отношению к волокнам хл.-бум. или льняной ткани. От С. п. обычно требуется, чтобы они были мелкими, достаточно сухими, но в то же время несколько жирными наощупь, а также чтобы они имели белый цвет и обладали приятным запахом. Хорошие С. п. должны полностью растворяться в воде, давать обильную пену и обладать надлежащей моющей способностью. Помимо С. п. в продаже встречаются также стиральные составы в виде густой пасты или жидкости.

Производство С. п. получило, особенно в Зап. Европе и Америке, довольно широкое развитие благодаря низкой цене и более удобному экономному применению их по сравнению с кусковым мылом (количество употребляемого при стирке С. п. может быть точно дозировано).

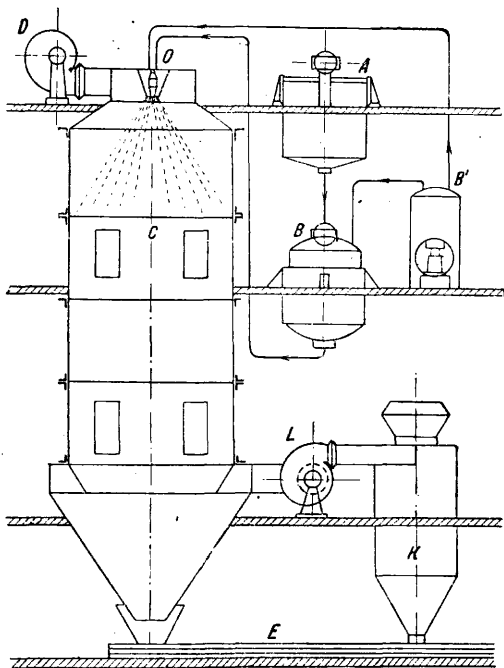
1) Мыльные С. п. Содержание в мыльных С. п. жирных к-т колеблется в широких пределах—от 5 до 40%. Мыльные препараты почти из чистого мыла получают путем измельчения высушенного ядрового мыла и применяются в парфюмерии (порошки для бритья и др.), в медицине, для промывки шелка и других целей. В качестве жира применяют олеин, кокосовое масло, сало, пальмовое масло, а также

мыльные отбросы и щелочные мыла; иногда пользуются также отбросными жирами, канифолью, нафтеновыми кислотами и т. д.; получаемые из них С. п. более низкого качества: обладают неприятным запахом и окрашены в б. или м. темный цвет. Вместо жира рекомендуется применять выделенные из него жирные к-ты с целью использования остающегося при обмыливании глицерина, а также в виду того, что остающийся глицерин в С. п. делает его более гигроскопичным. Жирные к-ты пальмового ядрового масла дают хорошо пенящиеся С. п. Жидкие жиры или жирные к-ты с низкой $t^\circ_{пл.}$ более пригодны для С. п., применяемых при комнатной t° ; для стирки в горячей воде пригоднее твердые жиры, содержащие стеариновую и пальмитиновую к-ты. В практике б. ч. применяют смесь тех и других вместе. Количество соды изменяется также в широких пределах, напр. отношение соды к мылу в различных С. п. колеблется от 1 : 1 до 4 : 1. В небольших количествах сода благоприятно действует на моющую способность, препятствует слеживанию порошка при хранении его в пакетах, нейтрализует кислые соединения загрязненной ткани и способствует эмульгированию жиров и минеральных масел; очень большое содержание соды оказывает отрицательное действие на смазывающую способность, понижает пенообразование и способность диспергировать и адсорбировать механические загрязнения (за исключением мыльных растворов из канифоли и высокомолекулярных нафтеновых к-т); отношение соды к мылу не должно превышать 2 : 1. Хорошее эмульгирующее действие производят аммиачные жирные мыла в виду их легкой диссоциации в растворах. С. п. содержат также небольшое количество жидкого стекла. Последнее обладает слабой моющей способностью, а при более высоком содержании оказывает даже вредное влияние, повышая зольность волокон и делая их грубыми и ломкими. В низкие сорта С. п. добавляют глауберову соль, мел, тальк, картофельную муку, буру и другие наполнители, к-рые, не обладая сами по себе моющей способностью, понижают полезное действие мыльных растворов и имеют различные недостатки; напр. глауберова соль при повышении t° плавится в собственной кристаллизационной воде, благодаря чему затрудняется измельчение на вальцах и готовый продукт получается влажным. Мел, тальк и другие нерастворимые в воде примеси механически понижают прочность волокон, остаются в них после стирки и выделяются затем при сушке и употреблении тканей в виде пыли. Нередко к С. п. прибавляют для получения определенных свойств, в небольшом количестве и другие вещества, напр. дезинфицирующие (карболовую и салициловую к-ты), душистые вещества и др. Примерный состав С. п.: 10% жирных к-т пальмового ядрового масла, 8% NaOH 30° В ϵ , 35% кальцинированной соды, 15% жидкого стекла 38° В ϵ и 32—35% воды. С. п. более высокого качества содержат 30% жирных к-т и 20% общей щелочи, перечисленной на Na₂O.

Приготовление мыльных С. п. На небольших предприятиях сначала получают обычным путем мыльный клей (для обмыливания жиров применяют едкую щелочь, для обмыливания жирных кислот—соду), к к-рому в том же котле или в специальной мешалке прибавляют определенное количество кальцинированной соды и жидкого стекла. После

тщательного перемешивания массу выливают в плоские ящики или на бетонный пол; охлажденную и высохшую мыльную массу измельчают сперва на вальцах и затем на специальных мельницах, после чего С. п. отвеивают воздухом или просеивают через сито для отделения крупных частиц, к-рые снова подвергают измельчению. При перемешивании составных частей, чтобы сделать массу более пористой, через нее продувают воздух; охлаждение ее часто производят искусственным путем, а для развески готового С. п. применяют специальные дозировочные машины.

На больших предприятиях в настоящее время применяют способ распыления мыльной массы снятым воздухом. Установки, работающие по этому способу, состоят (см. фиг.) из обогреваемой мешалки А, в к-рой мыльный



клей смешивается с содой и жидким стеклом, после чего масса спускается в герметически закрытый и обогреваемый сборник В. Из последнего мыльная масса подается снятым воздухом, поступающим из компрессора В', в верхнюю часть цилиндрической башни С, где она при помощи специальных сопел О раздробляется на мельчайшие частицы, которые при этом охлаждаются сильной струей холодного воздуха, вдуваемого вентилятором D, затвердевают и падают на дно башни, откуда автоматически выводятся через шлюз на транспортер Е и направляются в упаковочное отделение. Часть стиральных порошков, увлекаемая вместе с воздухом, отсаиваемым из нижней части башни С эксгаустером L, оседает в уловителе К и затем в рукавных фильтрах.

Действие С. п. на прочность ткани при отсутствии в С. п. вредных примесей не превышает по вредности действия обычного мыла; при употреблении С. п., содержащих отбеливающие вещества, ткани вследствие выделения активного кислорода подвергаются ослаблению своей прочности больше, чем при стирке обыкновенным мылом. Некоторые исследователи считают, что содержание в С. п. 5—10% отбеливающего вещества, напр. пербората натрия (0,5—1% активного кислорода), причиняет при правильном употреблении С. п. лишь незначительное ослабление прочности, т. к. часть отбеливающего вещества разлагается уже при хранении С. п., другая часть расходуется на окисление загрязняющих веществ и только незначительная часть активного кислорода

действует непосредственно на волокна ткани. Во избежание преждевременного разложения С. п. с отбеливающими веществами не должны содержать свободной влаги или большого количества кристаллизационной воды, ненасыщенных и свободных жирных к-т, а также тяжелых металлов (Cu, Fe и др.). Вместо пербората натрия можно пользоваться перкарбонатом или персульфатом натрия (последний разлагается только в горячей воде). Из С. п. с активным кислородом наиболее известен т. н. п е р с и л ь; состоящий из 30% жирных к-т, 19% щелочей, пересчитанных на Na_2O , 1% активного кислорода в виде пербората натрия и небольшого количества жидкого стекла.

2) С у р р о г а т н ы е С. п. Бельевая сода, применяющаяся в СССР, состоит из смеси 80% кальцинированной соды и 20% поваренной соли. За границей состав суррогатных С. п. более сложен; в большинстве случаев—это смесь в различных пропорциях кальцинированной и кристаллич. соды, жидкого стекла, глауберовой соли и других веществ.

Для примера укажем несколько составов С. п.: 1) 25 кг жидкого стекла 38° Вё хорошо перемешивают в мешалке с 25 кг воды, раствор нагревают и прибавляют 50 кг соды. После охлаждения в плоских ящиках или на полу массу измельчают и развешивают в пакеты; 2) 40 ч. соды и 60 ч. жидкого стекла 38° Вё хорошо перемешивают и выпускают в виде пасты или уплотняют добавлением мела и других наполнителей. Моющая способность таких составов незначительна и обусловливается гл. обр. трением при стирке. Поэтому в таких составах за границей часто прибавляют отбеливающие вещества, напр.: 40 кг жидкого стекла 38° Вё, 25 кг кристаллич. соды и 25 кг кальцинированной соды. Сначала нагревают жидкое стекло, разводят в нем кристаллическую соду и затем полученную жидкость тщательно перемешивают с кальцинированной содой. После этого массу измельчают и в порошок добавляют 1—3% пербората натрия. Для увеличения пены в С. п. прибавляют 2—3% сапонины.

Суррогатные С. п. часто употребляют для смачивания жесткой воды. В этом случае их состав примерно следующий: 40 ч. кристаллич. соды, 20 ч. поташа, 15 ч. кальцинированной глауберовой соли и 25 ч. кристаллич. глауберовой соли. Суррогатные С. п. как содержащие большое количество щелочи не применяются для очистки животных волокон.

Лит.: Т ю т ю н н и к о в Б. и Х о л о д о в с к а я Р., Опыт изучения состава стиральных порошков, «Масло-жировое дело», М., 1929, 11 и 12; П о л ч а н и н о в Л., Механизмы насытки и упаковки при производстве стиральных порошков, там же, 1930, 3; Т ю т ю н н и к о в Б. и М а р к м а н А., Технология жиров, т. 2, М.—Л., 1932; D a v i d s o n T., «Chem. Umschau auf dem Gebiete d. Fette, Oele, Wäsche u. Harze», Stg., 1929, 23; D e i t e C., Deutsche Waschmittelfabrikation, В., 1920; W a l l a n d H., Kenntnis d. Wasch-, Bleich- u. Appreturmittel, 1913; Ullm. Enz., В. 10. П. Чернин.

СТОК в воды, стекание воды из более возвышенных мест в более пониженные места. Вода, попадающая на землю в виде атмосферных осадков, частью испаряется и просачивается, а часть стекает по поверхности. Поверхностный С. зависит от свойств и состояния почвы и от уклона поверхности. Он тем больше, чем менее проницаема почва, чем меньше растительности на ней и чем сильнее уклон ее поверхности. Чем меньше С., тем больше *испарение* (см.) и *просачивание* (см.). Поверхностный С. имеет место обыкновенно только при ливнях и внезапном таянии снега, в особенности на еще неоттаявшей почве, и преобладает в гористой местности. Вследствие быстрой движения воды поверхностного стока последний часто бывает причиной высокого уровня вод в водоприемнике.

Многочисленные факторы влияют на С.: а) К л и м а т и ч е с к и е и м е т е о р о л о г и ч е с к и е факторы: количество атмосфер-

ных осадков, их интенсивность и частота, их продолжительность и распределение по времени и пространству, вид осадков и характер таяния твердых осадков; испарение; просачивание; влажность воздуха; температура; ветер; атмосферное давление. б) Топографич. и гидрографич. факторы: величина площади бассейна, его форма и рельеф; наличие озер и болот. в) Почвенно-геологические и растительные факторы: проницаемость и влагоемкость почв, почвенно-геологическое строение, физическое состояние почвы (сухость, влажность, мерзлота и т. д.); характер и распространение растительного покрова. г) Культурно-хозяйственные факторы: гидротехнические сооружения, способ ведения сельского и лесного хозяйства, потребление воды для разных целей. Все эти факторы различны для каждого бассейна и некоторые из них изменчивы даже за сравнительно короткий промежуток времени. Так например, для бассейна р. Волги выше г. Ярославля за 36 лет (1877—1912) сток за март—май месяцы равнялся 57,5% от среднего годового С., равного 38 000 млн. м³; для бассейна реки Волги выше села Вязовых за 10 л. (1903—1912) весенний С. составлял 62%, летний—16%, осенний—10% и зимний—12% от среднего годового С., равного 116 000 млн. м³. Чем меньше бассейн, тем более колеблется факторы С., а следовательно и С. для всего бассейна. Ливни и интенсивные дожди на малых бассейнах могут играть большую роль, увеличивая сток до размеров наводнения (см.); для больших же бассейнов на образование наводки (см.) могут влиять лишь продолжительные обложные дожди, захватывающие значительную часть площади бассейна. Наибольшая опасность от наводнений и более значительные паводки бывают в бассейнах с веерообразным расположением притоков; при удлиненной же форме бассейна с соответствующим расположением притоков паводки менее значительны. Как величина и форма бассейна, так и рельеф его оказывает заметное влияние на продолжительность и замедление С. Чем круче склоны бассейна и чем расчлененнее рельеф, тем быстрее С. Существенное значение для С. имеют болота, поглощающие большое количество воды, к-рое остается в них без движения и испаряется в атмосферу, уменьшая С. воды в реки. Поэтому осушение болот обыкновенно увеличивает С. По Толкмиту скорость передвижения воды в болотах не превышает 40—60 мм/ч, т. е. перемещение на 1 км может осуществиться в течение 2—3 лет. Этим объясняется незначительность меженного расхода рек с заболоченными районами. Озера в отношении абсолютной величины С. большей частью играют менее значительную роль, чем болота. Притекающая в озеро вода задерживается и частью поглощается им, уменьшая С. ее из озера, причем разница между количеством притекающей в озеро и вытекающей из него воды тем больше, чем больше озеро. Моховые болота задерживают влагу только до своего насыщения и играют поэтому небольшую регулирующую роль в отношении паводков и весенних половодий. Низинные же болота и в особенности озера оказывают значительно большее влияние на регулирование С. и притоком тем большее, чем больше площадь болота или озера. Так, р. Нева с бассейном в 282 тыс. км², имеющая в своем бассейне озера: Ладож-

ское, Онежское и Ильмень, имела за период времени 1881—1910 гг. амплитуду колебаний горизонтов у Ивановских порогов 3,46 м, в то время как река Ока с бассейном в 246 тыс. км² и без озер показала за тот же промежуток времени амплитуду колебаний горизонтов у г. Горького 12,95 м. Поверхностный сток больше в грунтах влагоемких, но мало проницаемых (суглинков, торф, чернозем), чем в грунтах мало влагоемких и проницаемых (песок). На равномерность речного С. оказывают существенное влияние песчаные и другие водопроницаемые на большую глубину отложения, которые играют роль подземных водоемов, мало доступных испарению и служащих для медленного и равномерного питания рек и для поддержания их меженного дебита в годы, бедные атмосферными осадками. Ход стока играет существенную роль в водном строительстве, т. к. он редко совпадает с расходом воды, так что в некое время года имеется избыток воды, подлежащий отводу, в другое же время года обнаруживается недостаток воды, требующий мероприятий для его покрытия.

Сток м. б. охарактеризован четырьмя способами: а) количеством стекающей воды в м³/сек; б) удельным С., или модулем стока, выраженным в м³/сек или л/сек на 1 км² площади бассейна, причем средний многолетний модуль называется нормой стока; в) высотой А стока для определенного промежутка времени, представляющей собою высоту слоя воды, равномерно распределенного по всему бассейну и равного С. воды с последнего за этот промежуток времени; г) коэф-том С. μ , равным отношению высоты А С. к высоте N атмосферных осадков в рассматриваемый промежуток времени. Все характеристики С. определяют, смотря по обстоятельствам, как средние величины С. за день, за месяц, за год или даже за несколько лет. В особых случаях руководствуются даже продолжительностью одного ливня. Для расчетов необходимо знать: величину бассейна F в км², среднюю высоту атмосферных осадков N в мм и расход стока Q в м³/сек. Взвзвмен определения расхода стока воды обыкновенно измеряют высоту горизонтов воды в реке, питаемой данным бассейном, и уже по этим данным эмпирически устанавливают зависимость между положением уровня воды в водоеме и расходом С. Чрезвычайно важно знать наименьший уровень воды водоема и наивысший уровень его.

Минимальный расход С. данного бассейна можно определить по ф-ле Ишковского:

$$Q_{min} = 0,0063 \nu \mu N F, \quad (1)$$

где ν — коэф., учитывающий характер бассейна и варьирующий в пределах от 0 до 1,5, μ — средний годовой коэф. С., N — средняя высота атмосферных осадков данной местности в мм, F — величина бассейна в км². Коэф. μ сильно колеблется в зависимости от местности и по времени. По Келлеру коэф. μ имеет след. значения:

$$\mu = (1,000 \div 0,884) - \frac{(350 \div 460)}{N},$$

в среднем

$$\mu = 0,942 - \frac{405}{N}, \quad (2)$$

где N означает среднюю годовую высоту атмосферных осадков, выраженную в мм. В ф-ле учтены не все обстоятельства, влияющие так или иначе на величину μ , но она дает помимо средней величины μ также ее крайние пределы.

Для расчета максимального расхода стока Кресник дал следующую эмпирич. ф-лу:

$$Q_{max} = a \frac{32}{0,5 + \sqrt{F}} F, \quad (3)$$

где F — величина бассейна в км^2 , a — коэф., учитывающий характер бассейна. Для бассейнов не более 60 км^2 наибольший расход S ливневых вод по Кестлину-Николаи:

$$Q_{max} = 16 \alpha \beta F \text{ м}^3/\text{сек}, \quad (4)$$

где F — площадь бассейна в км^2 , α — коэф., учитывающий длину L лога (тальвега) бассейна, β — коэф., учитывающий уклон i_0 лога бассейна. При длине бассейна L (в км) от 0,5 до 18,5 коэф. α равен соответственно от 1,000 до 0,067. При уклоне i_0 , равном от 0,001 до 0,05, коэф. β равен соответственно от 0,188 до 1,5. При длине бассейна менее 0,5 км коэф. β д. б. не менее 0,5. Если площадь поперечных скатов с уклоном менее 0,003 составляет не менее $\frac{1}{3}$ общей площади бассейна, то приток уменьшается для площади в 5 км^2 на 20%, а для площади в 32 км^2 на 30% с промежуточными значениями, определяемыми интерполяцией. Если в состав площади входит несколько второстепенных поперечных тальвегов, то сток определяется как сумма притоков к главному и поперечному тальвегам. Для местностей, подверженных исключительным ливневым водам, коэф. 16 д. б. во столько же раз увеличен, во сколько принимаемая для данной местности интенсивность ливня более интенсивности 1 мм в 1 мин. Соответственно может быть допущено и уменьшение коэф.-та 16. По Котену

$$Q_{max} = \mu \beta q F, \quad (5)$$

где коэф. стока

$$\mu = 1 - \frac{4,1}{\beta q + 7}; \quad (6)$$

β — коэф. величины q для определения средней интенсивности дождя для всего бассейна; q — наибольшая интенсивность дождя в рассматриваемом бассейне, выраженная в $\text{м}^3/\text{сек}$ на 1 км^2 площади бассейна F , выраженной в км^2 ,

$$q = \frac{N}{3,6T} \left(n \sqrt{\frac{T}{t}} - n + 1 \right); \quad (7)$$

N — наибольшая высота атмосферных осадков в мм ; T — полная продолжительность выпадения атмосферных осадков, выраженная в часах; t — число часов выпадения атмосферных осадков, при котором величина q достигает максимума. Если в исключительных случаях $t = T$, то

$$q = \frac{N}{3,6T}. \quad (8)$$

Котен ведет расчет на величину t_m , под к-рой он разумеет время, необходимое дождевым осадкам, выпавшим в наблюдаемом бассейне, чтобы достигнуть определенной точки речного потока. Величина n в формуле (7) характеризует степень интенсивности дождя; для ливней $n = 3$. Величина $\beta < 1$ и зависит от характера дождя; она различна для разных местностей. Коэф. S по ф-ле (6) варьирует в пределах для ливней от 0,7 до 0,9 и для дождей нормальной интенсивности от 0,5 до 0,7. Ф-лы америк. авторов дают разнообразные результаты, отражая как соответствующее разнообразие физико-географич. условий в разных районах США, так и оценку паводков разной повторяемости. Если годовой модуль S рассматривать как расход, обеспеченный в течение большей или меньшей части многолет-

него периода, то расход, соответствующий наименьшему модулю, будет обеспечен на p % многолетнего периода. Отношение величины модуля S к норме S называется коэффициентом среднегодовых модулей или просто модульным коэф.-том. Такая же методология применяется к исследованию месячных модулей S , имеющих первостепенное значение при выборе мощностей гидростанций, емкости водосберегательных бассейнов и решений других задач гидротехники, тесно связанных с питанием рек. При бассейнах площадью не свыше 5000 км^2 наибольший модуль стока q_m определится из выражения:

$$q_m = a \cdot \beta \cdot Q_{max}, \quad (9)$$

где a и β суть коэф.-ты, учитывающие рельеф и покров местности; при равнинном рельефе $a = 0,70$; при слабоволнистом рельефе $a = 0,85$; в остальных случаях рельефа $a = 1,00$. Для оценки влияния лесного покрова коэффициент можно принять

$$\beta = 1 - 0,4\gamma, \quad (10)$$

где γ означает относительную лесистость данного бассейна; при лесистости данного бассейна в 50 % коэф. $\gamma = 0,5$; при $\gamma = 1$ (100 % лесистости) $\beta = 0,6$. Для бассейнов площадью свыше 5000 км^2 коэф.-ты a и β в ф-ле (9) приравняются единице. Для ливневого S в Крыму (по В. Глушкову):

$$q = \frac{57,5}{(F + 1,35)^{0,76}}, \quad (11)$$

где q (в $\text{м}^3/\text{сек}$) — наибольшая величина атмосферных осадков. По Уистону Фуллеру наибольший расход Q_{max} за T лет в зависимости от среднего из наибольших годовых расходов Q_{max} выражается равенством:

$$Q_{max} = Q_{max} (1 + 0,8 \lg T). \quad (12)$$

Чтобы иметь представление об ожидаемой прибыли воды в рассматриваемый водоем, пользуются сведениями метеорологич. станций, а также статистич., гидрографич. и другими данными за б. или м. продолжительный промежуток времени. Пользуясь корреляционным методом исчисления, можно составить ф-лы, определяющие высоту стока в каждом месяце по высоте атмосферных осадков за определенный, предшествующий этому месяцу промежуток времени, причем высота атмосферных осадков определяется в свою очередь тем же корреляционным методом исчисления в зависимости от t^2 и давления воздуха в предшествующие месяцы. Для определения возможного понижения расхода воды в водотоке в период б. или м. продолжительной засухи, когда водоток питается исключительно грунтовыми, и в частности ключевыми, водами, можно воспользоваться ф-лой Буссинека, выведенной для случая иссякания ключей. Если обозначить через Q_0 расход воды в водотоке несколько времени спустя после последнего выпадения атмосферных осадков и через t , продолжительность засухливого времени, то расход по истечении t дней выразится величиной

$$Q = Q_0 e^{-at}, \quad (13)$$

где a — коэф., учитывающий характер бассейна. Для горных водотоков лучшие результаты дает ф-ла Рейтпа, по к-рой

$$Q = Q_0 e^{-a\sqrt{t}}. \quad (14)$$

При проектировании открытых водотоков (каналов) существенную роль играет зна-

ние интенсивности С. воды, при к-рой ложе водотока размывается, чтобы наметить мероприятия по устранению такого размыва. Во избежание образования илистых и песчаных наносов в каналах средняя скорость потока д. б. не менее 0,25 и соответственно 0,50 м/сек. Наибольшая допускаемая средняя скорость принимается для: а) чернозема (предельное падение откосов 1:1 ÷ 1:2) 0,40 м/сек; б) глины (предельное падение откосов 1:1 ÷ 1:3) 0,60 м/сек; в) песка (предельное падение откосов 1:2) 0,50 м/сек; г) очень плотного грунта (предельное падение откосов 1:1,5) 0,60 м/сек; д) круглых камешков (предельное падение откосов 1:1,75) 1,00 м/сек; е) каменистого и глинистого грунтов и хрица (предельное падение откосов 1:1,5 ÷ 1:2) 1,50 м/сек.

Лит.: Кочерин Д., Средний, многолетний, годовой и месячный сток в Европейской части Союза, «Труды Моск. ин-та инж. транспорта», М., 1927, вып. 6; его же, Нормы наибольших расходов снеговых паводков в Европ. части Союза, «Гидротехнич. сборник», М., 1927, 1; Иикитин С., Бассейн Оки, Исслед. гидрогеологич. отдела 1894—1898 гг., СПб, 1905, вып. 2; Кочерин Д., Модули максимального стока в разных районах Европ. части Союза, «Труды научно-техн. комитета НКПС», М., 1926, вып. 26; Глушков В., К вопросу о построении кривых расходов воды, «Гидрологич. вестник», П., 1915; Акулов Н., Брилинг Е. и Марцелли, Курс водных сообщений, т. 1, М.—Л., 1927; Спарро Р., Мелиоративные изыскания, 2 изд., М.—Л., 1928; его же, Пособие для сельского водоснабжения, М.—Л., 1927; Карачевский-Болк А., Определение отверстий искусственных сооружений, М., 1899; Тарловский Г., Нормы стока для расчета прудовых водосборов, «Труды 2-го съезда инженеро-гидротехников ОЗУ», СПб, 1913; Штукенберг А., Краткое руководство для гидротехнич. изысканий, СПб, 1910; Кочерин Д., Материалы по максимальному стоку, «Строит. промышленность», М., 1924, 6—7; Fischer K., Die durchschnittlichen Beziehungen zwischen Niederschlag, Abfluss u. Verdunstung in Mitteleuropa, «Ztschr. d. Deutschen Wasserwirtschafts- u. Wasserkraftverbandes», В., 1921, Н. 6, 8, 9; Fischer K., Abflussverhältnisse, Abflussvermögen u. Verdunstung von Flussgebieten Mitteleuropas, «Zentralblatt d. Bauverwaltung», В., 1925, В., 45; Keller H., Niederschlag, Abfluss u. Verdunstung in Mitteleuropa, Jahrbuch d. Gewässerkunde Norddeutschlands, В., 1906, В. 1, 4; Forchheimer Ph., Ueber den Höchstwasserabfluss im südlichen Teil Europas, «Oester. Wochenschr. f. den off. Baudienst», W., 1916, В. 22; Hofmann A., Zur Ermittlung d. grössten Hochwassermenge kleiner Wasserläufe, «Deutsche Bauzeitung», В., 1899, В. 33; Iszkowski R., Beitrag zur Ermittlung d. Niedrigst-, Normal- u. Höchstwassermenge auf Grund charakt. Merkmale d. Flussgebiete, «Ztschr. des öster. Ingenieur- u. Architekten Vereins», W., 1886, В. 38; Kresnik P., Allgemeine Berechnung d. Wasser-, Profils- u. Gefällsverhältnisse für Flüsse u. Kanäle, W., 1886; Schoklitsch A., Höchstdurchfluss deutscher Flüsse, «Die Wasserkraft», W., 1924; Schoklitsch A., Zur Berechnung des Höchstdurchflusses, «Die Bautechnik», В., 1923; Weyrauch R., Hydraulisches Rechnen, 5 Aufl., Stg., 1921; Schoklitsch A., Der Wasserbau, В. 1, W., 1930; Brauer R., Praktische Hydrographie, Lpz., 1907; Heubach E., Zur Wasserstandsvorhersage, «Deutsche Bauzeitung», В., 1898; Iszkowski R., Wasserstandsvorhersage, «Ztschr. d. österreich. Ingenieur- u. Architekten Vereins», W., 1894, В. 46; Kleiber W., Studien über Wasserstandsvorhersage, «Ztschr. f. Gewässerkunde», В., 1898, В. 1; Kesslitz W., Ueber verschiedene Methoden zur Vorausberechnung von Monatsmittelwerten d. Wasserführung österr. Alpenflüsse, «Die Wasserwirtschaft», W., 1928; Forchheimer Ph., Hydraulik, 3 Aufl., Lpz., 1930; Kozen J., Ueber den Hochwassererlauf in Flüssen u. das Retentionsproblem, «Ztschr. des österreich. Ingenieur- u. Architekten Vereins», W., 1914, В. 61; Fanning J., Practical Treatise on Hydraulic a. Watersupply Engineering, N. Y., 1913; Sargent E., Maximum Flow of Streams in the State of N. Y., «Engineering News-Records», N. Y., 1920; Whistler J., Spillway Capacities Required for Reservoirs in Western U. S., ibid., 1919; Ellis G., Flood Flows or Maximum Runoffs of Montana Streams, ibid., 1923; Lefebvre O., The Work of the Quebec Streams Commission, «Proceedings of the American Society of Civil Engineers», N. Y., 1926.

С. Брилинг.

СТОЛЕШНИК, грубое скатертное полотно (сальфеточная ткань), вырабатываемое куском, без бахромы, шириной 89—170 см и длиной 28—35 м. С. ткань пестротканная, с очень раз-

нообразными рисунками (шахматовидными), узорами в виде цветов, листьев и т. п., воспроизводимыми с помощью жаккардовой машины. Вырабатывается С. из готовой окрашенной хл.-бум. или льняной пряжи, причем основа № 24 бывает обычно или суровая или отбеленная, а преобладающие цвета окраски утка № 20: синий, пунцовый или, так же как и основа, он идет суровым или отбеленным. Отделка ткани глянцевиная. С.—дешевая и добротная скатертная ткань, имеющая широкое распространение.

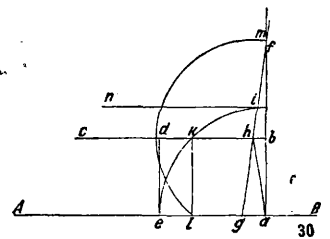
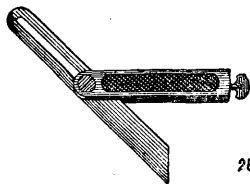
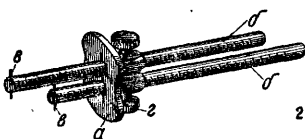
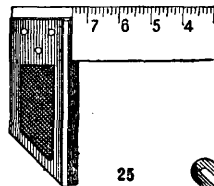
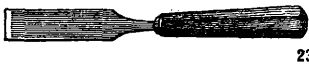
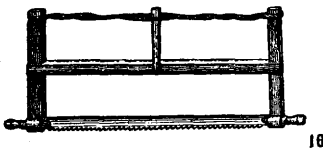
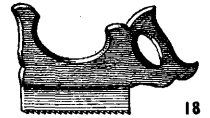
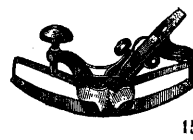
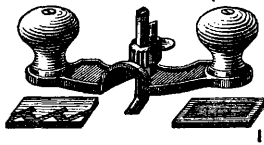
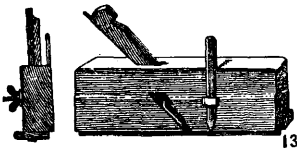
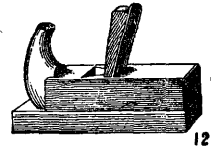
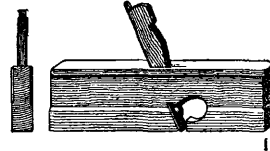
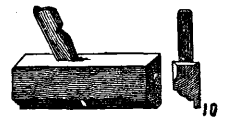
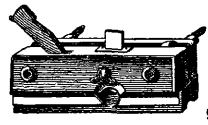
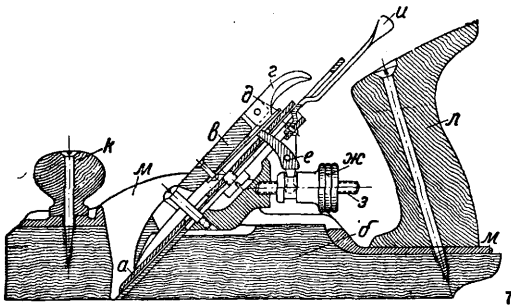
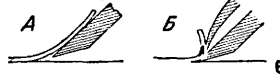
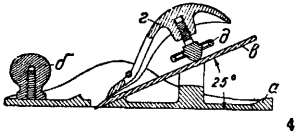
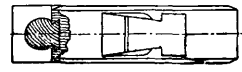
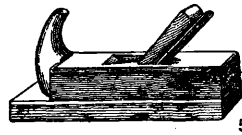
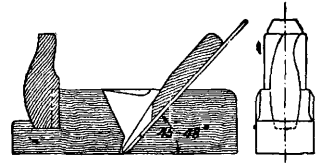
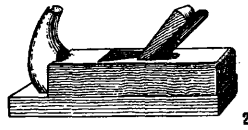
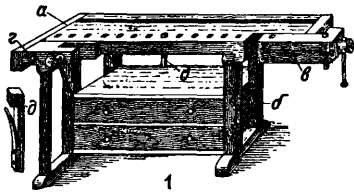
С. Молчанов.

СТОЛЯРНО-МЕБЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО,

отрасль деревообрабатывающей промышленности, занимающаяся выработкой тонких изделий в отличие от более грубых плотничьих работ, например постройка домов, мостов и т. д. Столярные работы можно разбить на две группы: столярные работы белодеревцев и столярные работы краснодеревцев. К первым относятся работы по изготовлению оконных рам, переплетов, дверей, паркетных полов и т. д., во втором—изготовление мебели; в последнем случае требуется не только умение хорошо владеть инструментами, но и наличие некоторого художественного вкуса, так как от него зависит красота готового изделия. Работа ручная столярно-белодеревцев постепенно вытесняется все более укрупненными механизированными столярными заводами, но тем не менее в настоящее время еще большая часть белодеревцев, особенно кустари, работает вручную. Для ручной работы необходим следующий набор инструментов. Верстак (фиг. 1), состоящий из двух главных частей: из верстачной доски *a* с двумя тисками и подверстачника *b*, в к-ром хранятся инструменты. Размер верстака нормально 1,5—3 м длиной, 50—90 см шириной и 80 см высотой. Тиски *в*, находящиеся на короткой стороне верстачной доски справа, называются задними или продольными и служат для зажатия обрабатываемого предмета вдоль. Вторые тиски *з* называются передними и служат для зажатия досок на ребро. В доске имеются четырехугольные отверстия, в к-рые вставлены деревянные или металлич. клинья *д*, называемые гребенками и служащие для упора обрабатываемой доски. Наиболее необходимыми инструментами являются струги разного рода: шерхебель (фиг. 2) представляет неширокий струг с узкой железкой, лезвие которой имеет форму выпуклой дуги. Он употребляется для грубой отделки и предварительного обстругивания поверхности. Окончательно поверхность сглаживается рубанком (фиг. 3) с более широким и прямым лезвием. Значительным распространением пользуются железные рубанки. Такой рубанок с одиночной железкой изображен на фиг. 4, где *a*—корпус рубанка, снабженный с переднего конца рукояткой *б*; железка *в* удерживается на месте при посредстве клина *г*, прижимаемого винтом с ручным маховичком *д*. Угол наклона передней грани рубаночной железки делают обычно в пределах 50—55° для шерхебелей и грубых стругов и 45—48° для прочих рубанков; задний угол принимают равным 25° для всех типов, т. е. угол заточки железки получается равным 25—30° для шерхебелей и 20—25° для прочих рубанков. В деревянных рубанках железка ставится плоской незаточенной стороной вперед и поэтому угол наклона железки равен углу передней грани, тогда как

у малых металлич. рубанков железка устанавливается заточенной фаской вперед и угол ее наклона определяется задним углом резания. Чтобы при достаточно быстрой работе получить большую гладкость обрабатываемой поверхности, употребляют рубанки с двойной железкой (фиг. 5). Вторая (фальшивая) железка имеет назначение дать большую устойчивость режущему лезвию, а кроме того при работе с таким рубанком стружка не отдирается и не откалывается (фиг. 6, А), а постепенно подламывается (фиг. 6, Б), при этом поверхность получается более гладкая, чем при работе обыкновенным рубанком. Фиг. 7 изображает американский рубанок с двойной железкой *a* и деревянной подошвой *b*. Железка удерживается на месте клином *в*, прижимаемым эксцентричной защелкой *г*; для того чтобы при защелкивании последней железка не сдвигалась с места, под защелку подложена пружина *д*. Перемещение железок совершается посредством рычага *е*, одним концом входящего в вырез фальшивой железки, а другим охватывающего вилкой гайку *ж*, ходящую по винту *з*. Для установки железки в поперечном направлении (устранения перекоса) имеется рычажок *и*, входящий своим выгибом в вырез режущей железки. Для захвата руками рубанка во время работы предусмотрены две рукоятки: *к*—для левой и *л*—для правой руки. Весь прибор рубанка смонтирован на чугунном основании *м*, привинченном к деревянной подошве *б*. Для простираживания прямолинейных кромок употребляют *фуганок* (фиг. 8), который представляет струг с колодкой длиной до 70 см при ширине до 70 мм. Эти струги снабжены рукояткой. Для выемки углублений, шпунтов и гребней употребляется *шпунтгубель* (фиг. 9), который снабжен узкой сменной железкой, которая опирается на вырез в металлической полосе, прикрепленной снизу в колодке рубанка. Расстояние фальца от края доски определяется передвижной боковиной, устанавливаемой при помощи двух винтов. Закрепляемая винтом линейка служит для ограничения глубины вынимаемого шпунта. Для получения фигурной строжки употребляют *калевки*, или *отборки* (фиг. 10), у которых подошва и железка имеют обратный профиль того карниза, к-рый д. б. обработан рубанком. Для облегчения заточки фигурные железки в последнее время делают с узором на задней грани, так что точка производится по плоскости, а не по фасонной поверхности, как у обычных железок. Для отборки четверти употребляется *зензубель* (фиг. 11), у которого железка идет во всю ширину колодки. Для точной отборки четвертей применяют *фальцгобель* (фиг. 13), у которого правильная ширина фальца определяется переставной линейкой, а вертикальная стенка фальца подрезается ножом. Для того чтобы придать склеиваемым поверхностям шероховатость, с целью лучшего схватывания, употребляют *цэнзубель*, или *цангобель* (фиг. 12), к-рый отличается от других стругов тем, что железка его стоит почти вертикально и имеет зазубренное лезвие, к-рое и бороздит поверхность. Для выемки продольного шпунта и для обработки плоских поверхностей, лежащих ниже основной поверхности доски, употребляют *грунтгобель* (фиг. 14). Для строгания вогнутых поверхностей употребляют *горбачи*, или

горбатики; деревянные горбатики делаются с неизменяемой кривизной подошвы, а американские — с переменной (фиг. 15). Из других необходимых инструментов следует еще указать на *лучковую пилу* (фиг. 16), состоящую из стального полотна, укрепленного в деревянной основе — станке, состоящем из двух поперечин, на передних концах которых помещаются ручки. Поперечины соединяются средником, а концы, противоположные полотну, стянуты веревкой — *лучком*. Лучок закручивается стрелкой. Кроме лучковой пилы необходимо иметь *ножовку* (фиг. 17) и *наградку* (фиг. 18), к-рая употребляется при запиливании пазов в щитах и т. д. После пил по важности следуют *буравы* разных типов и фасонов, *коловорот* и *перки*. В виду того что дерево не является однородным телом, для хорошей работы необходимо, чтобы инструмент имел лезвия двух сортов: одни предназначаются для того, чтобы предварительно подрезать волокно, а другие служат для снятия стружек в подготовленном первом лезвием месте. На этом принципе основано устройство *центральной перки* (фиг. 19). Ее среднее острие, идя по оси отверстия, служит для направления перки, острый боковой нож прорезает при вращении сверла круг на поверхности дерева, подрезая волокна на окружности отверстия, а резак второй стороны перки снимает стружку. Перки заменяют америк. *спиральными буравами*, *сверлами* (фиг. 20), снабженными спиральными завитками, благодаря которым стружка автоматически извлекается из отверстия. Для сверления отверстий большого диаметра применяют *центровые перки с передвижным ножом* (фиг. 21), а для сверления глухих отверстий плоским дном употребляют *сверла Форстнера*, не имеющие центра (фиг. 22). *Стамески* (фиг. 23) употребляются для выдалбливания отверстия в дереве и для отделки концов обрабатываемого предмета. Стамески бывают разных размеров по ширине и толщине. Они стачиваются с одной стороны *фаской*, при этом надо следить, чтобы лезвие было правильно наточено и весьма остро. *Цикля* (фиг. 24) представляет собой стальную пластинку, грани которой тщательно отшлифованы; проглаживая рабочую грань стальным инструментом вдоль ее, вызывают образование заусенца, который и является рабочим осрием. Цикля употребляется для сглаживания поверхности дерева после обстрожки. Из измерительных, или т. н. вспомогательных, инструментов применяются *винкель*, или *наугольник* (фиг. 25), к-рый состоит из двух линеек неодинаковой длины, соединенных под прямым углом, и *малку* (фиг. 26), при помощи к-рой можно откладывать и проверять углы разной величины. В столярном деле часто приходится соединять куски дерева под прямым углом в ус, причем приходится срезать сходящиеся концы под углом в 45°, для чего пользуются *ерунком*, или *ярунком* (фиг. 27). Очень большое применение имеет в столярном деле *ресмус* (фиг. 28), к-рый служит для проведения параллельных линий на обрабатываемом предмете. Он состоит из колодки *a*, в отверстие к-рой вставлены 2 стержня *б,б*, имеющих в одном своем конце острую стальную шпильку *в,в*; закрепляются стержни



в требуемом положении помощью винтов 2. Кроме вышеуказанных инструментов необходимо иметь: молотки разных размеров, острогубцы, плоскогубцы, круглогубцы, рашпили, отвертки и камни-песчаники для точки.

Наиболее важным приемом столярного дела является склеивание отдельных частей. Хороший клей (см.) имеет желтый или желтоватый цвет, глянцевит и при сгибании ломается, как стекло. При варке клея его не следует слишком сильно нагревать, а потому в новейших клеях стенки и дно сделаны двойными и промежуток между ними заполнен водой, не позволяющей t° подниматься свыше 100° . При склеивании отдельных частей надо стараться не брать излишка клея, т. к. излишек не допускает плотного прижатия склеенных частей. Слишком густой клей намазывается неровным слоем и скоро густеет, слишком же жидкий впитывается порами древесины, а потому твердые и плотные породы дерева требуют более жидкого клея, а более рыхлые и мягкие—более густого. Если нужно склеить 2 планки, то их поверхности д. б. тщательно пригнаны друг к другу и простроганы фуганком, затем зашпательваны цапгобелем, после чего оба ребра смазываются клеем, быстро складываются вместе и сильно сжимаются на верстаке или в струбцинках (фиг. 29) так, чтобы излишний клей выступил из щели. Чтобы не портить работы концом винта, под него всегда подкладывают дощечку—сулагу. Ручная столярная работа все более вытесняется механически оборудованными столярными мастерскими. Оборудование состоит из круглых пил, ленточных пильных станков, фуговочных и строгальных станков (см. *Деревообделочные станки*) и *копировальных станков* (см.). Кроме того при механизированном производстве применяют паровые клеянки и механические или гидравлические прессы вместо струбцинок. Главнейшие изделия таких механических мастерских состоят из *дверей* (см.) и *окон* (см.) стандартных типов. Все вышеприведенные инструменты одинаково употребляются и краснодеревцами для изготовления мебели. В последнее время ручной труд в области изготовления мебели совершенно вытеснен применением станков и массовым изготовлением однородных изделий. Это стало возможно только после отказа от т. н. стильной мебели.

Стильная мебель изготавливалась и изготовляется исключительно вручную кустарями-мебельщиками и представляет собой не только изделие, но и нередко художественную ценность. Современная мебель, отличающаяся простотой и гладкостью форм, отсутствием вычурных украшений и резьбы, а также мебель шведско-американского типа с простыми, легко поддающимися механической обработке частями дали возможность применить механизированное С.-м. п. и переход на узкую специализацию, например одна ф-ка исключительно вырабатывает стулья, другая—столы и т. д. В последнее время разделение работы пошло еще дальше, и некоторые 3-ды изготавливают напр. только одни задние ножки стульев, другие—передние, а третьи 3-ды их собирают. Некоторые кустарные артели также переходят на узкую специализацию и тем самым имеют возможность снизить стоимость изделий. Хорошая мебель должна удовлетворять следующим требованиям: быть удобной, прочной и красивой. Удобство состоит в пра-

вильном выборе как общих размеров, так и отдельных ее составных частей (см. *Мебель*). Прочность зависит от двух причин: прочности дерева и прочности соединений отдельных частей. Для удовлетворения этих условий дерево д. б. хорошего качества, обязательно сухое, плотное и без пороков. Красивый вид мебели достигается красотой отделки, подбором отделочной фанеры и конечно пропорциональностью отдельных частей.

Для правильного конструирования мебели можно пользоваться следующим чертежом (фиг. 30). Линия АВ—линия пола; из точки а восстановим перпендикуляр ab и отложим точку b —высоту сидения, равную 40 см (для твердого сидения) или 35 см (для мягкого). Из точки b проведем линию bc , параллельную АВ, и отложим длину $bd=58$ см, равную глубине сидения; из точки d опустим перпендикуляр de на линию АВ. Из точки e отложим по прямой ab длину $bf=ab$ и из точки a по горизонтальной АВ—длину $ag=1/5 ae$, т. е. ок. 12 см (11,6). Соединим точку f с точкой g , причем при пересечении линии bd получим точку h . Затем из точки a как центра радиусом ae опишем часть окружности до пересечения линии gf в точке i , при этом окружность пересечет линию cd в точке k , из k -рой опустим перпендикуляр kl на линию АВ. Из точки h как центра радиусом hl опишем дугу, k -рая пересечет линию gf в точке m . Из точки i проведем линию in , параллельную линии АВ. Этот схематич. чертеж дает правильные очертания остова стула или кресла, причем высота равна 35—40 см, глубина 58 см, высота спинки от пола 89 см, от сидения 53 см. Передние ножки прикрепляются между точками d и k , а задние—в точке h и отклоняются обычно по линии ha . У кресла локотники прикрепляются между f и i , постепенно изгибаясь, приближаются к линии in .

На мебельных 3-дах применяют самые разнообразные *деревообделочные станки* (см.). К их числу следует отнести: круглые пилы, ленточные пилы, строгальные, фрезерные станки, шипорезные, долбежные (см. *Долбление*), *копировальные станки* (см.) и т. д.

Для примера рассмотрим процесс работы на крупной механической мебельной ф-ке, специализировавшейся на изготовлении стульев шведско-американского типа. Древесина (дубовые доски) после просушки в сушилах (см. *Сушка дерева*) до определенного процента влажности поступает на маятниковые пилы для нарезки по длине. Нарезанные куски древесины сортируют в зависимости от назначения на передние ножки, задние, соединения для ножек, спинки и т. д. Для получения задних ножек куски досок определенной длины поступают на ленточную пилу, где по заранее сделанным разметкам вырезаются куски определенной формы, которые передаются на фрезерный станок для окончательной отделки и закругления краев. Заготовленные т. о. ножки передаются на долбежный станок для выемки пазов. Соединительные планки пропускаются сначала через строгальные станки для получения гладкой строганой поверхности и затем передаются на зашиповочный станок для получения усов. Изогнутые горизонтальные соединения для спинки предварительно выпиливаются на ленточном станке, затем обрабатываются на фрезерном и наконец переходят на зашиповочный—для получения усов. Все отдельные детали передаются на шлифовочные станки для получения гладкой шлифованной поверхности, после чего по конвейеру все заготовки передаются во 2-й этаж, где находится сборочное отделение. Сборка происходит на специальных эксцентриковых станках, куда закладываются отдельные части, смазанные предварительно клеем. Собранный из деталей стул зажимается на 3—4 часа в специальный станок, после чего заготовленные стулья передают в лакировочное отделение, находящееся в 3-м этаже. После програвы и покрытия воском стулья лакируются и поступают в 4-й этаж, где находится обойное отделение. Здесь происходит заготовка и подгонка сидений, покрытых искусственной кожей (гранитолем). Все работы в 3-м и 4-м этажах производятся вручную. Аналогично проходит процесс изготовления кресел и диванов.

Совершенно отдельное место занимает производство т. н. *венткой* (гнутой) мебели, k -рая отличается своей прочностью, легкостью и дешевизной. Дерево, из которого готовится гнутая мебель, должно обладать следующими качествами: гибкостью, не должно легко раскалываться, д. б. вязким и жестким, прямослойным и несуковатым. Этим свойствам в СССР удовлетворяют бук, граб, ясен, клен и т. д. Лучшей породой является крас-

ный бук. Производство гнутой мебели почти полностью механизировано (см. *Гнутые деревья*).

Лит.: Песочкий А., Столярное дело, 3 изд., М.—Л., 1929; Бродерсен Г., Столярно-мебельное дело, 2 изд., М.—Л., 1930; Песочкий А., Мебельное дело, 2 изд., М., 1929; Акимов В., Технология дерева, 4 изд., М.—Л., 1928; Бейдер М., Из практики нормирования в мебельн. производстве, 1926; Ветютнев Д., Столярные инструменты, материалы и приемы работы, М., 1928; Иванов Н., Столярное ремесло, М., 1915; Нетыкса М., Практич. курс столярного ремесла, М., 1910; Песочкий Н., Столярное ремесло, 8 изд., М.—Л., 1929; Сюзев А., Производство гнутой мебели, М., 1928; Трутовский А., Столярное дело, М., 1929; Федоров П., Курс столярно-мебельн. дела, СПб., 1914; Шредер Х., Школа столярного дела, М., 1903; Lippmann R., Holztechnische Handbibliothek, B. 2 u. 4, Jena, 1923—1925; Lippmann R., Die Stuhlfabrikation, Jena, 1928; Boisson J., Industrie du meuble, 2 éd., P., 1929; Dehurles M., Pour finir un meuble, P., 1928. В. Гессен.

СТОЧНЫЕ ВОДЫ, вода из атмосферных осадков, загрязненная легко передвигаемыми и растворимыми примесями, смываемыми с поверхности, по к-рой вода стекает, а также вода, остающаяся после использования ее для хозяйственно-бытовых и производственных надобностей. В С. в. находится лишь ок. нескольких десятых долей % посторонних примесей, состоящих из удельно тяжелых (легко отстаивающихся), взвешенных коллоидальных и растворенных веществ, жировых и масляных остатков и микроорганизмов. По своему составу С. в. бывают безвредные, опасные и ядовитые. Поверхностные и охлаждаемые С. в. являются безвредными и потому выпускаются непосредственно в открытые водоемы.

Все С. в. можно разделить на три основные группы по преобладанию в них отходов либо животного происхождения либо растительного происхождения или минеральных соединений. I группа: фекальные воды населения, воды молочных производств, производств удобрений, кожевенных э-дов, боен, мыловарен, дублен, шерстомен и суконных ф-к; II группа: воды э-дов и фабрик: сахарных, консервных, макаронных, хлопчатобумажных, винокуренных, бумажных, целлюлозных, резиновых и по переработке соломы; III группа: воды э-дов: химических, белильных, красильных, газовых, металлургических, нефтепергонных и содовых; воды солеварен и копей. Часто С. в. содержат одновременно все виды загрязнения, напр. воды с дубильных заводов несут частицы кожи, дубильного корья и известь.

Поступление промышленных вод в городские канализации значительно изменяет количество взвешенных примесей в общем стоке. По ориентировочным данным Комитета водоохранения количество взвешенных примесей в С. в. разных отраслей пром-сти колеблется по сравнению с водами московской канализации, для к-рых принимается таких примесей 600 мг на 1 л, в следующих соотношениях: С. в. красильн., шелковых ф-к, дрожжевых заводов дают взвешенных примесей 12÷82% (от 600 мг), а С. в. суконных ф-к, кожевенных, картофельных, сахарных э-дов содержат взвешенных примесей на 120÷550% больше, чем городские хозяйственные воды.

С. в. должны выводиться по трубам (см. *Канализация*) за пределы поселений для приведения их в такое состояние, при к-ром они не могли бы являться вредными для выпуска в открытые водоемы. Если промышленные С. в. по своему химич. составу могут нарушать правильную обработку фекально-хозяйственных вод, то устраивают отдельные системы ка-

нализации для хозяйственных и для промышленных С. в. или перед выпуском в общую систему труб промышленные С. в. подвергают частичной обработке в целях выделения из них вредных примесей или для приведения их в такое состояние, при к-ром они уже допускают последующую обработку одновременно с другими С. в. Наибольшую опасность с санитарной точки зрения представляют С. в., содержащие органические вещества, т. е. эти воды обременяют почву (см. *Поля орошения*) и открытые водоемы громадным количеством разлагающихся веществ. Органические отбросы, попадая в воду в большом количестве, гниют и делают воду непригодной. По анкетным данным, обработанным проф. П. С. Беловым, в 1926 г. в городские канализации 30 городов Союза поступало в среднем за сутки 225 000 м³ фекально-хозяйственных вод. Среднее суточное количество промышленных С. в. в Союзе в 1926 г. доходило до 2 500 000 м³, не считая вод конденсационных и охлаждающих. Наибольшее количество С. в. дает свекло-сахарная пром-сть; далее следуют: мочка конопли, красильные отделения, бумажное производство, целлюлозное и т. д. Большая часть этих С. в. выпускается в реки без всякой очистки или лишь с предварительным отстаиванием в осадочных бассейнах. Очистка С. в. ранее выпуска их в водоемы производится на очень немногих предприятиях. Полная очистка С. в. требует экономически недопустимых капитальных затрат и больших эксплуатационных расходов, а потому обычно очищенные С. в., поступающая в реки, уже здесь получают окончательное обезвреживание. Но для воды открытых водоемов существует известный предел насыщения органич. отбросами, далее которого она отказывается очищать себя от них, и дальнейший приток отходов ведет лишь к простому их накоплению. Поэтому важно определить точно предел насыщения речной воды С. в., при к-ром разложение последних происходило бы в наимыгоднейшем в указанном смысле направлении и не влияло бы существенно образом на загрязнение речной воды. По Петенкоферу количество протекающей воды относится к количеству выпускаемых в нее С. в., как 15 : 1, причем на каждого жителя требуется 2—3 м³ суточного количества протекающей речной воды. Фельпс придает главное значение скорости течения реки, причем при скорости в 1 м/сек требует 8,6 м³ речной воды в сутки на человека, а при скорости 0,5 м/сек—17,2 м³, т. е. вдвое больше. Брикс определяет это отношение количеством содержащегося в речной воде кислорода, способного окислить органич. вещества С. в. Общих норм для определения рассматриваемого отношения не установлено, и для каждого случая оно д. б. определено в зависимости от местных условий. По мнению проф. Хлопина разбавление С. в. водоема, куда они спускаются, не может гарантировать даже видимого грубого очищения водоемов от мертвых органич. веществ уже по одному тому, что С. в. содержат массу веществ взвешенных, а не только растворенных, и весьма медленно перемешиваемых с водой водоема. Следует также отметить, что разложение органич. веществ может задерживаться целым рядом различных причин. Так, сильно щелочные С. в. или содержащие много сернистых соединений могут не загнивать и при наличии в них органич. примесей. Такие С. в.

часто не обнаруживают своего неприятного присутствия у места выпуска в водоем, но в застойных местах или в местах с тихим течением, в особенности у плотин, расположенных даже за несколько км от места спуска С. в., эти органич. вещества отлагаются на дне водоема и здесь подвергаются энергичному разложению. Кроме того не все органич. вещества разрушаются с одинаковой быстротой. Так, азотистые вещества разрушаются быстрее, чем углеводы, и потому для сохранения естественного состояния водоема приходится обращать внимание не столько на признаки загнивания жидкости, сколько на присутствие соединений, поглощающих кислород водоема. Появление в водоеме плавающих масляных пятен, приносимых с промышленными С. в., может вредно отражаться на рыбном хозяйстве водоема, т. к. это уменьшает поверхность аэрирования воды водоема. Вредные вещества, приносимые С. в. в водоем, в одинаковой степени дурно влияют и на луговые береговые площади, к-рые покрываются водою водоема во время весенних и летних разливов, отравляя растительность и уничтожая пастбища. Особенно неблагоприятны по своему составу воды газовых заводов, подсобных предприятий при коксовании, сульфит-целлюлозных з-дов. Эти С. в. вносят в реки загрязнения, делающие воду непригодной для пользования населением не только в естественном виде, но и после фильтрования и обезвреживания, ибо существующие методы очистки питьевых вод бессильны бороться с присутствием в воде фенолов.

Методы обработки хозяйственно-фекальных вод м. б. использованы и для очистки промышленных вод с добавлением предварительных подготовительных процессов в зависимости от химич. состава их (см. *Биологический способ очистки сточных вод*). В состав очистных сооружений для промышленных вод обычно входит осадочник для выделения взвешенных примесей или простым механич. отстаиванием или при помощи химич. реактивов. Наиболее распространенным и дешевым реактивом является известь, далее железный купорос и сернокислый глинозем. Эти реактивы, реагируя на соответствующие составные части данных С. в., дают хлопьевидные осадки, способствующие б. или м. быстрому опусканию взвешенных примесей, действуя гл. обр. механически на процесс осветления сточной жидкости. Химическое осаждение не представляет собою полного очищения С. в. подобно почвенным способам, т. к. оно мало влияет на уменьшение растворенных органич. примесей. Для придания очищаемой воде большей прозрачности обыкновенно комбинируют с известью другие реактивы, отличающиеся лучшим осаждающим действием, напр. сульфат-алюминий и железо. Во многих случаях химич. очистка является предварительной обработкой, за которой должна следовать окончательная очистка, напр. на полях орошения или каким-либо другим способом. Но есть группа С. в., для к-рых можно ограничиться одним химич. очищением, напр. С. в. при кислот, шелковом и шерстяном, крашении, при ализариновом кумачном и нафтоловом крашении. Наконец одним лишь подбором разных по составу С. в., кислых и щелочных, без прибавления реактивов можно получить существенные результаты очистки таких вод. За последнее время применение химич. способов очистки значи-

тельно уменьшается, т. к. реактивы составляют значительный расход, между тем обработанная ими жидкость получается недостаточно очищенной, способной загнивать. Заслуживает внимания опыт гор. Хедерфильда в Англии, где С. в. состоят приблизительно из равного количества вод текстильных ф-к, вод химич. з-дов и С. в. городского населения. С. в. предварительно подвергаются простому отстаиванию, а затем направляются на биофильтры. Биофильтр постепенно в течение месяца получал городские С. в., к к-рым прибавлялась небольшими порциями промышленная вода; это дало возможность культивировать на биофильтре такой ил, который приобрел возможность очищать затем все смешанные воды города и з-дов, поступающие на станцию из общей канализационной трубы. Такой же способ очистки вод Хедерфильда был испытан и в аэротанке с культивированным активным илом и дал те же благоприятные результаты очистки. Проф. С. А. Вознесенский проделал многочисленные опыты в различных направлениях с целью найти наиболее подходящий способ очистки красильных С. в., наиболее трудно очищаемых. Требуя большое количество коагулянтов и отравляя активный ил, воды эти повидимому не могут очищаться обычными методами в их современном виде. Сперва были поставлены опыты очистки красильных вод, предварительно смешанных с органич. веществами и в частности с коммунальными водами. Опыты дали незагнивающую, совершенно прозрачную воду, но произведенные экономич. подсчеты дали высокую стоимость очистки при ее практич. осуществлении. В качестве другого адсорбента была исследована каменноугольная пыль, к-рая дала положительные результаты.

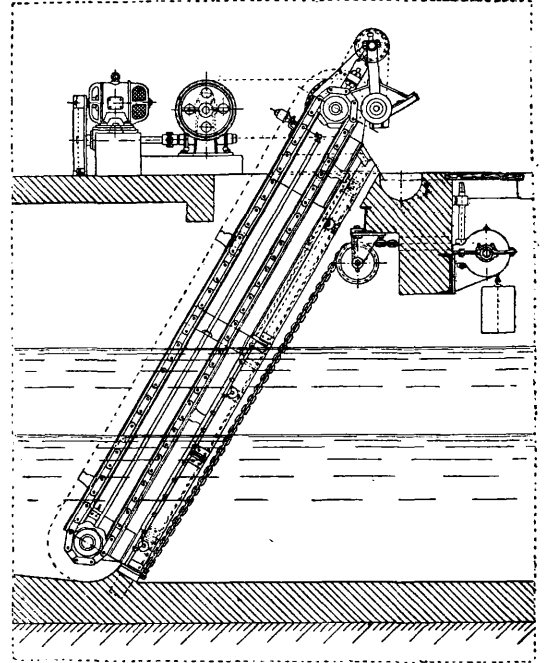
Для дальнейшего направления изучения методов очистки промышленных вод имеют большое практическое значение работы Парсонса и Вильсона, которыми было подтверждено, что активированный ил м. б. применен для двух стадий очистки С. в., а именно: осветления и нитрификации, причем эти стадии являются вполне самостоятельными и следуют одна за другой. Первая стадия, т. е. осветление, имеет громадное значение для последующей обработки жидкости. Активированный ил в этом процессе действует как коагулянт, адсорбируя коллоидальные и взвешенные вещества. Одновременно Урбан из Колумбуса (Огайо), рассматривая сточную жидкость как содержащую органическое вещество в трех видах— во взвешенном, коллоидальном и растворенном состоянии,—задался мыслью изучить процессы поглощения биохимического кислорода каждым из указанных видов загрязнения жидкости в отдельности. Опыты были поставлены с четырьмя различными С. в., для которых коллоидальное вещество составляет органическое загрязнение, требующее на окисление наибольшего количества кислорода, а именно: с фекально-хозяйственными водами и водами от производства бумажного, кожаного и мясных консервов. Опыты показали, что коллоиды хозяйственных вод потребляют биохимич. кислорода 60% от общего потребления, коллоиды вод бумажного производства из соломы берут 83%, а коллоиды кожевенных и консервных производств—90%. Т. о. применение в предварительных процессах адсорбирующего действия активированного ила для выделения коллоидальных веществ имеет

большое значение в деле обезвреживания С. в. Оставшиеся после этих процессов растворенные органич. вещества в нек-рых случаях могут не потребовать дальнейшего обезвреживания на окислителях или аэротанках. Следует отметить здесь также способ Прейбиша для очистки красильных вод, в к-ром он применяет в качестве адсорбирующего средства шлаки бурых углей или торфяную мелочь. С. в. с содержанием фенола свыше 1 г/л ранее выпуска пробуют использовать в целях выделения фенола экстрагирующими веществами, например бензолом, но необходимое для этого оборудование выходит очень сложным. Обычно такие воды выпускают в общую канализацию, причинами тем самым большие хлопоты на станциях очищения. С. в. с газовых и коксовых з-дов на Манчестерской станции разжижаются 9-кратным количеством воды. Этот метод применен и в Эмшере в Германии.

Общие принципы очистки фекальных и промышленных С. в. одинаковы, но весь процесс очистки промышленных вод протекает не так просто и однообразно, как фекальных. В виду разнообразия состава этих вод невозможно дать общую схему очистного сооружения без предварительного изучения состава воды. В каждом случае необходимо тщательно измерить суточное количество С. в. и ознакомиться с характером их по анализам средних проб, взятых по крайней мере за целые сутки определенными порциями через равные промежутки времени. Необходимо также иметь анализы воды того водоема, к-рый будет принимать очищенные воды, и знать расходы воды в нем для определения степени разбавления С. в. при минимальном его расходе. Только в зависимости от состояния водоема можно наметить нормы или степень чистоты, необходимой для вод, подлежащих выпуску в данный водоем. Там, где промышленные предприятия располагают достаточной площадью свободной и подходящей для орошения земли, следует проектировать поля орошения или фильтрации, и лишь при отсутствии свободных и подходящих земель следует останавливаться на устройстве искусственных сооружений. Если С. в. от производства содержат мало органич. соединений, можно проектировать отстаивание в связи с коагулированием. Все эти сооружения работают правильно и надежно, если С. в. поступают на них равномерно и однородного состава; однако на ф-ках С. в. в течение суток выпускаются неравномерно и неоднородного состава. В виду этого при сооружениях для очистки вод полезно иметь на ф-ке общий сборный резервуар, вмещающий все суточное количество С. в., для образования воды б. или м. среднего однородного состава. Такие бассейны полезны и в отношении осветления С. в., т. к. в них получается взаимодействие вод с кислотой и щелочной реакцией, вызывающее образование хлопьевидных осадков, способствующих освобождению жидкости от взвешенных примесей; кроме того здесь выпадает также и часть растворенных веществ. При изучении состава С. в. данной пром-сти может выясниться, что после нек-рых процессов получается большое количество вполне чистой воды; такие воды м. б. выделены для спуска в водоем без очистки. Отделение промывных вод от общих стоков и устройство для уравнивания состава С. в. бассейнов, служащих их отстойниками, могут уже значительно помочь водоему бо-

роться с притекающими С. в. Вредные соли металлов, находящиеся во взвешенных веществах, м. б. выделены б. ч. простым отстаиванием. Удаление взвешенных веществ в значительной уже степени уменьшает вред С. в., т. к. с растворенными загрязнениями водоемы легче справляются самоочищением. В. Дроздов.

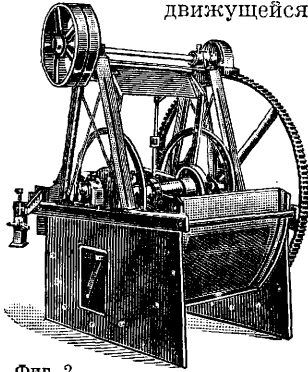
Сооружения для очистки сточных вод. Для механической очистки сточных вод служат решетки, сита, вакуум-фильтры и другие процеживатели. При выборе системы последних главную роль играют величина и свойства частиц, подлежащих выделению из воды. Для хорошей работы решеток и сит необходимо непрерывное и автоматич. удаление задержанных на них грязевых веществ. Для грубых решеток применяют с этой целью скребки; при большой ширине прозоров (10 мм) скребки



Фиг. 1.

входят в щель в виде гребня. Для решеток с более узкими отверстиями употребляют проволочные щетки, щетки из волокон пиасивы (Piassiva), резиновые скребки и другие принадлежности. Грубые решетки делают б. ч. неподвижными и устанавливаются обыкновенно в наклонном положении под углом в 60°; при ограниченном размере помещения их ставят вертикально, а в нек-рых особых случаях—горизонтально. Горизонтальные решетки доступнее для осмотра и удобнее для очистки. Грубые решетки делают из стальных стержней или труб с прозорами 5÷15 мм; ширина прозоров тонких решеток составляет 1÷3 мм. Опыт Риона (Ryon) выяснили, что заострение прямоугольных стержней решеток с верхней стороны увеличивает проток воды на 22%, с нижней стороны—на 2,5%, а с обеих сторон—на 26%. На фиг. 1 показана неподвижная решетка сист. Гейгера. Она состоит из стержней треугольного сечения и поперечных соединений, лежащих за поверхностью решетки; нормальная ширина прозоров 3 мм, но она м. б. уменьшена до 1 мм. Решетка расположена до высшего уровня С. в.; выше этого

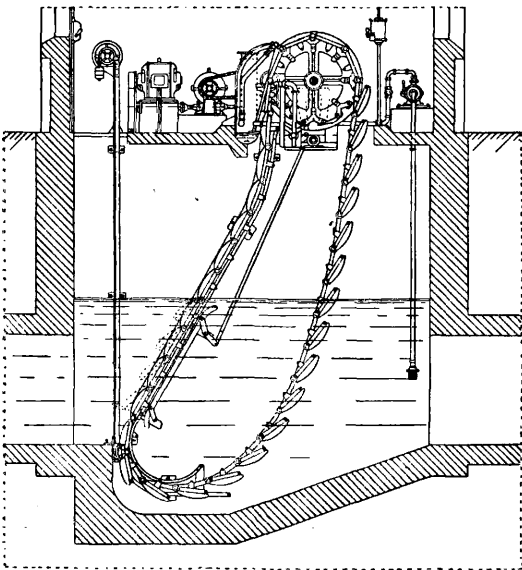
уровня устройство покрыто листовым железом. Для очистки решетки служит несколько щеток, передвигаемых бесконечной цепью, натянутой на ролики. Щетки прочищают прозоры решетки снизу доверху; для натягивания цепи имеется устройство для перестановки роликов. Щетки, расположенные по движущейся цепи, очищаются



Фиг. 2.

свободноподвешенной круглой щетки, вращающейся в обратном направлении и очищаемой в свою очередь движущимся гребнем. Неподвижная решетка с подвижными граблями проста и занимает мало места. Большой производительностью и лучшим обеспечением хороших результатов работы отличаются подвижные решетки в виде бесконечной цепи или ленты, причем различают решетки крыльчатые, ленточные, ситочные, а также ситочные барабаны.

Сита состоят из двух перпендикулярных систем стержней или из дырчатых металлич. листов. Щели в последних должны расширяться со стороны выхода воды, дабы избежать закупоривания их. На фиг. 2 изображен процеживатель с неподвижным изогнутым листовым ситом, служащий для улавливания свекловичных концов. На фиг. 3 показано подвижное ленточное сито сист. Гейгера, представляющее собой ряд небольших сит из проволоочной ткани, сделанной из фосфори-

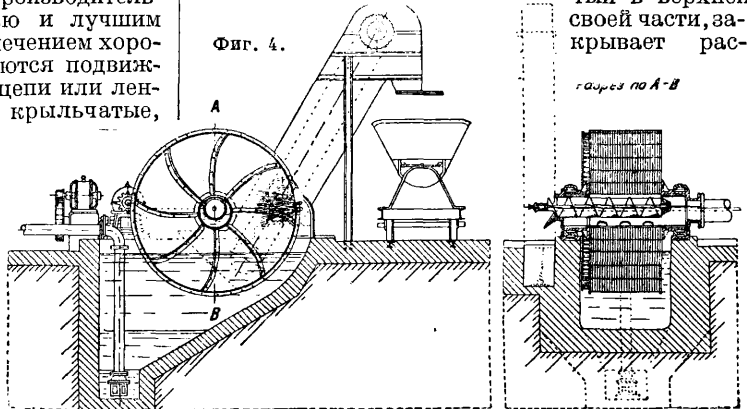


Фиг. 3.

стой бронзы, с отверстиями $0,25 \div 0,60 \text{ мм}^2$. Сита свободно подвешены на двух бесконечных цепях; отдельные сита прижимаются друг к другу напором воды; на нисходящей части

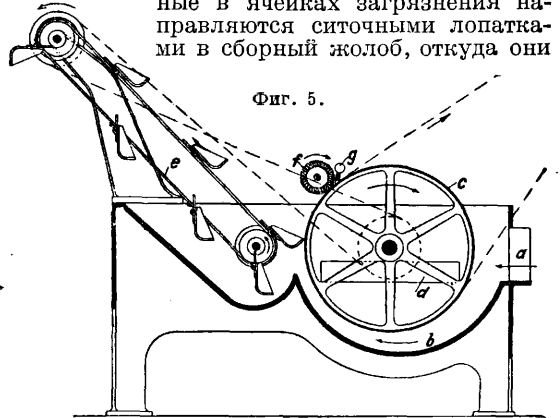
цепи сита, очищенные сверху от задержанных на них загрязнений, раскрываются частью под давлением воды, частью от собственного веса, свободно пропуская осветленную воду. Очищаются сита посредством промывки их водой под давлением по направлению от внутренней поверхности сит к наружной.

В качестве процеживателей применяются также вращающиеся на горизонтальной оси цилиндрические или конические барабаны, обтянутые тонкими ситами из фосфористой бронзы. На фиг. 4 изображен ситочный барабан сист. Фохт-Гейгера для выделения твердых веществ из различных сильно загрязненных жидкостей. Внутри барабана устроены согнутые ситочные лопатки, делающие барабан на ряд ячеек. Внутри барабана помещены распределительный жолоб для грязной твердой воды и сборный жолоб для выловленных твердых веществ; последний расположен эксцентрично по отношению к первому. Сборный жолоб, открытый в верхней своей части, закрывает рас-



Фиг. 4.

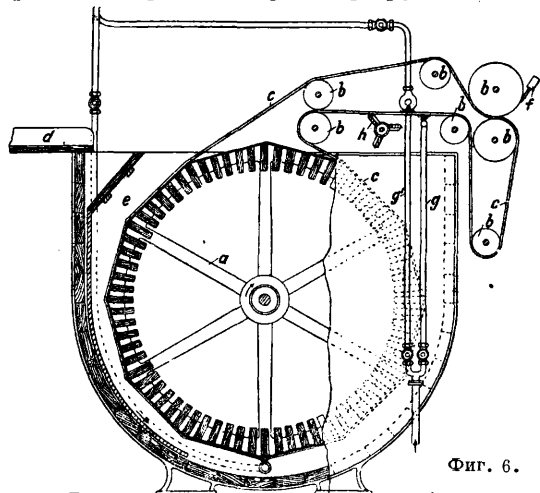
пределительный жолоб так, что последний образует закрытый канал сечением в виде полумесяца. В сборном жолобе помещен транспортный червяк. Внизу распределительного жолоба имеется продольная щель, через которую загрязненная вода попадает в отдельные ячейки медленно вращающегося барабана. Осажденные в ячейках загрязнения направляются ситочными лопатками в сборный жолоб, откуда они



Фиг. 5.

удаляются транспортером. Оставшиеся твердые частицы, приставшие к ситам барабана, отделяются промывкой водою под давлением. В фильтре сист. Бабровского для улавливания волокон из С. в. суконных ф-к (фиг. 5) очищаемая вода поступает через патрубок *a* в камеру *b*, протекает через барабанное сито *c* внутри барабана и попадает через отверстия

d в сточный желоб. Задержанные на барабане волокнистые вещества пододвигаются при вращении барабана к транспортеру *e* и удаля-

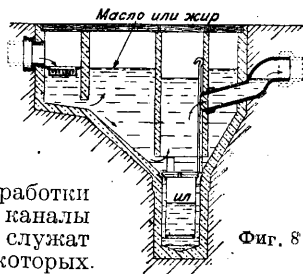


Фиг. 6.

ются им из аппарата. Разница уровней жидкости снаружи барабана и внутри его весьма мала, вследствие чего жидкость медленно протекает через фильтрующую поверхность; последняя, а также ситочные отверстия очищаются автоматически потоком промывной воды. Очистение столь совершенно, что многие установки работают без щеток *f* и добавочных промывных труб *g*. Во многих отраслях пром-сти, как например бумажной, на суконных ф-ках, сахарных з-дах и пр., применяются тонкие сита (до 0,1 мм²), изготовляемые из фосфористой бронзы на специальных з-дах. Иногда

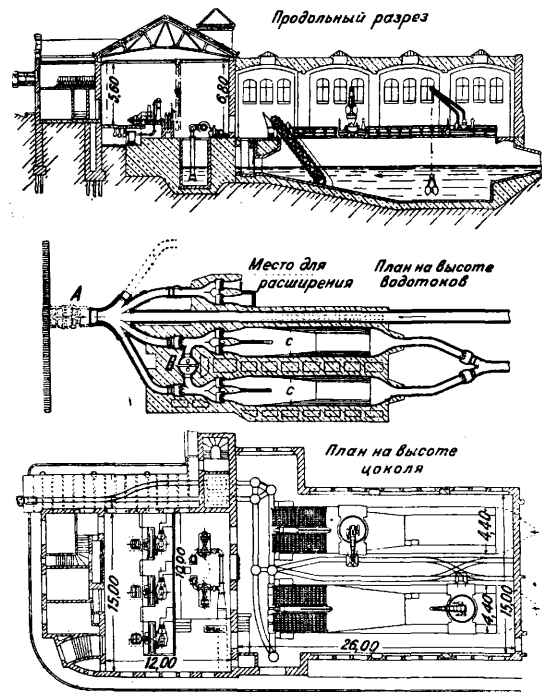
вания находящихся в воде тонких волокнистых веществ. Для усиления фильтрующего действия применяют иногда вакуум. Примером фильтров с перемещающимся вокруг барабана сукном может служить фильтр сист. Фюльнера (фиг. 6), состоящий из фильтровального барабана *a*, открытого с лобовой стороны, и системы валцов *b*—*b'*, по к-рым движется бесконечный войлок *c*. Волокна и прочие нерастворимые вещества *c* в., пропущенных через желоб *d* и ящик *e*, задерживаются на войлоке, обезвоживаются прессом *b* (валцами) и снимаются с верхнего вальца скребком *f*. Профильтрованная через войлок вода проникает внутрь барабана, а оттуда через боковую открытую сторону фильтра наружу. Несмотря на наличие промывных приспособлений, состоящих из труб *g* и *g'*, пресса *b* и колотушки *h*, войлок становится при этом процессе все более и более водонепроницаемым, что влечет за собой падение производительности аппарата. Для устранения этого явления прибегают к частой замене войлока новым или применяют (что удобнее) особые приспособления, помощью к-рых производят промывку войлока, не вынимая его из аппарата.

До обработки *C. в.* в очистительных устройствах надлежит предварительно удалять из них песок, чтобы он не увеличивал объема ила, не затруднял его дальнейшей обработки и не мог повредить каналы и насосы. Для этого служат песколовки, в которых песок осаждается на дно, откуда он удаляется ручным или механическим способами. Песколовки должны иметь такие размеры, чтобы помимо песка не мог осаждаться подверженный загниванию ил. Поэтому скорость протока сточных вод через песколовки должна варьировать в пределах 0,15÷0,50 м/сек, причем желательно, чтобы эта скорость была не ниже 0,3 м/сек. Песколовки состоят обычно из двух или большего числа камер длиной 10÷30 м и одного обводного канала; одна из камер предназначена для стока *C. в.* в сухую погоду. Перед песколовкой устраивают дождевой перелив, направляющий в обводный канал воду, избыточную против максимальной пропускной способности песколовки. На фиг. 7 показана песколовка в Гамбурге (*A*—запасный водоспуск, *B*—насосная шахта и *C*—песколовка).



Фиг. 8.

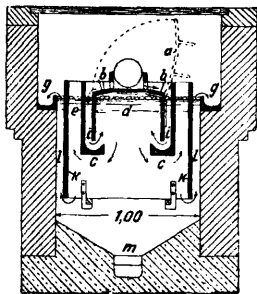
Для отделения жиров, содержащихся в *C. в.*, служат жирыловки. На фиг. 8 представлена в разрезе бетонная масло- и жирыловка системы Пассавант (Passavant), широко распространенная в Германии на ж. д. для вод паровозных депо и на бойнях. Аппараты, в которых загрязненная вода подводится не на достаточной глубине, мало целесообразны, т. к. в этом случае жир всплывает неэнергично. По Имхофу жирыловкой может служить обыкновенный отстойник, причем выделению жира из *C. в.* способствует нагнетание воздуха у подшвы таких отстойников. Жир задерживается на поверхности воды погруженными в воду досками и отводится с поверхностными водами в особый резервуар, в к-ром жир может полностью выделиться. Холодильные, конденса-



Фиг. 7.

употребляют (напр. в бумажной пром-сти) в качестве фильтров широкие суконные или войлочные ленты для задержи-

ционные промывные воды и воды от очистки машинных зданий, машин и аппаратов содержат большие или меньшие количества масла и жировых составных частей. Для выделения маслянистых веществ из С. в. служат м а с л о т д е л и т е л и. На фиг. 9 изображен в раз-



Фиг. 9.

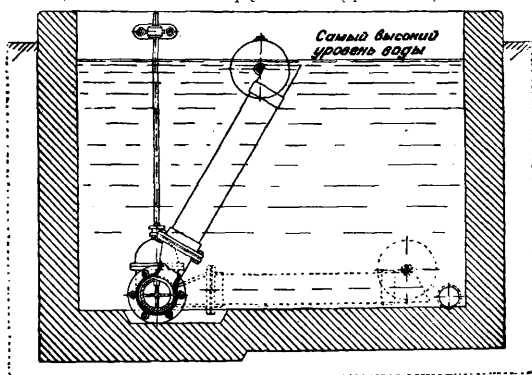
резе маслоотделитель системы Кремера. Вода, содержащая масло, поступает через приточную трубу в откидывающийся распределительный жолоб *a*. Через отверстия в обеих боковых стенках жолоба вода изливается равномерно на охлаждающие поверхности *b* и затем через щели *i* направляется в главную центральную часть *d* маслоотделителя; на этом пути вода отражается выступом *c* и получает движение вверх, содействующее выделению масла на поверхности; при дальнейшем движении воды от нее отделяются оставшиеся еще в ней жировые вещества и собираются в запасном отделении *e*; далее вода обгибает стенки *k*, через щели *l* поднимается вверх и течет через водослив в жолоба *g*, соединенные с отводной трубой. Грязевые вещества, более тяжелые, чем вода, собираются в иловой части маслоотделителя *m*, откуда они удаляются насосом.

Содержащаяся в С. в. земля, а также тяжелые неорганич. частицы легко осаждаются в отстойниках. Если эти воды содержат еще и органич. вещества, то необходимо удалить ил из отстойников возможно скорее. Ил можно удалить, выключая отстойник или не выключая его из работы. Отстойники сооружают в тех случаях, когда очистка С. в. путем отцеживания через сита недостаточна. При наличии отстойников никаких сит перед ними не устанавливают, а все грязевые вещества осаждаются одновременно в отстойнике. В отношении качества ил различают устройства, дающие свежий ил, и устройства, дающие выгнивший ил, а в отношении направления движения С. в. отстойники делят на отстойные бассейны, в к-рых С. в. протекают в горизонтальном направлении, и на отстойные колодцы, в к-рых С. в. протекают в вертикальном направлении. Время пребывания С. в. в отстойных установках обычно принимают при расчетах равным 1—2 ч.

Отстойные бассейны сооружают, исходя из скорости движения $10\div 15$ мм/сек. При осаждении мелких органич. нерастворимых веществ скорость движения д. б. меньше, чем при осаждении неорганических частиц. Если нерастворимые частицы имеют приблизительно одинаковый уд. в. со сточной жидкостью, то они не осаждаются из воды, даже если последняя находится в покое; в этом случае осаждение производится с помощью особых мероприятий (удаление воздуха из осаждаемых частиц, хлорьеобразование путем добавления химических веществ и пр.). По Шульцу при з е р н и с т о м иле глубина отстойного бассейна не играет роли; в данном случае значение имеет горизонтальное сечение *O* отстойного бассейна. Для приближенных расчетов Имхоф рекомендует принимать $O=2$ м² на 1 м³ часового расхода С. в. При х л о п ь е-

образованном иле, наоборот, увеличение глубины отстойного бассейна сокращает время осветления С. в. Имхоф рекомендует при глубине отстойного бассейна приблизительно в 1,5 м брать $O=1$ м² на 1 м³ часового расхода С. в.; отстойные бассейны большей глубины приносят малую пользу. При дождливой погоде расход м. б. увеличен вдвое. По Бему целесообразными оказались отстойные бассейны длиной в 40 м при глубине в 2 м с повышением дна по направлению к выходу С. в. из бассейна.

Отвод из отстойного бассейна свежего ила производится различными способами. В наиболее часто встречающихся отстойных бассейнах с прямоугольным планом и приближенно треугольным поперечным сечением ил отводится сквозь имеющиеся в дне отстойного бассейна щели в ниже расположенные сборники ила. Дно отстойных бассейнов в месте расположения щелей должно иметь падение круче 1 : 1, примерно от 1,2 : 1 до 1,7 : 1 (отношение высоты к заложению). Имеются также устройства, у которых дно отстойного бассейна снабжено воронкообразными мульдами, из наиболее низких мест к-рых и удаляется ил. Меньшее распространение имеют очистительные устройства, из к-рых ил м. б. удален лишь после их опорожнения от С. в. или из к-рых ил удаляется при помощи скребков или подвижных всасывающих труб. Для опорожнения отстойного бассейна воду или спускают при помощи плавающих рукавов (фиг. 10) или вы-

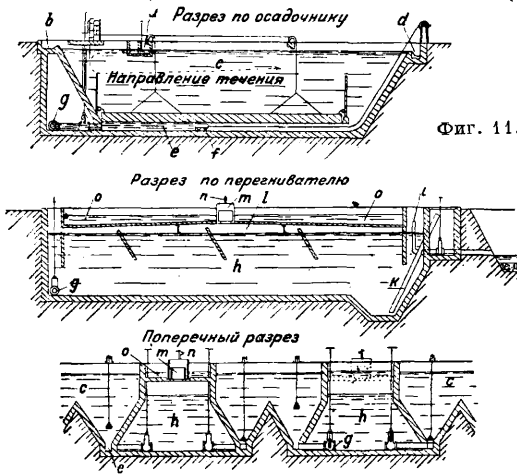


Фиг. 10.

качивают насосом, после чего ил удаляют ручными скребками, машинными черпаками и насосами или спускают самотеком. Отстойные бассейны сооружают из кирпича или бетона. Впуск воды в бассейн должен производиться равномерно по всей его ширине; с этой целью впуск воды производят через водослив. На некотором расстоянии за впуском С. в. в бассейн и перед выпуском устанавливают погруженные в воду доски или бревна для лучшего перемешивания воды и задержания плавающих веществ.

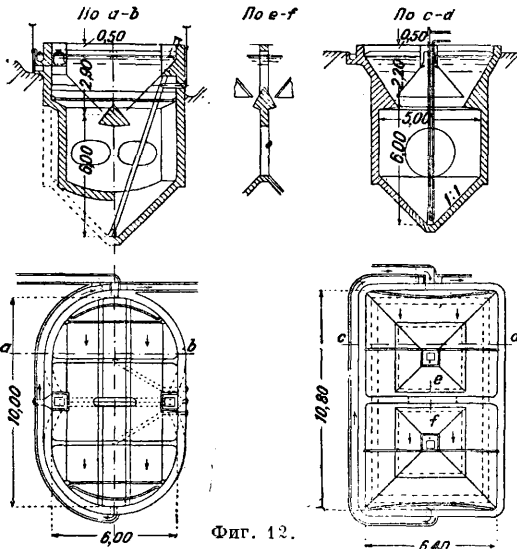
При сооружении отстойников для С. в. с илоперегнивателями (иловыгнивателями, септиками) последние располагают или рядом с осадочниками, или раздельно от них, или под ними. Типичным примером отстойников с раздельными илоперегнивателями может служить нейштадтский отстойник, показанный на фиг. 11, где *a*—впуск, *b*—жировловка, *c*—осадочник, *d*—спуск, *e*—закрывающийся иловый жолоб, *f*—илоудалятор, *g*—труба, соединяющая илоперегниватель с осадочником,

h—илоперегниватель, *i*—шарнирная труба для иловой воды, *k*—иловыпускная труба, *l*—газовый колок, *m*—запорный колокол, *n*—газоотвод, *o*—водоем для чистой воды (во-



Фиг. 11.

дяной затвор). С. в. после прохождения через грубые решетки и, если нужно, то и песколовки, протекают через приточный жолоб *a* и вступают широким поверхностным потоком в осадочник *c* по подвешенному распределительному жолобу, снабженному рядом коротких насадок. Поток воды направляется к передней наклонной стене, минуя короткие вертикальные стенки, способствующие более равномерному, невихревому течению воды. Во время медленного движения воды к стоку *d* происходит осаждение грязевых веществ в иловые жолобы. Для опорожнения последних ежедневно опускается запорная балка, отделяющая жолоб от вышестоящей воды. Образующийся таким путем иловый жолоб *e* соединяется с илоперегнивателем *h* при посредстве трубы *g*, закрываемой быстродействующим

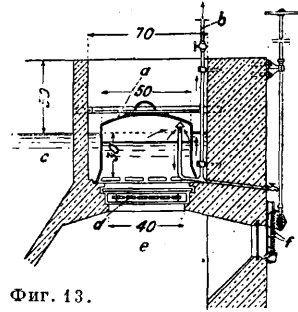


Фиг. 12.

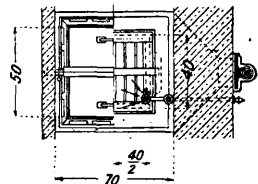
затвором. При открытии последнего вода, проникающая в свободный конец жолоба *e*, начинает выдавливать ил в илоперегниватель *h*, в к-ром уровень ила должен стоять ниже уровня воды отстойного отделения; давление воды на ил в жолобе *e* передается посредством

илоудалителя *f*, закрывающего собой жолоб *e* и т. о. препятствующего разжижению ила водою и образованию остаточных отложений его на дне жолоба. После удаления ила из жолоба запорная балка поднимается, а илоудалитель возвращается к исходному положению. На выполнение указанной работы по удалению ила из каждого жолоба *e*, включая все манипуляции с приборами, требуется 2—3 м., причем эта работа не прерывается и не нарушает процесса осветления сточной воды в отстойнике. Илоперегниватель *h* разделен перегородками, не доходящими до дна, на несколько ячеек. Каждый м³ ила, впущенного через трубу *g*, вытесняет соответствующее количество более старого ила в соседние ячейки. Таким же образом ил передвигается, если опускается выгнивший ил через трубу *k*. Необходимое перемешивание поступающего в илоперегниватель свежего ила с илом, находящимся в перегнивателе в стадии разложения, происходит кроме того вследствие вертикальных движений, обусловленных процессами брожения. К иловыпускной трубе *k* может попасть только лишь перегнивший ил. Тепло способствует разложению ила и повышает развитие метаносодержащих газов, с успехом употребляемых в последнее время в качестве источника энергии.

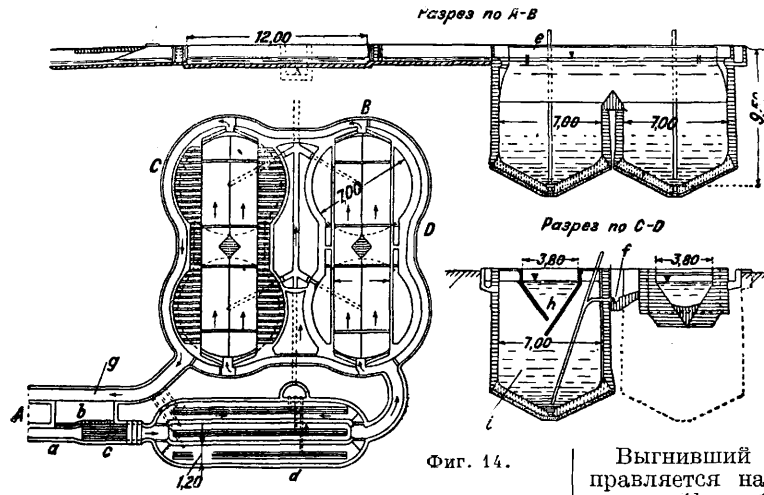
К отстойникам с илоперегнивателями подосадочниками относятся всевозможные системы осадочных колодцев. Старейшей системой является эмшерский колодец, сооружаемый обыкновенно из железобетона, а при небольшой величине — из отдельных бетонных колец. Для малых населенных мест эмшерские колодцы сооружают по основным формам, изображенным на фиг. 12. Осадочники с приближенно треугольным поперечным сечением расположены над илоперегнивателями, в к-рые ил сползает по крутым наклонным поверхностям (падение от 1 : 0,85 до 1 : 0,6) осадочников через щели в их дне. Треугольные бетонные тела, ограничивающие щели, препятствуют проникновению газов из илоперегнивателя в осадочник. Газы (метаные) собираются под наклонными поверхностями и отводятся под газовый колок *a* (фиг. 13; *b*—газопровод, *c*—осадочник, *d*—деревянная крышка, *e*—перегниватель, *f*—спуск ила). Последний прикрыт снизу деревянной крышкой, пропускающей газ и задерживающей всплывающий ил, к-рый м. б. спущен через боковое окно, закрываемое задвижкой. Перегнивший ил отводится из самой низкой части мульдобразного дна илоперегнивателя через илоудалительную трубу, смотря по обстоятельствам, посредством напора воды или при помощи насосов. Продолговатое илоперегнивательное отделение отстойника разделено поперечной стенкой на два отделения, соединенных между собой несколькими



Фиг. 13.



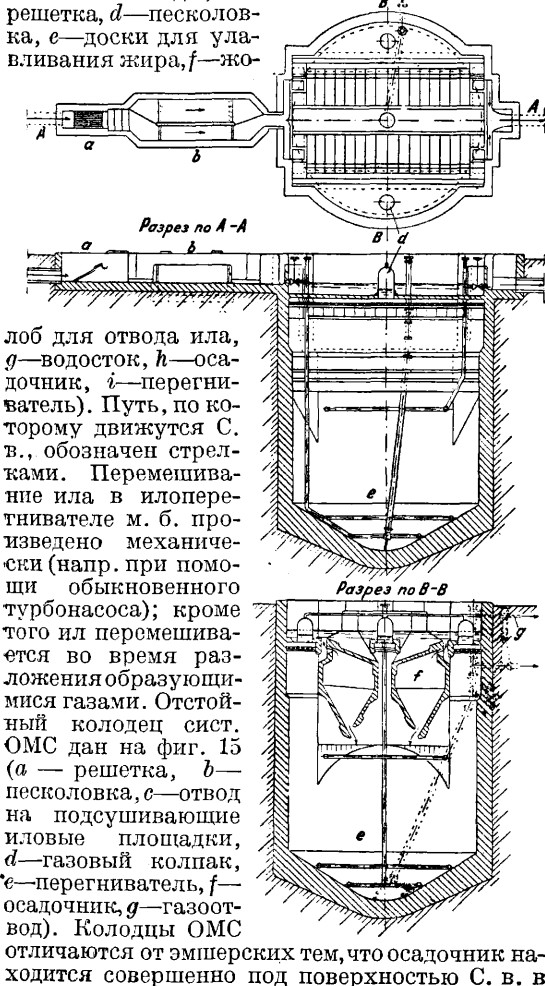
отверстиями для возможности выравнивания высот скопляющегося ила в отстойнике. На фиг. 14 представлено в плане и разрезе



Фиг. 14.

устройство для осветления С. в. при помощи эмшерских колодцев и расположенных перед ними грубой решетки и песколовки (а—приток С. в., б—перелив избыточной воды, в—решетка, д—песколовка, е—доски для улавливания жира, ф—жо-

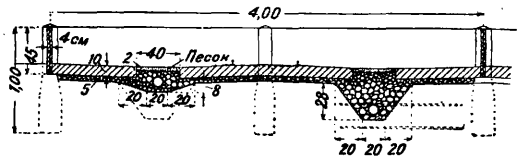
Фиг. 15.



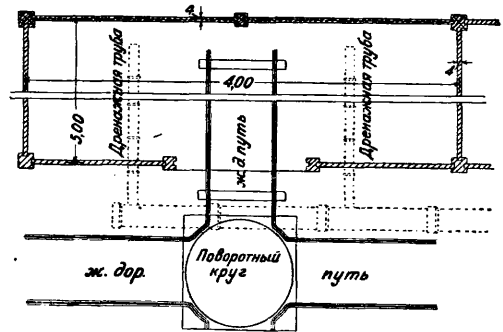
лоб для отвода ила, г—водосток, и—осадочник, к—перегниватель). Путь, по которому движется С. в., обозначен стрелками. Перемешивание ила в илоперегнивателе м. б. произведено механически (напр. при помощи обыкновенного турбонасоса); кроме того ил перемешивается во время разложения образующимися газами. Отстойный колодец сист. ОМС дан на фиг. 15 (а — решетка, б — песколовка, в — отвод на подсушивающие иловые площадки, д — газовый козпак, е — перегниватель, ф — осадочник, г — газоотвод). Колодцы ОМС отличаются от эмшерских тем, что осадочник находится совершенно под поверхностью С. в. в

колодце; илоперегниватель расположен, как и в эмшерских колодцах, под осадочником. В последнем происходит отделение пловучего ила от осаждающегося, причем оба рода ила отводятся из осадочника наклонными плоскостями через свои щели. Илоперегнивание и отвод газов происходит так же, как и в эмшерских колодцах. Для выделения жира из С. в. располагают у впуска погруженные в воду доски. Для получения свежего ила м. б. расположены под щелями, пропускающими ил из осадочника в илоперегниватель, особые карманы. Для лучшего перегнивания ила м. б. накачена свежая вода по трубам, доходящим до дна илоперегнивателя; для устранения кислого брожения в воду д. б. добавлены соответствующие примеси.

Выгнивший в илоперегнивателях ил направляется на подсушивающие иловые площадки (фиг. 16) самотеком или искусственным подъемом. Наименьший диам. труб равен 200 мм. При направлении ила самотеком трубы должны иметь падение не менее 0,125, а открытые каналы — не менее 0,025. Предназначенное для сушки ила место разбивают на длинные гряды шириною ок. 4 м. Дном этих гряд служит фильтрующий слой из щебня, мелкого камня или шлака; толщина этого фильтрующего слоя равна 0,25 м; поверх этого слоя кладется слой песка толщиной 0,05 м или бетонные плиты с отверстиями для просачивания воды. По середине каждой гряды рас-



Фиг. 16.



полагают линию дренажных труб, а по фильтрующему слою устраивают путь для отвоза по нему просохшего ила; при больших установках отвозка ила м. б. произведена при помощи кабельного крана. Гряды окружают со всех сторон бетонными плитами, возвышающимися на 0,3 м над поверхностью земли. Перегнивший ил располагают на грядах слоем толщиной ок. 0,2 м. Забирается ил с гряд лопатами, причем одновременно снимается постепенно песчаный слой, который поэтому должен быть возобновлен. Ил высыхает тем легче,

чем он богаче газами. Поэтому не следует применять отсасывания его из отстойника.

При механич. отстаивании из С. в. может быть удалена только часть нерастворимых веществ, в зависимости от продолжительности отстаивания, от свойств воды и в первую очередь от уд. в. находящихся в воде нерастворимых веществ. В Германии принимают при расчетах, что из городских С. в. отстаивается $\frac{2}{3} \div \frac{3}{4}$ общего количества нерастворимых веществ.



Фиг. 17.

Хорошо работающая установка по отстаиванию воды должна удерживать не менее 90% веществ, способных осесть. Более сильное осветление С. в. можно получить осаждением с коагуляцией, прибавляя к С. в. те или другие осаждающие вещества (коагулянты), обладающие свойством образовывать в С. в. хлопья, к-рые при осаждении увлекают нерастворимые вещества на дно. Для городских С. в. от коагулирования по большей части отказались, а в тех случаях, когда очистка С. в. пропускком через сита или отстаиванием оказывается недостаточной, прибегают к биологич. очистке на естественных или искусственных окислителях; там же, где это по местным условиям возможно, ограничиваются механическим отстаиванием воды с перегниванием ила. Для промышленных С. в., к-рые часто имеют сильно кислую или щелочную реакцию либо содержат сильно красящие или такие вредные вещества, к-рые м. б. удалены только коагулированием, приходится прибегать к содействию химич. реактивов, из к-рых наиболее действительными являются: известковое молоко, серноокислый глинозем, железный купорос и серноокислый магний (кизерит). Если химическая обработка С. в. применяется в качестве самостоятельного способа, то перед спуском обработанной воды в водоем является необходимым в некоторых случаях удалять из нее прибавленные химикалии. Для надлежащего смешения химич. реактивов со С. в. рекомендуется устраивать перед отстойниками

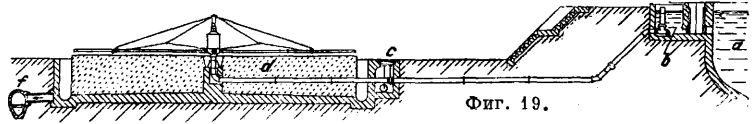


Фиг. 18.

систему смесительных желобов по типу, указанному на фиг. 17. В нек-рых производствах для обработки С. в. достаточно произвести смешение различных видов С. в., причем коагулирование в этих случаях может и не понадобиться. Количество химич. веществ, к-рые необходимо добавить к С. в., зависит от количества и свойств загрязнений, находящихся в С. в. и подлежащих удалению, причем дозировка устанавливается предварительными опытами. Для дезинфекции городских С. в. прибегают к х л о р у в а н и ю. Хлор применяется также и в тех случаях, когда необходимо задержать загнивание воды маломощного потока, в к-рый спускают механически обработанные С. в., могущие вызвать загнивание. Загнивание д. б. задержано до тех пор, пока С. в. в смеси с водами маломощного потока не выольются в большую реку, обладающую более благоприятными условиями для самоочищения; хлор прибавляют в этом случае в незначительных количествах.

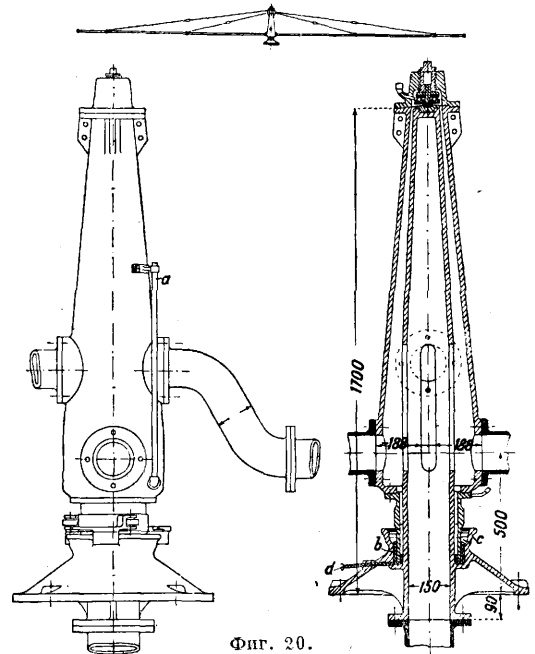
Количество хлора, вводимого в городские С. в., составляет $10 \div 30 \text{ г/м}^3$. Для промышленных С. в. хлор не нашел себе пока применения.

Лучшим способом очистки С. в., осветленных в отстойниках, является биологич. очистка на полях орошения (см.). По Шокличу 1 га полей орошения требуется на 250—400 жителей, а при предварительной очистке С. в. на 1 000 жителей. Когда почва служит только для очистки С. в., то поля орошения приобретают характер полей фильтрации (см. Биологический способ очистки сточных вод). На фиг. 18 представлено фильтрационное устройство, где *a*—затопленный участок, *b*—дамба, *c*—шлюз, *d*—дренажная труба, *e*—сборный колодец с движками в нем, *f*—сточный канал для профильтрованной воды. При помощи фильтрации через почву выделяется большая часть микроорганизмов (по опытам до 98%). При целесообразном устройстве и эксплуатации полей фильтрации можно на них обработать в 10 раз боль-



Фиг. 19.

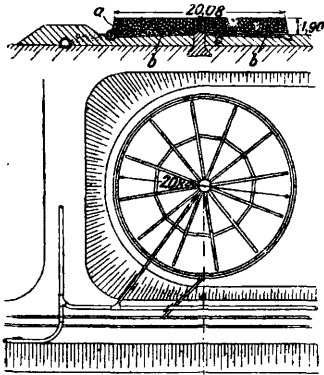
шее количество С. в., чем на полях орошения. Поля орошения и поля фильтрации требуют б. или м. значительных площадей земли. Там, где таких площадей не имеется, приходится прибегать к искусственной биологич. очистке на искусственных окислителях из кокса, шлака, мелкого щебня, гравия и других материалов. Одним из современных искусственных окислителей является капельный (непрерывно-



Фиг. 20.

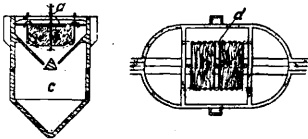
действующий) окислитель. Фильтрующий материал для окислителя Имхоф рекомендует брать крупностью $20 \div 80 \text{ мм}$, а фильтрующий слой делать высотой 2 м (при более мелком материале) и 4 м (при более крупном материале). На 1 м³ ежедневного расхода очищаемых С. в. в сухую погоду Имхоф считает 1,4 м³ емкости окислителя, но не менее 0,13 м³ на 1 жителя.

На фиг. 19 представлен капельный окислитель с вращающимся оросителем, снабженным двойным ртутным и глицериновым залором сист. Гейгера, не допускающим проникновения грязной воды во вращающуюся часть и замерзания даже при больших морозах; на той же фигуре: *a*—отстойник, *b*—распределительная камера, *c*—колодец с расположенными в нем задвижками со спуском, *d*—капельный окислитель, *f*—сточный канал.



Фиг. 19.

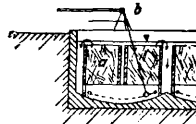
На фиг. 20 показаны детали (*a* — водомерное стекло, *b*—ртуть, *c*—глицерин, *d*—спускная трубка) вращающегося оросителя для окислительной установки, изображенной на фиг. 21, где *a*—крупный шлак, *b*—железобетон, *c*—насыпной грунт. Кроме вращающихся оросителей применяются также подвижные оросители (см. Биологический способ очистки сточных вод). При устройстве биологич. окислителей необходимо обратить особенное внимание на хорошую предварительную обработку С.в. Для вращивания капельного окислителя требуется до 30 дн. Отстойники для последующей очистки, воспринимающие пропущенную через окислитель воду, сооружаются размерами, равными примерно $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ размеров отстойников для предварительной очистки, сооружаемых перед окислителями. Искусственные окислители требуют значительно меньше места для своей установки, чем поля орошения, но с другой стороны, последние м.б. использованы для с.-х. культур. В капельных окислителях возможно появление запаха при подаче на окислитель загнившей воды и массовое развитие мух; последние недостатки д. б. устранены соответствующими мероприятиями. Кроме того при капельных окислителях вымываются иловые вещества и продукты разложения, что требует последующей обработки стоков в отстойниках или на песчаных фильтрах до спуска очищенных вод в водоемы. Поэтому следует во всех случаях, когда это представляется возможным, прибегать к очистке С. в. на полях орошения. Биологич. очистка производится также при помощи погруженных окислителей, фильтры которых, подобно фильтрам капельных окислителей, состоят из свободно лежащих слоев мелкого камня ($20 \div 80$ мм), хвороста и других фильтрующих материалов, расположенных в деревянных ящиках, свободно пропускающих воду сверху и снизу. Фильтрные ящики перекрывают С. в., давая им протекать сквозь фильтр; на поверхности последнего осаждаются при этом коллоиды и развивается интенсивная деятельность микроорганизмов. Одновременно подается воздух снизу фильтра-окислителя при помощи неподвижной системы дырчатых труб или посредством качающейся трубы.



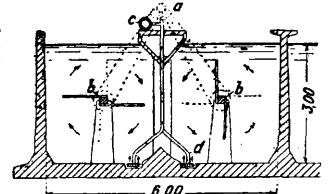
Фиг. 22.

Искусственное аэрирование в погруженных окислителях более благоприятствует деятельности микроорганизмов, чем естественное поступление воздуха в капельных окислителях. Ил частью выносятся воздухом на поверхность окислителя, частью удаляется через известные промежутки времени промыванием. Погруженные окислители могут в отношении своей производительности оказаться выгодными; к достоинствам их относится отсутствие запаха и мух; кроме того при работе со сжатым воздухом жировые вещества, гонимые пузырьками воздуха вверх, всплывают на поверхность воды и м. б. удалены. Погруженный окислитель м. б. подвешен в осадочном отделении эмперских колодцев (фиг. 23; *a*—труба для подачи воздуха, *b*—хворост, *c*—перегниватель, *d*—погруженный окислитель), где он может осаждать приблизительно половину обычно остающихся в С. в. органич. веществ при проточке последней через окислитель в течение 1 часа и через всю установку — в 2 часа. При расположении погруженных окислителей в самостоятельных бассейнах (без илоперегнивательных отделений под ними) целесообразно прибегнуть к устройству, указанному в поперечном разрезе на фиг. 23 (*a* — погруженный

окислитель, *b*—качающаяся воздушная труба, препятствующая осаждению ила, выделяющегося в осадочнике). Чтобы окислитель вработался, требуется по Имхофу 1—2 дня. Совершенная очистка С. в., после к-рой стекает неспособная к загниванию вода, достигается путем аэрации сточной жидкости в присутствии активного ила. С. в. подвергается предварительной очистке в особом отстойнике, после чего поступает в аэрационный бассейн (аэротанк), где она искусственно аэрируется. В аэротанке (фиг. 24; *a*—привод, *b*—мешалка, *c*—воздухопровод, *d*—приток воздуха) образуется активный ил в форме хлопьев, адсорбирующий грязевые составные части, находящиеся в коллоидном или растворенном виде. По Рёсвеллу хлопья активного ила состоят из слизистого основного вещества, в котором живут бактерии и протозои (Protozoa). В аэротанке сточные воды основательно перемешиваются мешалками, вращающимися со скоростью 7 об/м. навстречу воздушным пузырькам, поднимающимся со дна из воздуховода. На 1 м^3 протекающих С. в. вдувается 1 м^3 воздуха. После 6-часовой очистки в аэротанке (при концентрированных водах, к к-рым принадлежит и промывленные воды, и дольше) С. в., смешанные с активным илом, не очищенные от грязевых веществ, подаются в середину второго отстойника на половине высоты его. Осаждающийся во втором отстойнике ил отсасывается в расположенный сбоку жолоб, причём часть ила в количестве, равном $\frac{1}{4}$ содержащегося в аэротанке С. в., подается обратно в аэротанк, а остаток отводится в сооружение для предварительной очистки С. в., где он обрабатывается в загнивателях вместе с илом, выпавшим из С. в. при предварительной их обработ-



Фиг. 23.



Фиг. 24.

окислитель, *b*—качающаяся воздушная труба, препятствующая осаждению ила, выделяющегося в осадочнике). Чтобы окислитель вработался, требуется по Имхофу 1—2 дня.

Совершенная очистка С. в., после к-рой стекает неспособная к загниванию вода, достигается путем аэрации сточной жидкости в присутствии активного ила. С. в. подвергается предварительной очистке в особом отстойнике, после чего поступает в аэрационный бассейн (аэротанк), где она искусственно аэрируется. В аэротанке (фиг. 24; *a*—привод, *b*—мешалка, *c*—воздухопровод, *d*—приток воздуха) образуется активный ил в форме хлопьев, адсорбирующий грязевые составные части, находящиеся в коллоидном или растворенном виде. По Рёсвеллу хлопья активного ила состоят из слизистого основного вещества, в котором живут бактерии и протозои (Protozoa). В аэротанке сточные воды основательно перемешиваются мешалками, вращающимися со скоростью 7 об/м. навстречу воздушным пузырькам, поднимающимся со дна из воздуховода. На 1 м^3 протекающих С. в. вдувается 1 м^3 воздуха. После 6-часовой очистки в аэротанке (при концентрированных водах, к к-рым принадлежит и промывленные воды, и дольше) С. в., смешанные с активным илом, не очищенные от грязевых веществ, подаются в середину второго отстойника на половине высоты его. Осаждающийся во втором отстойнике ил отсасывается в расположенный сбоку жолоб, причём часть ила в количестве, равном $\frac{1}{4}$ содержащегося в аэротанке С. в., подается обратно в аэротанк, а остаток отводится в сооружение для предварительной очистки С. в., где он обрабатывается в загнивателях вместе с илом, выпавшим из С. в. при предварительной их обработ-

ке. Из второго отстойника вытекает совершенно очищенная вода. Продолжительность потока С. в. через второй отстойник Имхоф рекомендует считать в 1 ч. при малых установках и в 2 ч. при больших установках.

Аэротанк рассчитывается на 25% больше подлежащего очищению в нем количества воды. Количество ила в аэротанке (по Имхофу) равно ок. 3% расходуемой им воды. Активный ил содержит ок. 98% воды и трудно высушивается в свежем состоянии. Илоперегниватель и иловые площадки делают вдвое больших размеров, чем это требуется на единичное прохождение ила, имея в виду вторичное прохождение избыточного остатка ила, направляемого из второго отстойника в первый. Энергия, необходимая для приведения в действие сооружений для очистки С. в. при помощи активного ила, равна ~ 1 HP на 1 000 жителей. Способ с активным илом пригоден лишь для полной биологич. очистки пропусаемых через установку вод.

Лит.: Бах Г., Очистка сточных вод, пер. с нем., М., 1930; Данилов Ф., Удаление и обезвреживание городских нечистот, М., 1927; Бем Б., Промышленные сточные воды, пер. с нем., М., 1932; Данилов Ф., Биол. очистка сточных вод, М., 1908; Иванов В., Краткий историч. очерк развития способов очистки сточных вод, СПб., 1914; «Труды Бюро всеор. водопр. и сан.-техн. съездов», с 1913; Строганов С., Обзор современного состояния очистки сточных вод посредством искусственной аэрации активным илом, М., 1925; Корольков К., Распад осадка сточной жидкости в анаэробных условиях, М., 1926; Белов П., Промышленные сточные воды и их очистка, «Труды 2 Всесоюз. водопр. и сан.-техн. съезда в г. Харькове в 1927 г.», М., 1929; его же, Сточные воды кожевенных заводов и различные методы очистки этих вод, «Труды 1 Всес. (XII) водопр. и сан.-техн. съезда в г. Баку в 1925 г.», М., 1926; Калабина М., Влияние щелочности промышленных сточных вод на развитие организмов, «Труды 3 Всес. (XV) водопр. и сан.-техн. съезда в г. Ростове н/Д. в 1929 г.», М., 1929; Дроздов В., Применение активного ила для очистки промышленных сточных вод, «Санитарная техника», М., 1928, 3; Россолимо А., Сточные воды сернистого крашения и их очистка, «Труды 2 Всесоюз. водопр. и сан.-техн. съезда в г. Харькове в 1927 г.», М., 1929; Данилов Ф., Сточные воды, получаемые при белинии хлопчатобумажных тканей, «Санитарная техника», М., 1927, 4; его же, Сточные воды кожевенных заводов, там же, 1927, 3; Жуков А., Вертикальные отстойники для сточных вод, там же, 1934, 4; Данилов Ф., Очистка сточных вод от производства целлюлозы пшечубумажных и картонных фабрик, «Санитарная техника», М., 1927, 2; Бессонов И., Величин Н. и Севастьянов П., Люберецкие поля фильтрации, «Труды совещания по очистке сточных вод», Москва, 1928; Барсов Н. и Корольков К., Работа очистительных сооружений люблинских полей фильтрации, там же, 1928; Захаров Н. и Константинов Е., Очистительные пруды на люблинских полях фильтрации, там же, 1929; Горюхица-Власова Л., К вопросу о способах устранения фенолов из сточных вод в связи с хлорированием речных вод, «Труды 3 Всесоюз. (XV) водопр. и сан.-техн. съезда в Р. н/Д. в 1929 г.», М., 1929; Углов В., К вопросу об очистке фенольных сточных вод, «Гигиена и Эпидемиология», М.—Л., 1930, 4—5; Несмеянов С., О сточных водах гвоздильных заводов и их утилизации, «Санитарная техника», М., 1921, 4; Иванов В., Канализация населенных мест, Одесса, 1926; Imhoff K., Taschenbuch d. Stadtentwässerung, 4 Aufl., Mch., 1925; Böhm I., Gewerbliche Abwässer, B., 1928; Wachs H., Die Abwässerreinigung, B., 1927; Stritzkow A., Die gewerblichen Abwässer u. ihre Reinigung, Heidelberg, 1927; Imhoff K., Fortschritte d. Abwässerreinigung, B., 1926; Dunbar, Leitfaden f. die Abwässerreinigungsfrage, 2 Aufl., Mch., 1912; König I., Neue Erfahrungen über die Behandlung u. Beseitigung d. gewerblichen Abwässer, B., 1911; Prüss M., Die abwassertechnischen Massnahmen d. Emsergenossenschaft, «Kleine Mittel. d. preuss. Landesanstalt», B., 1927, Beiheft 5; Prüss M., Beschleunigung d. Zersetzung in Schlammfäulräumen, «Techn. Gemeindebl.», B., 1927, V. 30, H. 5/6; Blauk H., Beitrag zur Berechnung von Faulräumen, «Gesundheits-Ingenieur», Mch., 1925, V. 48, H. 4; Schoklitsch A., Der Wasserbau, B., W., 1930; Helbing H., 25 Jahre Emsergenossenschaft, Essen, 1925; Strassburger G., Die Emserbrunnen in Erfurt, «Gesundheits-Ing.», München, 1915, V. 38, H. 20, 21; Knauer H., Kanalisation, Strelitz in Mecklenburg, 1924.

С. Брилинг.

СТРАТИГРАФИЯ (от лат. Stratus—пласт), отдел геологии (см.), в к-ром излагается учение о формах залегания и напластования горных пород как осадочных, так и изверженных, их взаимном отношении и чередовании в горизонтальном и вертикальном направлениях, изменении их первоначального залегания под влиянием различных дислокационных процессов, образования складок, сдвигов, сбросов и пр. С. изучает также последовательное изменение ископаемых фаун и флор во времени и пространстве, что дает возможность выяснить относительную древность различных минеральных масс.

СТРАТОСФЕРА, верхний слой атмосферы, начиная с 10—11 км. Исследования более высоких слоев атмосферы с помощью самопишущих приборов, поднимаемых на свободных воздушных шарах, показывают, что атмосфера м. б. разделена по распределению темп-ры в ней на две части: 1) верхнюю, названную Тейсеранде-Бором С., в к-рой падения t° не наблюдается и изотермич. поверхности (где t° одинаковые) расположены вертикально, и 2) нижнюю тропосферу, в к-рой изотермич. поверхности расположены горизонтально и наибольшее изменение t° наблюдается в вертикальном направлении. Пограничная область между С. и тропосферой называется тропопаузой. В настоящее время для ряда пунктов на земной поверхности имеются результаты аэрологич. поднятий до высоты ок. 20 км. Т. о. распространение тропосферы известно в достаточной степени, сведения же о С. ограничены лишь самыми низкими слоями ее, между тем свойства С. имеют огромное значение для полетов реактивных аппаратов.

Высота нижнего слоя С. над уровнем моря изменяется в зависимости от ряда условий. Прежде всего географич. широта места и время года оказывают влияние на высоту тропопаузы. В таблице приведены значения высоты тропопаузы

Высота тропопаузы в зависимости от географической широты и времени года.

| Наименование пунктов | Географич. широта | Высота тропопаузы в км | |
|---------------------------------------|-------------------|------------------------|-------|
| | | летом | зимой |
| Арктика | 77° с. ш. | 10 | — |
| Кируна | 68° » » | 11 | 10 |
| Павловск | 59°41' » » | 11 | 9 |
| Свердловск | 57° » » | 11 | 10 |
| Кучино | 55°45' » » | 11 | 10 |
| Англия | 52° » » | 11 | 10 |
| Европа (по 4 обсерваториям) | — | 12 | 11 |
| Павия | 45°11' » » | 12 | 10 |
| Канада | 43° » » | 14 | 11 |
| США | 40° » » | 15 | 11 |
| Батавия | 6° ю. ш. | 18 | 17 |
| Виктория Нианца | 0° » » | 18 | 18 |

для ряда областей от экватора до значительных широт, полученные в результате зондирования высоких слоев атмосферы; при этом высоты эти для летнего и зимнего полугодий представлены отдельно. Из таблицы видно, что наибольшей высоты нижний слой С. достигает в экваториальных областях и наименьшей—в полярных. Разница высот очень значительна, напр. над Павловском высота тропопаузы ок. 9 км в зимний сезон, тогда как для Батавии или Виктории Нианцы эта высота достигает 17—18 км. Для промежуточных областей за немногими исключениями, к-рые зависят от

высокого или, наоборот, низкого давления воздуха, наблюдаются промежуточные значения высот, и вероятно тропопауза постепенно снижается по направлению от экватора к полюсам. Этот общий закон может претерпевать однако значительные нарушения вследствие изменчивого распределения давления в областях циклонов и антициклонов. Наблюдения, произведенные в Англии, показали, что высота тропопаузы с 12 км снижается до 8 км при соответствующем понижении давления у земной поверхности с 1 026 до 989 миллибар (1 миллибар = 0,75 мм). Далее, в тропосфере воздух теплее при высоком давлении, чем при низком, а в С., наоборот, высокое давление сопровождается относительным понижением t° воздуха. Рассматривая значения t° воздуха на больших доступных высотах в области С. (ок. 20 км), легко убедиться в том, что на этих высотах наименьшая t° в экваториальных областях, а наибольшая — в полярных, т. е. обратно тому, что имеет место в нижних слоях. Значения t° и давления определяют собою величину плотности воздуха (т. е. веса 1 м³ воздуха в г).

В отношении барометрич. давления воздуха на различных горизонтах атмосферы и в области С. теоретич. соображения показывают, что давление с высотой падает по следующему закону: при возрастании высот в арифметич. прогрессии давления убывают в геометрической. Соответствующие вычисления приводят к следующей таблице, показывающей величину давления на различных высотах:

| | | | | | | | |
|---------------------|-----|-----|----|-----|-----|------|--------|
| Высота в км . . . | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 100 |
| Давление в мм . . . | 760 | 217 | 41 | 9,3 | 1,2 | 0,11 | 0,0012 |

Непосредственные наблюдения над изменением давления с высотой, произведенные в Европе, дают следующие средние значения давления (в миллибарах):

| | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| Высота в км . . . | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| Давление | 1 014 | 794 | 614 | 470 | 353 | 262 | 192 | 140 | 102 | 75 | 55 |

Газовый состав атмосферы изменяется вместе с высотой. В то время как в области тропосферы на разных высотах мы имеем вполне одинаковое процентное содержание газового состава, к-рое отчасти объясняется вертикальным перемешиванием масс воздуха и диффузией, в более высоких слоях атмосферы, в С., состав воздуха изменяется. Подсчеты в связи с некоторыми оптич. и акустич. явлениями привели исследователей к заключению об известной слоистости в строении и составе атмосферы. В более высоких слоях атмосферы содержание водорода, обнаруживаемого вблизи земной поверхности лишь в ничтожных количествах, должно увеличиваться. По воззрению А. Вегенера уже на высоте ок. 50 км появляется газ еще более легкий, чем водород, геокороний, содержание к-рого на высоте 200 км составляет более 50%. По мнению Чепмана (Charman) в высоких слоях — выше 75 км — атмосфера азота начинает сменяться атмосферой гелия.

Темп-ра воздуха определяет распределение содержания водяных паров, т. к. нормальное количество водяных паров не м. б. выше того, к-рое насыщает воздух при данной t° . Давление насыщающих паров падает приблизительно в геометрич. прогрессии, когда t° уменьшается в арифметич. прогрессии. Отсюда следует, что содержание водяных паров по мере поднятия над земной поверхностью падает очень быстро, и в области С. имеется совершенно ни-

чтожное количество паров на 1 м³ воздуха, а т. к. при этом здесь отсутствует обмен воздуха в вертикальном направлении, то тропопауза является верхним пределом образования облаков. В области С. наблюдаются лишь редкие виды облаков — «светящиеся» облака, причиной к-рых является пыль или дым, изверженные вулканами и поднятые за пределы тропосферы. Ничтожное содержание водяных паров, отсутствие угольной к-ты, незначительное количество пыли космич. происхождения, малая упругость газового состава — все эти факторы показывают, что в области С. не происходит заметного поглощения солнечной энергии. На каждый см² поверхности, перпендикулярной к солнечным лучам, приходится 2 cal в мин., поэтому можно предполагать, что всякий снаряд или аппарат, попадая в область С., будет подвергаться сильному влиянию солнечного излучения. При этом необходимо иметь в виду, что спектральный состав солнечного луча в этой области отличен от того, какой наблюдается вблизи земной поверхности; здесь в состав солнечного спектра входят кроме обычных также лучи с весьма малыми длинами волн ультрафиолетовой части спектра, которые обладают особыми химическими свойствами.

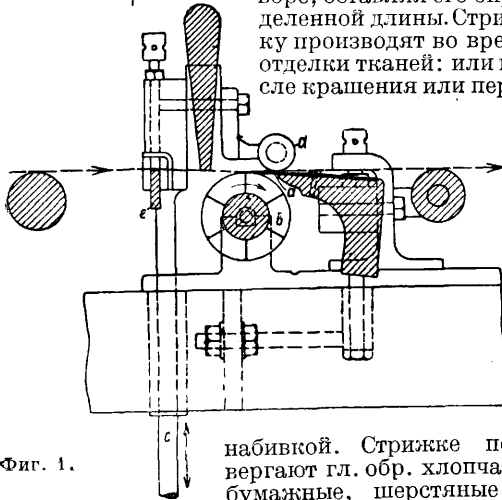
Анализ наблюдений над перемещениями масс воздуха в горизонтальном направлении ветром показывает, что в верхних областях тропосферы сила ветра постепенно растет, достигая максимальных значений у нижней границы С., после чего имеет место уменьшение скорости. Это изменение вариаций ветра при вступлении в С. может быть объяснено исключительно изменением характера темп-рного градиента в нижних слоях С. Вместе с возрастанием высоты градиент давления также весьма быстро падает. Наблюдений в самых высоких слоях атмосферы сравнительно мало, но они проливают свет на нек-рые замечательные обстоятельства. Оказывается, что над столбом холодного воздуха, к-рый в тропосфере характерен для низкого давления, в С. расположены слои теплого воздуха. Обратное напластование имеет место в области высокого давления. Что касается больших высот в С., то здесь происходит уравнивание t° как по горизонтальному, так и по вертикальному направлению. Таким образом С. обладает следующими основными свойствами: падение t° с высотой в ней прекращается; обмена воздушных масс воздуха в вертикальном направлении не происходит; нижняя граница С. не повсюду находится на одинаковой высоте, но изменяется с географич. широтой места, а в одном и том же пункте высота изменяется от времени года и барич. состояния (циклон, антициклон). Облачность в С. отсутствует, абсолютная влажность весьма невысока, ветер постепенно ослабевает по мере перехода от нижней границы стратосферы к большим высотам. Давление воздуха весьма мало, газовый состав отличен от того, что имеется у земной поверхности; радиация солнца возрастает и расширяется в сторону ультрафиолетовой части спектра.

За последние годы (1931—32) осуществлены в Европе (проф. Пиккар) два полета в стратосферу (на 16 и 16,38 км) на специально сконструированных воздушных шарах, стратостатах. Наблюдатели помещались в шарообразной герметич. закрытой gondole. Оболочка стратостата наполнялась водородом до 20% своего объема, и аппарат имел у поверхности

земли грушеобразную форму, которая при подъеме постепенно переходила в шарообразную. В 1933 г. 30 сентября осуществлен в Москве полет в С. на стратостате «СССР» советской конструкции и выстроенном из советских материалов. Стратостат достиг высоты 19 км.

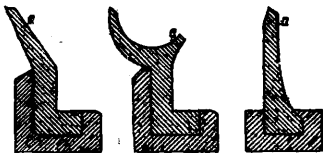
Лит.: Молчанов П., Методы исследования свободной атмосферы, Л., 1926; Оболенский В., Метеорология, М., 1927; Show Sir Napier, Manual of Meteorology, v. 2, Cambridge, 1928. В. Пришляков.

СТРИГАЛЬНАЯ МАШИНА, машина для стрижки тканей, причем с лицевой стороны удаляют пух, отдельные выступающие нитки и узелки, оставшиеся после чистки, а также стригут ворс, оставляя его определенной длины. Стрижку производят во время отделки тканей: или после крашения или перед



Фиг. 1.

набивкой. Стрижке подвергают гл. обр. хлопчатобумажные, шерстяные и полушерстяные ткани. Стригальный аппарат состоит из металлич. цилиндра с набранными на нем спиральными стальными перьями, гладкими или с насечкой, и ножа. Перья набираются на цилиндр или левой или правой стороной, число их на цилиндре 8—10. Нож представляет собой стальную плоскую остро отточенную пластинку. Нож установлен касательно к окружности, образуемой при вращении перьев. На фиг. 1 изображена схема стригального аппарата, через к-рый проходит ткань, прижимаемая лицом к вращающемуся цилиндру *b* и ножу *a*. При прохождении шва или складки ткань поднимают над ножом и цилиндром, для чего служит штанга *с*, соединенная с педалью, к-рая при этом опускается ногой, причем поднимается планка *e* и валик *d*, и стрижка прекращается. По пути движения ткани установлены вращающиеся цилиндрич. щетки для удаления пуха. Около цилиндров устанавливают кожаные по-



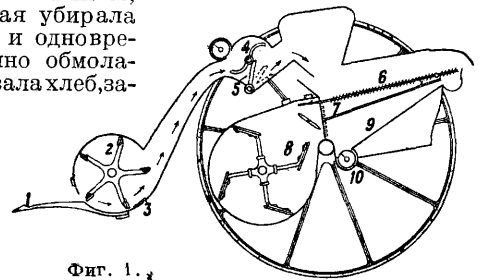
Фиг. 2.

крышки, к-рые пропитаны маслом для смазки перьев. Для равномерного снашивания ножей и перьев цилиндрам придается колебательное движение вдоль их оси. При работе необходимо следить, чтобы товар шел все время без складок и засечек, в строго расправленном и туго натянутом состоянии, т. к. загнутая кромка или складка дает брак с простриженными местами. Нек-рые ткани стригут с лица и изнанки. Машина требует 2—3 л. У С. м. делают приспособление для постоянно-

го одинакового натяжения ремней, вращающих стригальные цилиндры. Это балансы, сохраняющие постоянную скорость цилиндров. На нек-рых машинах, б. ч. многоцилиндровых, устанавливают аппарат, отсасывающий пух, благодаря чему он не попадает на товар, и все волоски на ткани поднимаются тягой вентилятора и легко стригутся. С. м. в два полотна дают до 60 кусков в час при расходе 8—10 л. Для стрижки ворсованных товаров стригальный аппарат устанавливают на нек-ром расстоянии от ткани, огибающей стол, расстояние это изменяют в зависимости от длины ворса. На фиг. 2 показан стол *a* в поперечном разрезе. С. м. бывают продольные и поперечные; первые бывают одного, двух, четырех и восьми цилиндров и обладают большей производительностью, работая непрерывно; вторые же—одноцилиндровые—работают периодически, причем ткань подвигается с перерывами, а стригальный аппарат передвигается поперек ткани, в то время как она неподвижна. Поперечные стригальные машины постепенно вытесняются продольными и применяются только при более короткой стрижке (сушко). Ножи и перья должны быть хорошо отточены, причем точку цилиндров производят наждачными брусками при их вращении.

Лит.: Петров П., Виктор П. и Малютин Н., Химич. технология волокнистых веществ, стр. 99—100, Ив.-Вознесенск, 1928; Холл А. Ж., Аппаратура для белины, крашения, печатания и отделки хлопчатобумажных тканей, стр. 108—109, М., 1929; Буров Н. Ф., Аппретура и отделка хлопчатобумажных тканей, стр. 43—45, М., 1924; Смирнов П. И., Стрижка и ворсовка хлопчатобумажных тканей, стр. 10—33, Ив.-Вознесенск, 1928; Иосифович Ч. М., Отделка тканей, стр. 160—192, Москва, 1914; Reiser N., Die Appretur, 2 Aufl., Leipzig, 1912.

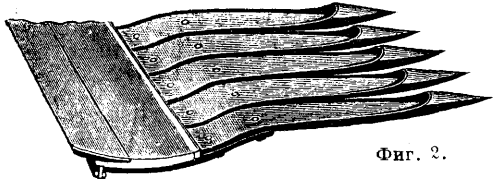
СТРИПЕР, колосоуборник, комбинированная уборочная машина, срезающая или сбивающая колосья со стеблей, остающихся на корню в поле, причем одновременно производится вымолот зерна и очистка его от посторонних примесей. Мысль о постройке производительной машины, к-рая убирала бы и одновременно обмолачивала хлеб, за-



Фиг. 1.

родилась около ста лет тому назад, и после долгих исканий и опытов был построен в США первый комбайн (см.), а в Австралии—первый стрипер. Современный стрипер (фиг. 1) снабжен особым гребнем, заменяющим пальцевый брус режущего аппарата сноповязалки или жатки. При передвижении машины вперед гребень (фиг. 2) расчесывает стоящие на корню хлебные стебли и удерживает в щелях между своими зубьями более толстые колосья, к-рые тут же отрываются (отламываются) от стеблей быстро вращающимся над задней частью гребня 1 (фиг. 1) битером 2 легким бичевым барабаном. Последний отчасти обмолачивает колос при помощи рубчатой деки 3, после чего весь колос с зерном перебрасывается благодаря развивающейся при вращении барабана центробежной силе на расположенный

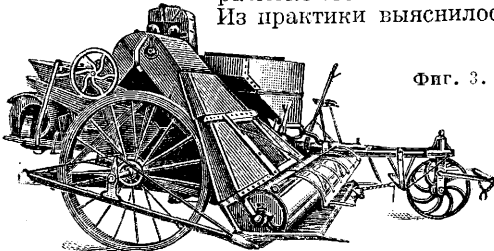
выше барабан 4 с декой 5, в к-ром происходит окончательный домолот колоса. Из барабана обмолоченная масса поступает на решето 6 и сито веялки 7, на к-ром зерно при помощи воз-



Фиг. 2.

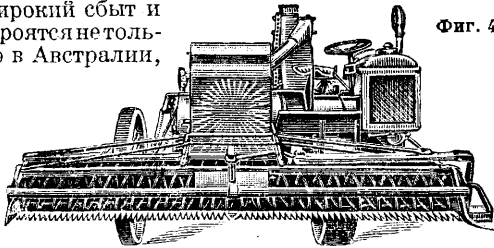
душного потока, гонимого вентилятором 8, очищается от посторонних примесей и по наклонному дну ковша веялки 9 поступает на шнек 10. Последний передает зерно на ковши элеватора, к-рые переносят его в небольшой бункер, периодически опораживаемый по его наполнению в ящик повозки.

Применение С. возможно лишь в местностях с очень сухим климатом, в которых хлебные стебли сильно пересыхают и становятся ломкими, благодаря чему от них под действием бите-ра легко отбивается колос. Из практики выяснилось,



Фиг. 3.

что не во все годы стриппер применим в таких странах, как Испания, Алжир, Тунис, Триполи и др. На юге СССР можно производить С. уборку лишь в редкие годы, при вполне благоприятных для уборки условиях погоды. Даже в Австралии, родине С., оказалось, что при увеличенной влажности воздуха и полегшем спутанном хлебе уборка протекает со значительными потерями зерна. Благодаря этому в последние годы взамен С. на полях стали появляться новые уборочные машины: хедер-харвестер и автохедер, в к-рых бите-р С. заменен ножовым аппаратом. В настоящее время эти машины, применение которых с благоприятным результатом не так зависит от климатич. условий, местности, нашли себе широкий сбыт и строятся не только в Австралии,



Фиг. 4.

но и в Канаде. Стриппер «Саншайн» (McCaу) имеет захват в 1,83; 2,44 и 3,05 м и рассчитан на тяговую мощность от 3 до 6 лошадей (фиг. 3). Производительность С. зависит от захвата и колеблется от 6 до 10 га в десятичасовой день.

Хедер-харвестер (фиг. 4) «Саншайн» (сист. McCaу, Австралия) строят, как и предыдущую машину, на тот же захват и применяют как с конной, так и с тракторной тягой. Машина снабжена спереди длинными подвижными пальцами—гребенкой, которые в зави-

симости от состояния хлеба при помощи рычага устанавливаются выше или ниже; за ними расположен пальцевый брус с обычным ножом, составленным из трехугольных режущих сегментов. Нож срезает колосья с небольшой частью стебля, которые захватываются установленным вдоль пальцевого бруса винтовым шнеком, подводящим их к элеватору; элеватор передает их в бичевой барабан молотилки. Из барабана обмолоченная масса выбрасывается на соломотряс, к-рый отделяет солому и выносит ее из молотилки, а зерно с остатками колоса переходит на решето и сито веялки, где действием воздушного потока (от двух вентиляторов, установленных на валу с боков барабана) очищается от посторонних примесей. Недомолоченный колос, обсевавший с решета веялки, колосоподъемником передается для домолота в барабан. Зерно для окончательной очистки поступает в сортировальный цилиндр, в котором отсеиваются все мелкие семена сорняков, шуплые и колотые зерна. Семена сорняков поступают в сравнительно небольшой приемник, зерно же—в более вместительный, откуда при остановке машины происходит его разгрузка в мешки. Эта машина применяется гл. обр. для уборки пшеницы, овса и ячменя, но также м. б. применяется для уборки проса, риса, семенной люцерны и других растений. Так же удачно ее применяют для уборки гороха, но для этого необходимо установить на ней некоторые добавочные приспособления (фиг. 5) и изменить число оборотов ее барабана. При этом оборудовании и соблюдении указанных условий получается небольшой процент колотого зерна и довольно чистой вымолот. Для уборки риса



Фиг. 5.

благодаря особенностям его культуры машину снабжают отдельным мотором, к-рый приводит в действие ее механизмы. В случае, если необходимо сохранить солому для корма, к задней части машины прикрепляется особый приемник вместимостью ~4 м³, к-рый после наполнения его соломой раскрывается при помощи тяги—веревки и выбрасывает содержимое кучей на определенных местах. Хедер-харвестер в сравнении с С. срезает колос с более длинной частью стебля, но все же более короткой, чем это имеет место при уборке обыкновенными комбайнами (американского типа).

Лит.: Арцыбашев Д., Комбайны, Москва—Ленинград, 1930. Н. Шляовский.

СТРИХНИИ, см. Алкалоиды.

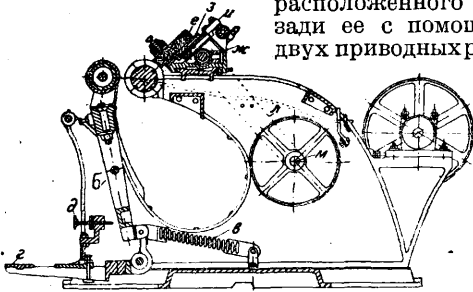
СТРОГАЛЬНАЯ МАШИНА служит для придания одинаковой заранее заданной толщины коже по всей ее поверхности путем строгания нижней ее стороны, т. н. бактармы. С. м. строят двух размеров: меньшего—с длиной рабочего вала в 300 мм для мелких кож (опойка, выростка, козла, барана) и большего—с рабочим валом длиной 600 мм для крупных кож (полу-

кожника, яловки). Нек-рые з-ды строят еще промежуточный тип машины с длиной вала в 450 мм. Основной рабочей частью машины являются ножевой вал и подающий аппарат. Ножевой вал *a* в обоих типах машин делается чугунным или стальным (фиг. 1). На нем вы-



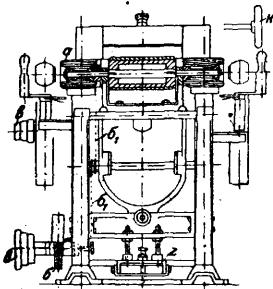
Фиг. 1.

фрезеровывается 8 правых и 8 левых спиральных канавок, расходящихся от середины вала к концам. Угол наклона ножей $32,5^\circ$, шаг 240 мм. В эти канавки зачеканиваются красной медью или алюминием ножи. Ножевой вал вращается в подшипниках с кольцевой смазкой. Свое вращение он получает от привода машины (фиг. 2), расположенного позади ее с помощью двух приводных рем-



Фиг. 2.

ней, по одному с каждой стороны вала. Число оборотов ножевого вала—1600—2000 в мин. Подающий аппарат строят в трех вариантах: 1) с одним подающим валом без принудит. вращения, 2) с одним подающим валом с принудительным вращением, 3) с двумя подающими валами и принудительным вращением. 1) Подающий вал $\varnothing 150$ мм без принудительного вращения делается обыкновенно чугунным, покрытым белым металлом, медью или резиной, или из твердого дерева. Он свободно вращается в качающемся вилкообразном составном из двух частей подшипнике-качалке *b*, укрепленном в станине машины. Т. к. этот вал свободно вращается, то скорость подачи кожи под ножевой вал зависит только от рабочего, и поэтому при работе на машине с этим подающим аппаратом необходимо ставить высококвалифицированного рабочего. 2) Подающий вал *a* (фиг. 3)



Фиг. 3.

$\varnothing 150$ мм с принудительным вращением делается такого же типа, как и предыдущий, и отличается от него только тем, что он с помощью ременной *e*, зубчатой *b* и цепной *b₁* передач получает вращение от привода машины. В зависимости от вида обрабатываемой кожи можно менять скорость подающего вала, для чего ременная передача снабжена ступенчатыми шкивами. 3) Подающий аппарат с принудительным вращением и двумя валами состоит из нижнего стального или медного собственно подающего вала $\varnothing 60$ мм, расположенного у ножевого вала и верхнего деревянного вала $\varnothing 120$ мм, который является предохранителем от попадания рук рабочего под ножи. Движение свое они получают с помощью цепного привода от привода машины,

как и во втором случае. В случае 2 и 3 скорость подачи кожи под ножевой вал зависит исключительно от скорости вращения подающих валов. Вилкообразный подшипник-качалка с подающим аппаратом при нажиме на ножную педаль *z* (фиг. 2 и 3) приближается к ножевому валу, в первоначальное положение он возвращается пружиной *v* (фиг. 2). Ось подающего вала обыкновенно расположена на одной горизонтали или несколько ниже (на ~ 5 мм) оси ножевого вала. Толщина кожи зависит от расстояния между ножевым и подающим валами. Ход подающего аппарата регулируется установочным болтом *d* (фиг. 2). Работа на машине заключается в следующем: включается привод машины, при этом во вращение приходят ножевой и подающие валы, затем на подающий вал забрасывают кожу и, нажимая на педаль, приближают подающий аппарат с кожей к ножевому валу. Вращение ножевого и подающего валов противоположно. Когда вся кожа прострогана, отпускают педаль и снова закладывают кожу. Каждую кожу закладывают два раза. Кожу можно строгать в мокром и сухом виде.

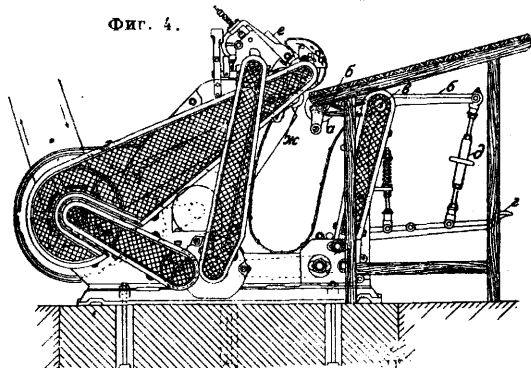
Для точки ножей в машине установлен точильный аппарат, строящийся в двух конструкциях с вращающимся точильным диском или с точильным бруском; наибольшим распространением пользуется последний тип. Точильный брусок *e* (фиг. 2) закрепляется в чугунном супорте, который сержкой соединен с валом *жс*, имеющим по всей своей длине правую и левую ленточную нарезку. В эту нарезку входит сержка супорта. При вращении вала сержка скользит по канавкам его и тянет за собой супорт, пока не дойдет до конца вала, затем она захватывается канавкой противоположного направления, и супорт идет в обратном направлении; т. о. при вращении вала с нарезкой в одну сторону супорт совершает все время поступательно-возвратное движение параллельно ножевому валу. Верхняя часть супорта *б*, в которой закреплен точильный брусок, может передвигаться по направляющим нижней части с помощью гайки и винта *и*. приводимого от руки в движение маховичком *к* (фиг. 3), связанным с винтом червячной передачи. Вращение свое ходовой винт *жс* получает цепной передачей *л* от промежуточного вала *м*, связанного с приводом машины ременной передачей с холостым и рабочим шкивами. Точильных аппаратов с вращающимся диском в СССР не строят. Точка ножей может производиться во время строгания или при холостом ходе машины. Обычно ножи точат при холостом ходе, чтобы на кожу не попадала железная и карборундовая пыль и не портила (царапала) лица кожи и не чернила ее.

Для строгания крупных кож строят машину с длиной ножевого вала в 600 мм.

Дефекты работы С. м. Если кожа после строгания получается неодинаковой толщины, это происходит от того, что подающий и ножевой валы не параллельны. Если же на коже получается т. н. лестница, т. е. наблюдаются отдельные выхваты, то это зависит: 1) от дрожания или ножевого вала или подающего, что происходит от сработки их подшипников, 2) от неплотной зачеканки ножей в ножевом валу, 3) от неодинаковой толщины ножей. При обнаружении дефектов на коже нужно систематически проверить всю машину. Как основное правило нужно иметь в виду, чтобы все валы (подающий, ножевой и ходовой

винты точильного аппарата) были строго параллельны друг другу. Ножи С. м. представляют собой спиральные ленты шириной 35 мм и толщиной 1,5—2,2 мм, изготовленные или из двухслойной стали, верхнюю часть которой, толщиной 0,4 мм, изготавливают из стали с со-

Фиг. 4.



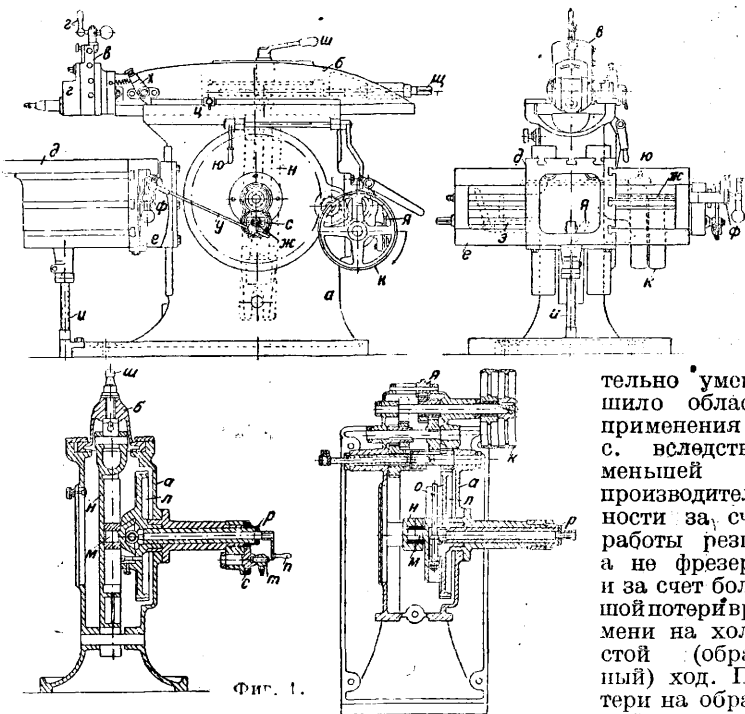
держанием углерода 0,8—1%, а нижнюю часть — из обыкновенного железа с содержанием углерода 0,05%, или из железной полосы, верхняя часть которой цементируется на глубину 0,3—0,4 мм. Более тонкие ножи идут обычно для строгания мелких кож хромового дубления, более толстые — для кож растительного дубления. При изготовлении ножей необходимо строго следить за тем, чтобы все ножи одного комплекта были одинаковой толщины и одинаковой термич. обработки. В СССР строят оба типа С. м.; характеристика их: длина ножевого вала 300 и 600 мм; производительность в час 30—40 опоек и 15—20 крупных кож; расход энергии 4—5 и 6—7½ л. Занимаемое машинное место 1 200 × 2 000 мм и 1 500 × 2 500 мм.

К числу С. м. необходимо отнести также и бланшировочную машину (фиг. 4), служащую для сострагивания с сухих кож очень тонкого лицевого слоя. Отличие ее от С. м. заключается в устройстве подающего аппарата и ножевого вала и присоединении к машине аспирационного устройства для удаления пыли, получающейся при бланшировании. Машины для бланширования строят только одного размера с длиной ножевого вала в 300 мм. Ножевой вал отличается от таких же валов только расположением ножей, а именно: все спиральные ножи наклонены только в одну сторону, угол наклона 42,5°, шаг—355 мм, число ножей—16, 20 и 24, в зависимости от заданной толщины сострагиваемого слоя (чем тоньше нужно снять слой, тем больше ножей ставится). Подающий аппарат состоит из одного только валика, чугунового, покрытого резиной *а*, прижимающегося к ножевому валу снизу. Он расположен на конце двух рычагов *б*, вращающихся на валу *в* станины, и приближается к ноже-

вому валу при нажатии на ножную педаль *г*, связанную рычагом *б* и тягой *д* с подающим валом. Вращение его принудительное. Точильный аппарат *е* того же устройства, как и на С. м. Для удаления пыли ножевой вал закрывается кожухом, который трубопроводом, проходящим внутри машины, связан с вентилятором, расположенным позади машины и вращающимся от привода машины. Ниже ножевого вала иногда устанавливают вращающуюся щетку *ю*, предохраняющую кожу от захватывания ее ножевым валом. Дефекты работы этой машины такие же, как и у строгальной, и причины их те же. Характеристика машины следующая: длина ножевого вала 300 мм; расход энергии 5 л; производительность 18—20 опоек в час; число оборотов ножевого вала 2 000 в мин.; занимаемое место 2 800 × 1 400 мм. В случае установки на кожевенных заводах нескольких машин для них устраивается общая аспирационная линия. В СССР эта машина строится.

П. Сырьльников.

СТРОГАЛЬНЫЕ СТАНКИ предназначаются для строгки, т. е. обработки резцом горизонтальных, вертикальных и наклонных поверхностей или пазов. С. с. отличаются от других видов станков возвратно-поступательным рабочим движением и прямолинейной периодич. подачей. Рабочее движение и движение подачи у них осуществляются как движением стола изделия, так и движением инструмента—резца. С. с. применяются в штучном производстве и в серийном для обработки крупных деталей, как то: станин станков, двигателей и пр. Появление мощных продольно-фрезерных станков значи-

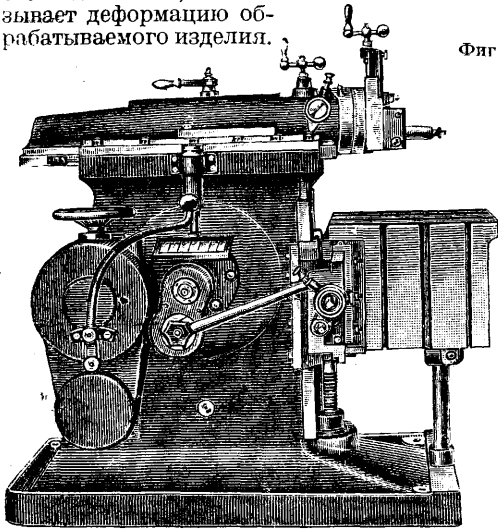


Фиг. 1.

тельно уменьшило область применения С. с. вследствие меньшей их производительности за счет работы резца, а не фрезера, и за счет большой потери времени на холостой (обратный) ход. Потери на обратный ход умень-

шаются путем применения большей скорости. Обычно она бывает в 2—5 раз больше рабочей скорости, но не может превышать восьмикратной, чтобы не вызвать сотрясения станка. Однако несмотря на это С. с. необходимы в машиностроении, особенно когда требуется очень точ-

ная обработка длинных изделий. Опыт показывает, что лучше производить обдирку на фрезерном станке, а затем отделку на строгальном, т. к. при фрезеровании давление фрезера настолько велико, что вызывает деформацию обрабатываемого изделия.

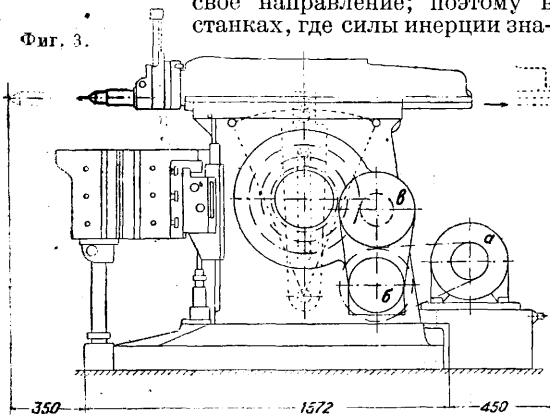


Фиг. 2.

Однако и здесь с С. с. начинают конкурировать продольно-шлифовальные станки. С. с. разделяются на следующие типы: 1) поперечно-строгальные станки (шепинги), 2) продольно-строгальные станки, 3) С. с. специального назначения, 4) долбежные станки, к-рые разделяются на просто долбежные станки (см. Долбежные) и зубодолбежные (см. Зуборезные станки).

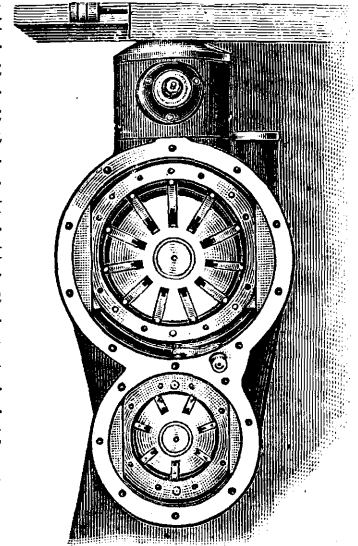
Поперечно-строгальные станки применяются для обработки изделий небольшого размера. У них рабочее движение имеет резец, а движение подачи — изделие; у т. наз. поперечно-строгальных станков тяжелого типа и движение подачи осуществляет резец. Поперечно-строгальные станки бывают двух типов: легкие и тяжелые и различаются приводом рабочего движения: кулисный механизм, гидравлич. привод и зубчатка с рейкой. Поперечно-строгальные станки (шепинги) легкого типа с кулисным механизмом очень распространены несмотря на свои недостатки. При каждой перемене хода напряжение в частях станка резко изменяет свое направление; поэтому в станках, где силы инерции зна-

Фиг. 3.



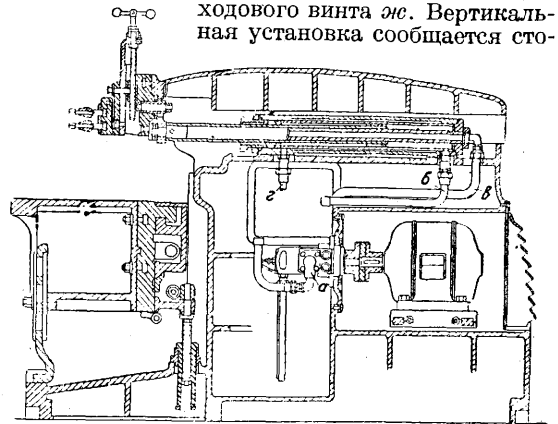
чительны, не получается спокойного хода. С увеличением длины хода ползуна увеличивается неравномерность скорости его движения, благодаря чему трудно получить хоро-

шую работу. Их преимуществом являются: точность установки различной длины хода реза и отсутствие специального механизма для изменения направления движения ползуна в конце хода. На фиг. 1 изображен поперечно-строгальный станок с кулисным приводом. Станок имеет станину *a* коробчатого типа с направляющими, по к-рым движется ползун *б*. С левой стороны его имеется головка с суппортом *в*, в котором на откидной планке *г* укреплен резец-держатель. При движении вперед планка *г* приближается к головке и резец режет; при обратном же ходе резец скользит по обрабатываемой поверхности. С передней стороны станины имеется стол *д* для закрепления изделия. Он перемещается в горизонтальном направлении по направляющим салазок *е* помощью ходового винта *ж*. Вертикальная установка сообщается сто-



Фиг. 4.

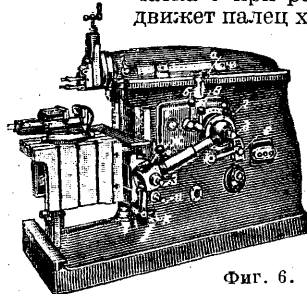
лу движением салазок *е* по вертикальным направляющим станины валиком *з* и винтом *и*. Движение ползуну передается от рабочего шкива *к* через коробку скоростей, дающую четыре скорости зубчатке *л* с эксцентрично установленным пальцем *м*, входящим в прорез кулисы *н*. При вращении зубчатки *л* палец *м* медленно поворачивает кулису влево и быстро направо, а следовательно и ползун, связанный с ней шарниром, получает возвратно-поступательное движение. Длина хода ползуна устанавливается перестановкой пальца *м* помощью винта *о*, вращаемого снаружи станка рукояткой *п* через пару конич. шестерен. Гайка *р* служит для закрепления пальца *м* в установленном положении. Подача стола происходит от зубчатки *с*, в пазу к-рой эксцентрично установлен палец *т*, соединенный тягой *у* с пальцем храпового колеса *ф*, сидящего на шпонке на ходовом



Фиг. 5.

лу движением салазок *е* по вертикальным направляющим станины валиком *з* и винтом *и*. Движение ползуну передается от рабочего шкива *к* через коробку скоростей, дающую четыре скорости зубчатке *л* с эксцентрично установленным пальцем *м*, входящим в прорез кулисы *н*. При вращении зубчатки *л* палец *м* медленно поворачивает кулису влево и быстро направо, а следовательно и ползун, связанный с ней шарниром, получает возвратно-поступательное движение. Длина хода ползуна устанавливается перестановкой пальца *м* помощью винта *о*, вращаемого снаружи станка рукояткой *п* через пару конич. шестерен. Гайка *р* служит для закрепления пальца *м* в установленном положении. Подача стола происходит от зубчатки *с*, в пазу к-рой эксцентрично установлен палец *т*, соединенный тягой *у* с пальцем храпового колеса *ф*, сидящего на шпонке на ходовом

винте *жс*. Т. к. подача должна заканчиваться прежде, чем резец начнет снова резать, то зубчатка *с* при рабочем ходе ползуна движет палец храповика вхолостую и сцепляет его с храповиком при обратном ходе. Изменение подачи производится изменением эксцентриситета пальца *т*. Кроме продольной автоматической подачи станок имеет вертикальную автоматическую подачу



Фиг. 6.

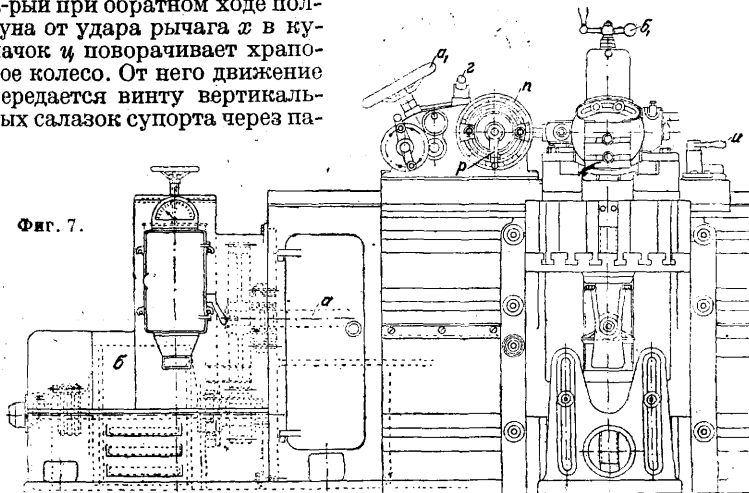
суппорта для строжки вертикальных поверхностей. Для этого ползун имеет храповой механизм, к-рый при обратном ходе ползуна от удара рычага *х* в кулачок *ц* поворачивает храповое колесо. От него движение передается винту вертикальных салазок суппорта через па-

жения через кулисный механизм или непосредственно через гидравлич. двигатель прямолинейного движения. На фиг. 2 изображен внешний вид поперечно-строгального станка с гидравлич. приводом через кулисный механизм, а на фиг. 3—его схема. Этот станок отличается от станка на фиг. 1 только тем, что зубчатая коробка скоростей заменена гидравлич. приводом. Электромотор *а* приводит во вращение лопастной насос *б*, от к-рого масло под давлением подается в аналогичный с ним гидравлич. двигатель *в*. На фиг. 4 изображены насос и двигатель при снятой крышке. Вращение двигателя передается кулисным шестерне, кулисе и ползуну через зубчатку, сидящую на валу двигателя. Маховичок (фиг. 2) служит для изменения числа об/мин. двигателя. На фиг. 5 изображен разрез поперечно-строгального станка последнего выпуска с гидравлическим приводом

помощью двигателя прямолинейного движения, т. е. гидравлич. цилиндра и поршня. Под ползуну расположен цилиндр, к-рый соединен со станиной шток же дифференциального поршня соединен с ползуну. Рабочий ход ползуна осуществляется нагнетанием масла от насоса *а* по трубопроводам *б* и *в* как одновременно, так и по одному из них. В зависимости от этого имеют разные скорости ходов и рабочие усилия. Ускоренный обратный ход получается благодаря дифференциальному поршню путем нагнетания масла по трубопроводу *г*. Этот поперечно-строгальный станок имеет то преимущество по сравнению с

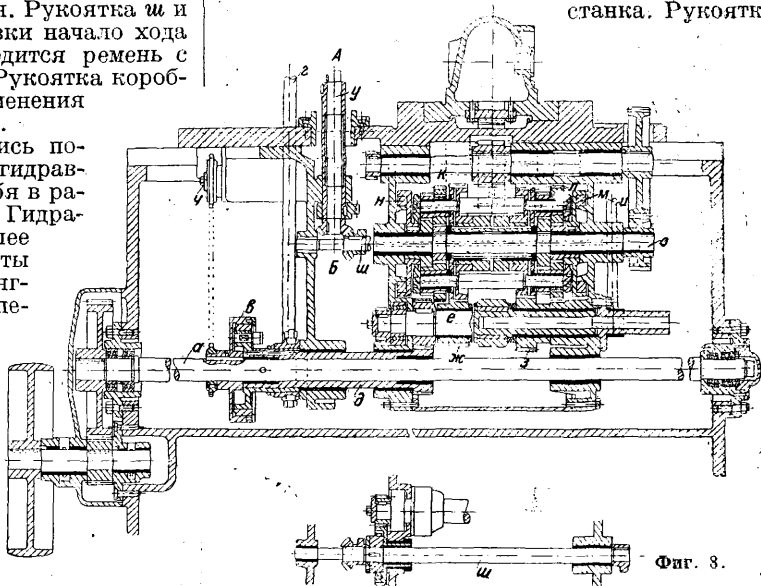
вышеописанным, что благодаря отсутствию кулисного механизма скорость и усилие во время хода не меняются. На фиг. 6 изображен общий вид этого станка. Рукоятка

Фиг. 7.



ру конич. зубчаток. При рабочем ходе ползуна рычаг *х* отводится в свое первоначальное положение пружиной. Для вертикального перемещения резца вручную рукояткой *ч* собачка храпового колеса откидывается. Рукоятка *ш* и винт *щ* служат для регулировки начала хода ползуна. Рукояткой *ю* переводится ремень с холостого шкива на рабочий. Рукоятка коробки скоростей *я* служит для изменения числа ходов ползуна в минуту.

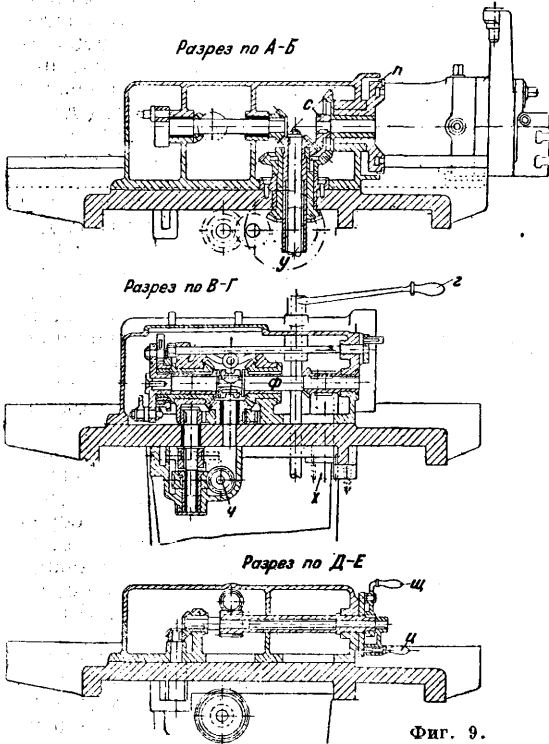
В последнее время появились поперечно-строгальные станки с гидравлич. приводом, показавшие себя в работе с очень хорошей стороны. Гидравлич. привод является наиболее подходящим к условиям работы С. с., так как он обеспечивает мягкое врезание инструмента при перемене хода и тем сохраняет инструмент и станок, а также дает возможность непрерывно регулировать скорость даже на ходу станка. Благодаря этому поперечно-строгальные станки с гидравлич. приводом дают производительность на 25—50% больше, чем станки с механическим приводом. Гидравлический привод рабочего движения в поперечно-строгальных станках осуществляется двумя способами: помощью гидравлического двигателя вращательного дви-



Фиг. 8.

а служит для изменения направления хода ползуна, рукоятка *б*—для пуска и остановки станка, рукоятка *в*—для изменения рабочего

усилия ползуна, *г*—для изменения подачи стола, *д*—для включения гидравлического привода подачи стола, *е*—для регулировки скорости ползуна, *жс*—для изменения подачи стола,

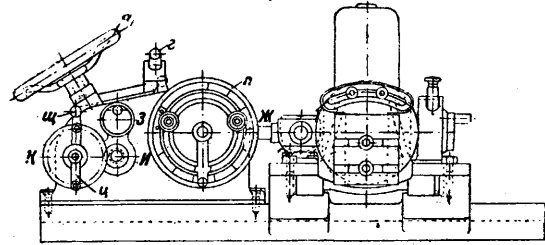


Фиг. 9.

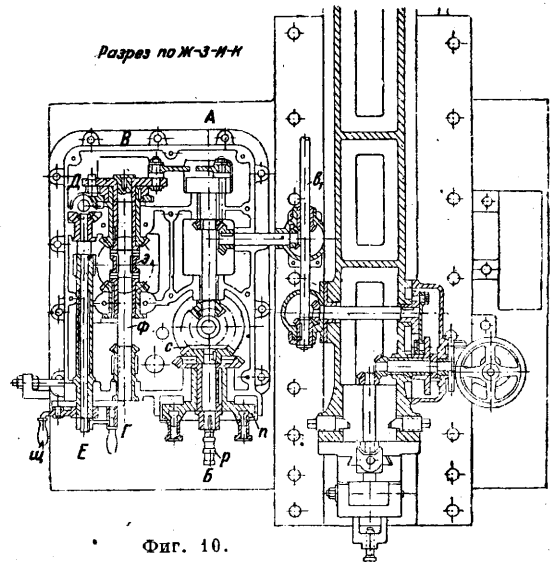
винт *з*—для передвижения стола в поперечном направлении, квадрат *и* для подъема стола, упор *ж* для останова поперечного самохода.

Поперечно-строгальные станки тяжелого типа применяются для строжки тяжелых и больших изделий, поэтому в них подача производится резцом, а не столом. Для этого направляющие ползуна имеют продольное перемещение по направляющим станины. Привод рабочего движения ползуна делается иногда кулисным механизмом, но б. ч. зубчатками с рейкой. На фиг. 7 изображен поперечно-строгальный станок тяжелого типа. С внешней стороны этот станок отличается от ранее описанных удлиненной станиной. Механизм привода ползуна располагается под направляющими ползуна в станине (фиг. 8) и при подаче перемещается вместе с ними. Для привода ползуна служит вал *а*, приводимый во вращение электромотором *б* через зубчатую передачу. От вала *а* вращение передается через фрикционную муфту *в*, выключаемую рукояткой *г*, полый вал *д* и зубчатую передачу валу *е*, а от него через зубчатые передачи *жс* или *з*, включаемые рукояткой *и*, планетным передачам *к* и *л*. Эти планетные передачи во время работы вращаются. Включением одной из них соответствующим тормозом *м* или *н* вращение передается валу *о* и от него через две пары зубчатых передач—зубчатке, находящейся в зацеплении с рейкой, прикрепленной с нижней стороны ползуна. Управление переменной направления движения ползуна и подачи производится шайбой *п* (фиг. 7) и механизмом, расположенным в коробке на направляющих ползуна. Эта шайба (фиг. 9—10) имеет переставные упоры, устанавливаемые в про-

резах в соответствии с ходом ползуна; между упорами находится переводная рукоятка *р*. При движении ползуна шайба вращается, и в конце хода кулачок давит на переводную рукоятку и через конич. передачу *с* и трубчатый вал выключает одну группу планетной передачи и включает другую группу. Этот механизм работает настолько точно, что ползун за это время передвигается только на 0,5—4 мм. Подача производится вращением от вала *ш* (фиг. 8) вертикального вала *у* (фиг. 9—10) через конич. передачу и кривошипную шайбу тягой на шайбу с храповым механизмом вала *ф* и от него, через пару винтовых колес, вала с зубчаткой *х*, находящейся в зацеплении с рейкой, прикрепленной к станине станка. Величина подачи устанавливается рукояткой *ц*. Быстрое перемещение направляющих ползуна включается рукояткой *ш* (фиг. 9) и производится от фрикционной муфты *в* (фиг. 7) через цепную передачу на вал *ч* (фиг. 9) и от него через червячную зубчатую передачу и через конич. шестерни, сидящие свободно на валу, и зубчатую муфту *э* вала *ф*, а от него дальше так же, как описано при осуществлении подачи. Рукоятка *щ* служит для включения муфтой *э* одной из свободно сидящих на валу конич. шестерен в зависимости от направления движения направляющих салазок. Для ручного передвижения салазок служит маховичок *а*₁, к-рый конической зубчатой передачей вращает вал *ф*. Вертикальное перемещение супорта ползуна может производиться вручную рукояткой *б*₁ (фиг. 7) или



Разрез по Ж-З-И-И



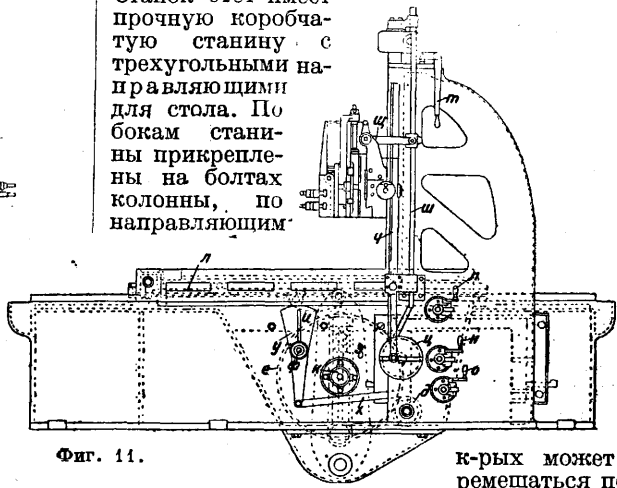
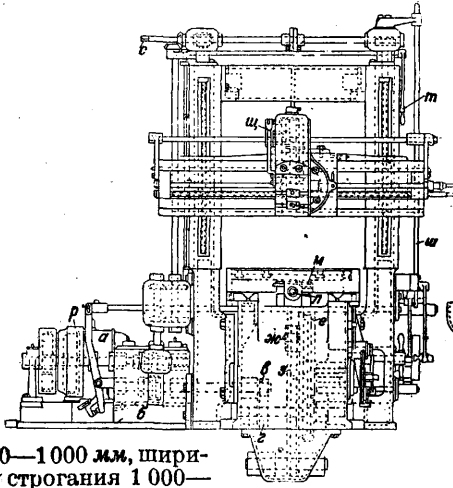
Фиг. 10.

автоматически от вала *у* через конические передачи (фиг. 10), скользящий вал *в*, прикрепленный к ползуну, и кривошипные шайбы с храповым механизмом.

Поперечно-строгальные станки легкого типа строятся с ходом ползуна 250—1 000 мм и перемещением стола, т. е. шириною строгания, 400—1 000 мм с подачей 0,2—4 мм на ход и мощностью 1,5—10 л.с.; станки тяжелого типа с кулисным приводом имеют ход ползуна

строгальным станкам применяется довольно редко и только у станков небольшого размера.

На фиг. 11 изображен продольно-строгальный станок с кулисным приводом с шириной между стойками 800 мм и максимальной высотой 800 мм, длиной строгания 50—900 мм. Станок этот имеет прочную коробчатую станину с трехугольными направляющими для стола. По бокам станины прикреплены на болтах колонны, по направляющим

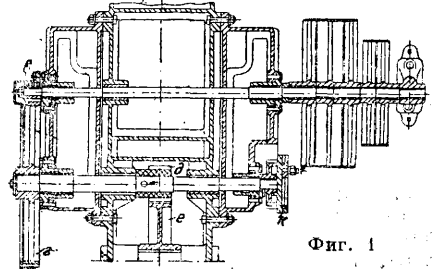
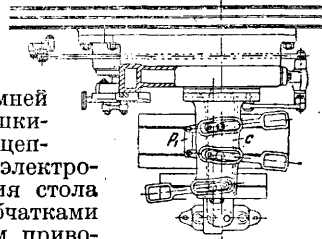
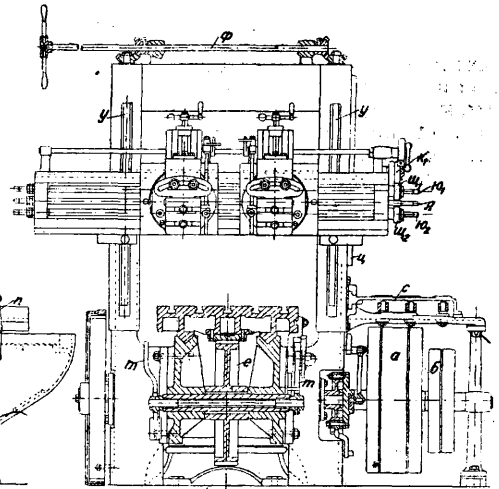
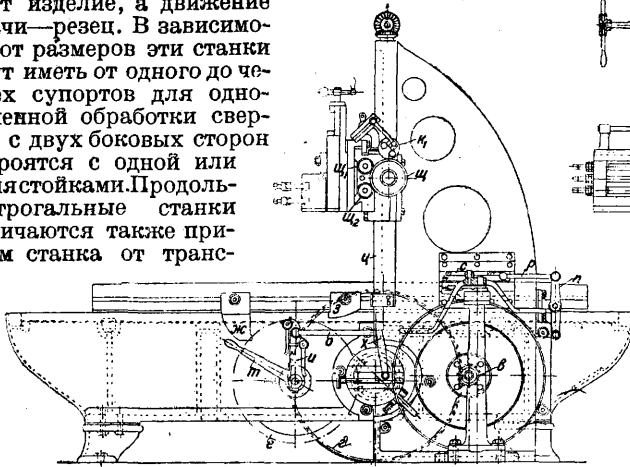


Фиг. 11.

500—1 000 мм, ширину строгания 1 000—3 000 мм, мощность 8—25 л.с.; с зубчатым приводом и рейкой—ход ползуна 1 000—1 500 мм, ширину строгания 1 000—3 000 мм, подачу 0,3—8 мм, мощность 15—25 л.с.; длина станины делается до 6 м для возможности установки трех ползунов.

Продольно-строгальные станки применяются для обработки крупных изделий. У них рабочее движение имеет изделие, а движение подачи—резец. В зависимости от размеров эти станки могут иметь от одного до четырех суппортов для одновременной обработки сверху и с двух боковых сторон и строятся с одной или двумя стойками. Продольно-строгальные станки различаются также приводом станка от транс-

к-рых может перемещаться поперечина с суппортом. Станок приводится в движение электромотором *а*. Вращение электромотора помощью цепи передается через коробку скоростей *б*, дающую шесть скоростей, через зубчатую передачу *в*—*г* и зубчатку *д* зубчатке *е*, с эксцентрично установленным пальцем *ж*, который в свою очередь передает движение кулисе *з*, связанной шатуном *и* с

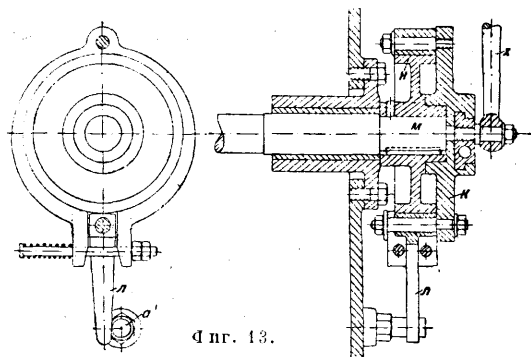


Фиг. 1

миссии или отдельного электромотора; способом изменения направления движения стола помощью кулисного механизма, ремней с холостыми и рабочими шкивами, электромагнитного сцепления и реверсирования электромотора; приводом движения стола кулисным механизмом, зубчатками и рейкой, гидравлическим приводом; приводом движения подачи от стола станка и независимым. У продольно-строгальных станков кулисный привод рабочего движения в противоположность поперечно-

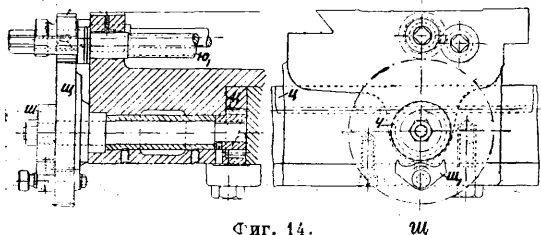
рабочим столом. Длина хода стола устанавливается изменением эксцентриситета пальца *ж* рукояткой *к*. Начало хода стола устанавливает-

ся винтом *л* и закрепляется рукояткой *м*. Изменение скорости стола производится рычагами *н* и *о*. Рычагом *н*, действующим на сцепление *р* и тормоз, можно в любой момент остановить



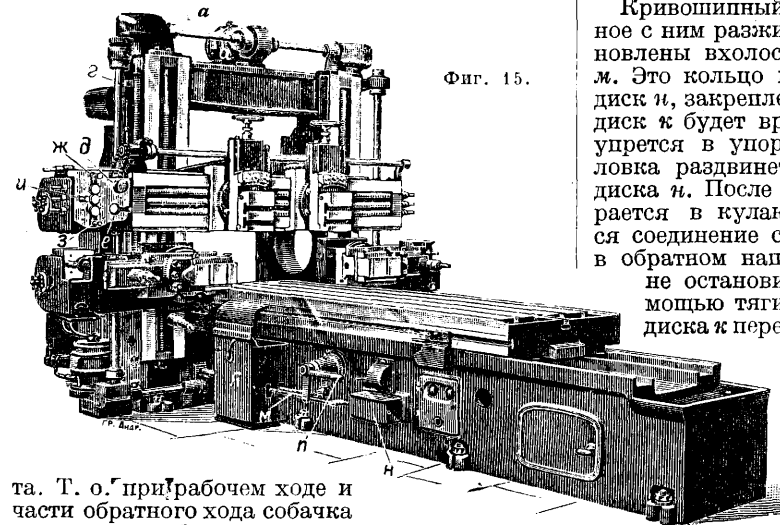
Фиг. 13.

станок. Подъем и опускание поперечины с суппортом производится двумя винтами, расположенными в колоннах и приводимыми во вращение от мотора включением рукоятки *т* через коробку скоростей *б*, вертикальный вал, пару винтовых шестерен и червячные передачи, или же вручную рукояткой на квадрате вала *с*.



Фиг. 14.

Движение подачи суппорта производится от кулаков на боковой поверхности стола через рычаг *у*, качающийся на пальце *ф* и поворачивающийся при помощи тяги *х* диск *ц*, и от него рейкой *ч* через шестерню и собачку на храповое колесо, закрепленное на ходовом винте суппор-



Фиг. 15.

та. Т. о. при рабочем ходе и части обратного хода собачка скользит по зубьям храпового колеса, и только в конце холостого хода и в начале рабочего хода направление движения рейки меняется, и собачка нажимает на зубья храповика. Изменение величины подачи производится перестановкой пальца рейки *ч* на

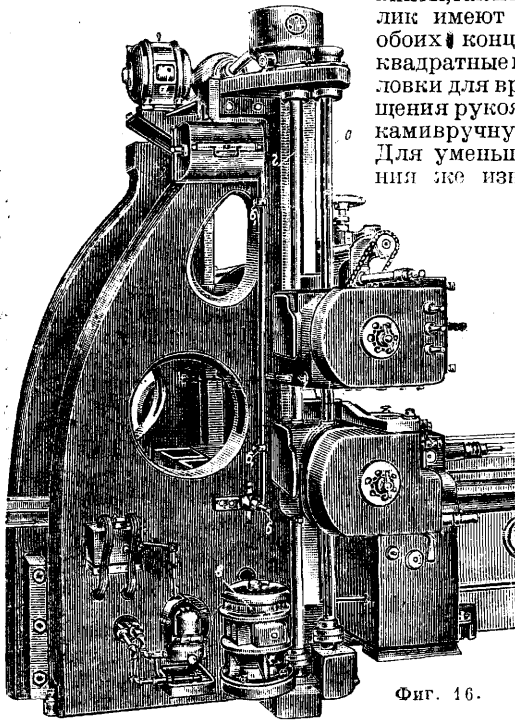
диске *ц*. Тяга *ш*, приводимая в движение от того же диска *ц*, служит для подъема резака посредством рычага *щ* при обратном ходе стола, чтобы предупредить его изнашивание.

На фиг. 12 изображен простой небольшого размера продольно-строгальный станок с двумя стойками. Станок приводится в движение тремя ремнями от контрпривода. Два ремня служат для получения двух скоростей рабочего хода стола в 8,4 и 15 м/мин и один перекрестный — для обратного хода стола со скоростью 27 м/мин. Понятно, что работает только один рабочий ремень, а другой в это время находится на холостом шкиве. Для этого переводной ролик выводится из паза и вилка замыкается замком *р*. Стол приводится в движение по V-образным направляющим станины, для рабочего хода от шкива *а* и при обратном от шкива *б* через две пары зубчаток *в-з* и *д-е*, из к-рых последняя сцепляется с рейкой в нижней части стола. Изменение направления движения стола производится кулаками *ж* и *з*, переставляемыми по пазу боковой стороны стола в зависимости от длины хода. Кулак *ж* в конце рабочего хода поворачивает рычаг *и*, действующий тягами *о*, *н*, *р* на переднюю планку *с* вилки ремней, причем сначала переводится ремень с рабочего шкива на холостой, а затем ремень обратного хода с холостого шкива на рабочий. Аналогичное происходит и в конце обратного хода от кулака *з*. С каждой стороны станины имеются рукоятки *т*, к-рые служат для изменения движения стола вручную. Суппорты для резцов расположены на направляющих поперечины, к-рую в свою очередь можно поднимать и опускать по направляющим стоек и закреплять в зависимости от высоты обрабатываемого изделия. Для этого служат два ходовых винта *у*, приводимых во вращение вручную рукояткой на валу *ф* через конич. зубчатые передачи. Подача суппортов производится между концом холостого и началом рабочего хода от кривошипного диска *к*, совершающего качательное движение в ту и другую сторону в зависимости от направления движения стола.

Кривошипный диск *к* (фиг. 13) и соединенное с ним разжимное кольцо с рычагом *л* установлены холостую на промежуточном валу *м*. Это кольцо помощью пружины схватывает диск *и*, закрепленный на шпонке на валу. Т. о. диск *к* будет вращаться до того, как рычаг *л* упрется в упор *а'* и его четырехугольная головка раздвинет кольцо и разъединит его от диска *и*. После перемены хода рычаг не упирается в кулак, а поэтому опять получается соединение с диском *и* и диск *к* вращается в обратном направлении, пока второй кулак не остановит его так же, как первый. Помощью тяги *х* движение от кривошипного диска *к* передается зубчатой рейке *ц* (фиг. 12 и 14), к-рая вращает шестеренку *ч* и сидящее с ней на одном валу храповое колесо *ш*. Рядом с храповым колесом на том же валике имеется шестерня *щ*, надевая холостую с двойной собачкой *ш*, концы к-рой зацепляются с зубьями храповика *ш*. Т. о. при повороте храповика *ш* поворачиваются шестерня *щ* и связанные с ней шестерни *щ*₁ и *щ*₂, сидящие на ходовых винтах *ю*₁, *ю*₂, а следовательно и ходовые винты, и через ходовую гайку суппорт получит перемещение. Т. к. станок имеет два

супорта, то для возможности независимой работы супортов имеется для каждого отдельный ходовой винт. Для вертикальной подачи имеется общий ходовой валик *я*. От него через две пары конич. передач и ходовой винт происходит вертикальное перемещение головки. Как ходовые

винты, так и валик имеют на обоих концах квадратные головки для вращения рукоятками вручную. Для уменьшения же изна-

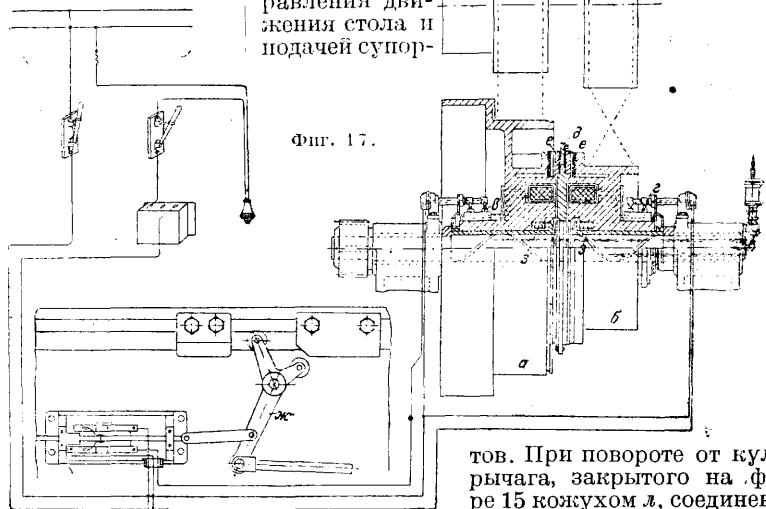


Фиг. 16.

шивания резца при обратном ходе станок имеет механизм для его подъема. Закрепленный резец на откидной доске супорта приподнимается от зубчатой рейки *и* посредством шестерен и кривошипного диска *к*.

На фиг. 15, 16 дан продольно-строгальный станок большого размера с 4 супортами. От станка на фиг. 12 он отличается механизацией обслуживания. Механизм подъема и опускания поперечины работает от специально установленного вверху на стойках электромотора *а*, пуск которого в том или другом направлении производится рукояткой *б*. Высота подъема и опускания ограничивается переставными упорами *б*₁. Для быстрого отвода и подвода супортов имеются также отдельные электромоторы: электромотор *в* обслуживает супорты на поперечине и супорт на правой стойке; для супорта на левой стойке имеется электромотор, расположенный на левой стойке. От электромотора вращение передается вертикальному валу *г* и от него через зубчатые передачи ходовому винту соответствующего супорта; *д*—пусковая кнопка этого электромотора, рукоятка *е*—включение быстрого подвода или отвода обоих супор-

тов поперечины, *жс*—левого бокового супорта, *з*—правого, *и*—вертикального быстрого перемещения бокового супорта. Кроме быстрых перемещений супортов от электромотора имеется возможность делать это и вручную, надевая рукоятку на квадрат соответствующего ходового винта или валика. Привод у станков этого размера осуществляется с левой стороны станка (не виден на фиг. 15) различными способами. 1) Приводом от трансмиссии или электромотора через контрпривод, иногда располагаемый на стойках станка аналогично фиг. 18, двумя ремнями на шкивы рабочего и обратного хода. Реверсирование хода стола передвижением ремня с рабочего шкива на холостой применяется редко из-за быстрого его изнашивания. Чаще применяют электромагнитное сцепление (фиг. 17). В шкивах *а* и *б* для переднего и обратного хода стола расположены электромагниты, концы обмоток которых выведены к двум парам коллекторных колец *в* и *г*. Между шкивами *а* и *б* находится диск *д*, сидящий на валу на шпонке. Во время работы соответствующий электромагнит находится под током и притягивается к диску *д*; таким образом через фрикционные диски *е* получается сцепление шкива с валом. Когда в конце хода стола кулачок отводит рычаг *жс*, тяга *к*-рого соединена с переключателем, последний выключает ток в этом электромагните и включает другой электромагнит. Первый шкив делается холостым и оттягивается на несколько мм пружинами *з* от диска *д*, а шкив включенного электромагнита притягивается. При выключенных электромагнитах оба шкива являются холостыми, и станок не работает. Преимущество этого реверсирования заключается в точности и спокойствии работы. 2) От электромотора через коробку скоростей реверсирование также производится электромагнитной муфтой. 3) От электромотора с регулировкой числа оборотов; реверсирование производится переменной направлением вращения электромотора. Привод движения стола осуществляется зубчатыми передачами и зубчатой рейкой, прикрепленной в нижней части стола. На фиг. 15, 16 один из кулачков управляет изменением на-

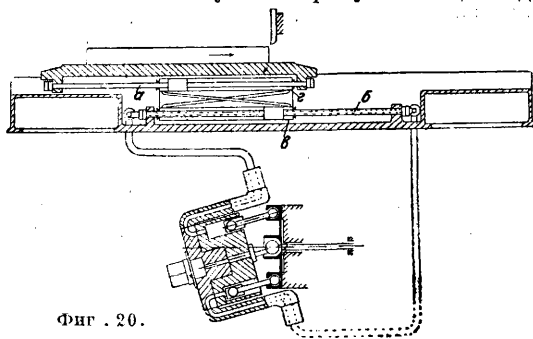


Фиг. 17.

правления движения стола и подачей супортов. При повороте от кулачка рычага, закрытого на фигуре 15 кожухом *л*, соединенная с ним тяга *м* действует на переключатель *н*, переключает электромагниты сцепления и поворачивает через вал и зубчатую передачу вертикальный вал *о* при каждой пере-

мене хода стола на один и тот же угол. От вертикального вала *о* производится подача через храповой механизм и зубчатки, расположенные в коробке, ходовые винты или валики и от них соответствующим супортам. Подача супортов на стойках производится аналогично от этого же вала и независимо от подачи супортов на поперечине; т. е. супорты могут работать с разными подачами. Подъем резцов при обратном ходе производится роликовой цепью от вала *о*, и т. к. он не зависит от механизма подачи, то и высота его постоянна. Рукоятка *п*, имеющаяся с каждой стороны станка, служит для ручной перемены направления движения стола и остановки его. Ширина обрабатываемого изделия на этих станках ограничена расстояниями между стойками. Для того же чтобы не ограничиваться этим, применяются одностоечные продольно-стро-

а концами прикреплен к столу, а шток поршня *б*—к станине. Электромотор вращает насос с качающимся диском системы Лауф-Тома; от него масло под давлением 80 *атм* поступает через полный шток *б* в левую или правую часть цилинд-

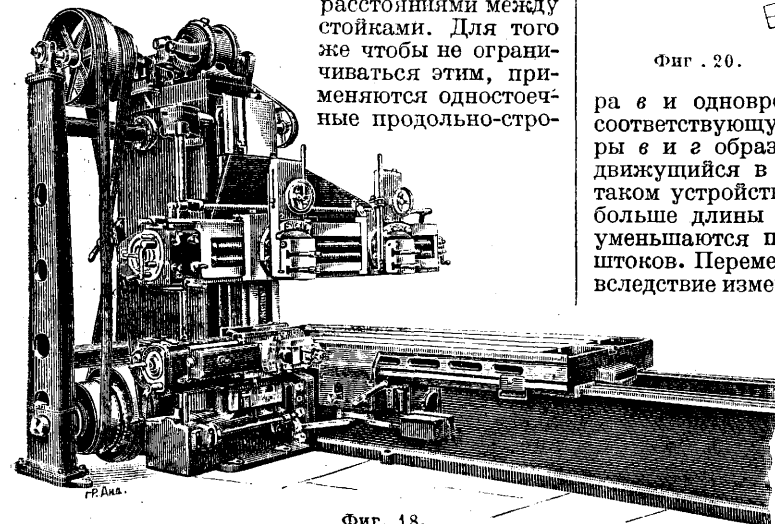


Фиг. 20.

ра *в* и одновременно отсюда по трубкам в соответствующую часть цилиндра *г*. Цилиндры *в* и *г* образуют общий блок цилиндров, движущийся в ту или другую сторону. При таком устройстве длина пути стола в два раза больше длины пути блока цилиндров; этим уменьшаются провисание и изгиб поршневых штоков. Перемена движения стола происходит вследствие изменения направления потока масла, к-рое осуществляется изменением угла наклона рамы насоса с плюса на минус. Эта перемена получается очень плавной, т. к. при переходе через нулевое положение подача масла равна нулю. Ускоренный обратный ход достигается большим наклоном рамы насоса, т. е. большей подачей масла. Существует

еще гидравлич. привод стола двумя цилиндрами, у к-рых штоки связаны со столом, а цилиндры—со станиной. Цилиндр большего диам. служит для рабочего хода, а меньшего—для обратного. Преимущество этой конструкции то, что штоки подвергаются только растяжению, но благодаря большей длине увеличивается опасность провисания.

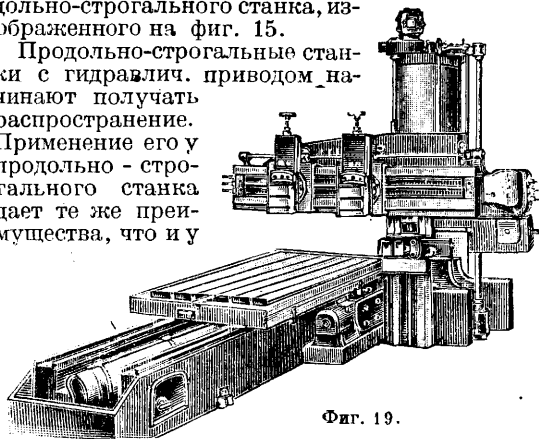
Продольно-строгальные станки строят: а) с кулисным приводом, расстояние между стойками 800—1 000 мм, от поверхности стола до поперечины 800 мм, ход стола 900—1 000 мм, с 6 рабочими скоростями от 9 до 27 м/мин; б) с зубчатым приводом, расстояние между стойками от 800 до 6 000 мм, от поверхности стола до поперечины 800—4 200 мм, ход стола 1 000—10 000 мм, с 2—4 рабочими скоростями 7—36 м/мин и скоростью обратного хода 28—36 м/мин, подачею от 0,4—15 мм на ход и мощностью для рабочего движения 10—115 HP и для вспомогательных устройств 4—16 HP; в) одностоечные с шириною строгания 960—4 500 мм, расстоянием от поверхности стола до поперечины 700—2 750 мм, ходом стола 2 000—6 000 мм, с 4 скоростями рабочего хода 8,4—16,8 м/мин и обратного хода 27 м/мин при зубчатом приводе стола; при гидравлическом приводе скорость рабочего хода 2—50 м/мин и обратного хода до 60 м/мин, подачи 0,4—15 мм на ход и мощность для рабочего хода 10—40 HP и для вспомогательных устройств 4—10 HP. Громадные станки с двумя стойками часто помимо строгальных супортов снабжают фрезерными головками, расточными шпинделя-



Фиг. 18.

гальные станки (фиг. 18). Эти станки требуют очень прочной станины и стойки, а также поперечины, подкрепленной сильными ребрами. Привод станка осуществляется от электромотора, установленного на стойке, через коробку скоростей, дающую 4 скорости, и ременную передачу прямого и обратного хода. В остальном эти станки ничем не отличаются от продольно-строгального станка, изображенного на фиг. 15.

Продольно-строгальные станки с гидравлич. приводом начинают получать распространение. Применение его у продольно-строгального станка дает те же преимущества, что и у



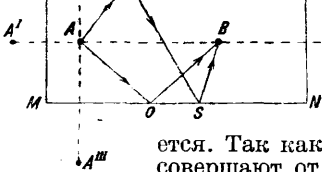
Фиг. 19.

поперечно-строгальных станков. Эти станки (фиг. 19, стол сдвинут) одностоечные и отличаются от изображенного на фиг. 18 тем, что привод стола производится от гидравлич. передачи. На фиг. 20 изображен схематич. продольный разрез привода стола. Шток поршня

Leistungssteigerung von Shaping-Maschinen, «Werkstattstechnik», В., 1933, Н. 4; Crank Planing Machine, «Machinery», L., 1928, 11, p. 47; S i p m a n n F., Eine kombinierte Hobel- und Fräsmaschine, «Maschinenbau», Berlin, 1929, Н. 24; B e r c k E., Shaping-Maschine mit Pressölgetriebe, «Die Werkzeugmaschine», Berlin, 1930, Н. 3; S i p m a n n F., Sonderhobelmaschine für schwere Blechplatten, «Maschinenbau», В., 1929, Н. 4; K u r r e i n M., Rückblick auf die deutsche Werkzeugmaschinenbau 1926, «Werkstattstechnik», Berlin, 1926, Н. 23; Neuzzeitliche Einständer-Hobelmaschinen, ibid., 1926, Н. 22; K r o n e n b e r g M., Tischhobelmaschine mit flüssigkeitsantrieb, ibid., 1926, Н. 21. М. Шестанов.

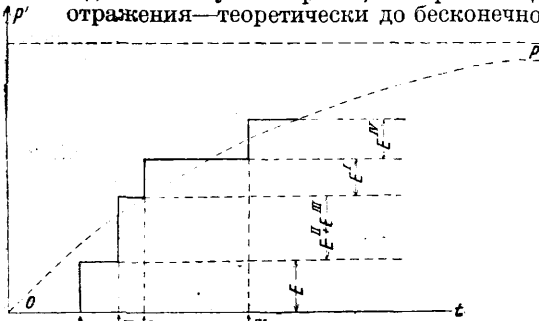
СТРОИТЕЛЬНАЯ АКУСТИКА. Отдел прикладной акустики (см.), рассматривающий вопросы излучения, распространения и восприятия звука в закрытых помещениях и в структурных элементах зданий. С. а. ставит своей практической задачей: 1) получение наилучших условий излучения и приема звука в помещениях; 2) получение наилучшей изоляции помещений от проникновения в них звуков и сотрясений. Определения и термины см. *Спр. ТЭ*, т. X, стр. 388.

Акустика помещений. В закрытом помещении к слушателю доходит волны не только непосредственно от источника звука, но и отраженные от стен, потолка и пола, причем все эти поверхности



Фиг. 1.

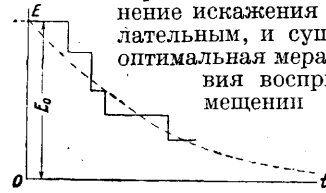
отражают звук частично; известная доля его поглощается. Так как отраженные волны совершают от источника, до слушателя больший путь, чем волны, идущие непосредственно, то отраженная волна запаздывает; поэтому начала и концы любых звуков (например двух слогов) в отраженной и прямой волне несколько сдвинуты во времени. Кроме того в момент одновременного звучания отраженная и прямая волна интерферируют: получаются усиленные или, наоборот, ослабленные колебания. Далее, отраженная от одной стены волна, доходя до противоположной стены, отражается вновь, и после этого второго отражения (еще несколько ослабленная вследствие поглощения) вновь доходит до слушателя, интерферируя с имеющимися около него первой и второй волнами, поскольку она с ними перекрывается во времени; такой процесс продолжается и далее: наступают третье, четвертое и т. д. отражения—теоретически до бесконечно-



Фиг. 2.

сти, практически до тех пор, пока ослабление волны вследствие отражений не дойдет до предела восприятия звука ухом. Вследствие этих последовательных отражений и запаздываний

звук, доходящий до слушателя, значительно искажен. Определение допустимой меры этого искажения есть первая задача акустики помещений, причем а) допустимая мера искажений оказывается различной в зависимости от условий слушания (напр. музыки или речи) и от размеров помещения; б) полное устранение искажения оказывается нежелательным, и существует некоторая оптимальная мера искажения. Условия восприятия звука в помещении характеризуются:



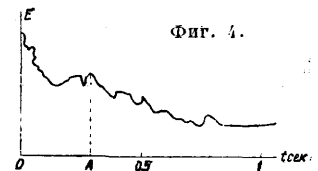
Фиг. 3.

1) запаздыванием и расплыванием звука вследствие последовательных отражений (реверберация) и 2) неравномерностью распределения силы звука в помещении интерференций.

Р е в е р б е р а ц и я. В точке А (фиг. 1) в комнате находится источник звука, в точке В—слушатель; в известный момент времени источник начинает звучать. В услышит звук, спустя время $\frac{AB}{c}$ (с—скорость звука), потребное на прохождение расстояния АВ; затем кроме этого звука до него начнут доходить несколько ослабленные поглощением звуковые волны, отраженные от стен MN и PQ. Волны эти дойдут согласно законам отражения, как если бы они исходили от фиктивного источника звука A^I или A^{II}, находящегося за стеною на том же расстоянии, на котором на самом деле находится источник звука перед стеною. Истинный путь звуковой волны (звуковой луч) показан на фиг. 1 ломаной линией AOB. Далее, к слушателю придет звук от фиктивного источника A^I, от A^{IV}, затем наступят двойные отражения и т. д. (напр. ARSB), т. е. если отвлечься от того обстоятельства, что звуковые волны в В не просто складываются, но интерферируют, т. е. возможно не только усиление их, но и ослабление, то картина нарастания звука в В изобразится, как на фиг. 2. Время прихода звука от соответственного фиктивного источника отмечено буквами А, А^I, ..., а величины приходящих сил звука—буквами В, В^I, ...

Нанесены только первые отражения: ради простоты чертежа не приняты во внимание отражения от пола и потолка, двойные, тройные и т. д. Мы видим нечто вроде лестницы, причем ступеньки ее имеют разную длину вследствие разных длин путей звуковых волн и уменьшающуюся со временем высоту вследствие постепенного удаления фиктивных источников от слушателя и поглощения при отражении. Если обозначить через α коэф. поглощения, т. е. отношение поглощенной стеною энергии к энергии звуковой волны, падающей на стену, то количество отраженной энергии есть $E_{над.} (1-\alpha) = E_{над.} - \alpha E_{над.} = E_{над.} - E_{пол.}$ после одного отражения, $E_{над.} (1-\alpha)^2$ после двух,

$E_{над.} (1-\alpha)^m$ (1) после m поглощений. Т. о. все происходит так, как если бы фиктивный источник, соответствующий волне с m отражениями, был в отношении $(1-\alpha)^m$ слабее истинного. По этой причине среднее нарастание звука в помещении будет



Фиг. 4.

после m поглощений. Т. о. все происходит так, как если бы фиктивный источник, соответствующий волне с m отражениями, был в отношении $(1-\alpha)^m$ слабее истинного. По этой причине среднее нарастание звука в помещении будет

$$E_{над.} (1-\alpha)^m \quad (1)$$

после m поглощений. Т. о. все происходит так, как если бы фиктивный источник, соответствующий волне с m отражениями, был в отношении $(1-\alpha)^m$ слабее истинного. По этой причине среднее нарастание звука в помещении будет

с течением времени замедляться; на фиг. 2 оно показано линией OP . Рано или поздно установится стационарное состояние, характеризующееся асимптотой $P'P$. Если теперь источник звука (а с ним и все фиктивные источники) замолкнет, то начнется постепенное спадание звука (фиг. 3). Вследствие большой скорости звука длины ступенек весьма быстро проходят во времени, а потому не воспринимаются слушателем. Поэтому практич. значение имеет только сглаженная (пунктир на фиг. 2 и 3) кривая. На самом деле она вследствие интерференции имеет не совсем правильный вид.

На фиг. 4 изображена кривая затухания звука в одном помещении, полученная на опыте Мейером. Подъемы на этой кривой обусловлены интерференцией. Если в момент времени A (фиг. 4) погасает одна из отраженных волн, вследствие интерференции уменьшавшая действие других волн, то с устранением ее обратится подъем энергии. Сделав допущения: 1) что звуковые волны в помещении располагаются настолько беспорядочно, что расчеты м. б. произведены по отношению к средним величинам статистич. методами; 2) что, если коэф. поглощения для различных поглощающих объектов различен, — расчет вследствие беспорядочности явления можно вести по отношению к среднему коэффициенту поглощения a_n . Он определяется ф-лой

$$a_n = \frac{a_1 S_1 + a_2 S_2 + \dots + a_n S_n + a_1 + a_2 + \dots + a_n}{S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n} = \frac{\sum a_i S_i + \sum a_i}{\sum S_i}, \quad (2)$$

где S_i — площадь участка стены (пола, потолка), имеющего коэф. поглощения a_i , и a_e — поглощение отдельных объектов (людей, стульев). Величина $\sum a_i S_i + \sum a_i$ называется общим поглощением помещения. Расчеты приводят к ф-лам:

$$E_t = E_0 (1 - e^{-kt}) \quad (3)$$

для нарастания энергии во времени при источнике звука, включенном в момент $t = 0$,

$$E_t = E_0 e^{-kt} \quad (4)$$

для убывания звука при выключении источника в момент $t = 0$. Коэф. k имеет по Эйрингу значение [1]

$$k = -\frac{\beta S \ln(1-a)}{V},$$

где $S = \sum S_i$ — полная поверхность помещения в m^2 , V — его объем в m^3 , β — нек-рый коэф., зависящий от формы помещения, от расположения источника звука и местонахождения слушателя и размещения поглощающих материалов. Для помещений обычного типа, $\beta \approx \frac{c}{4}$, где c — скорость звука. Если средний коэф. абсорбции — как в обычных помещениях — мал, то, разлагая логарифм в ряд и ограничиваясь первым членом, находим

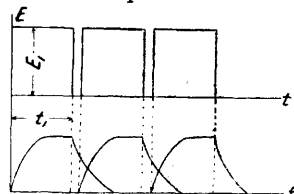
$$k = \frac{c \cdot S \cdot a}{4V}, \quad (5)$$

По почину В. Сэбина вычисляют время T , в течение к-рого сила звука в помещении после выключения источника падает в миллион раз. Из ф-лы (4) имеем:

$$\frac{E_t}{E_0} = 10^{-6} = e^{-kt}; \quad T = \frac{6}{\lg e^k} = \frac{13,78}{k} = \frac{0,161V}{aS} = \frac{0,161V}{\sum a S_i}. \quad (6)$$

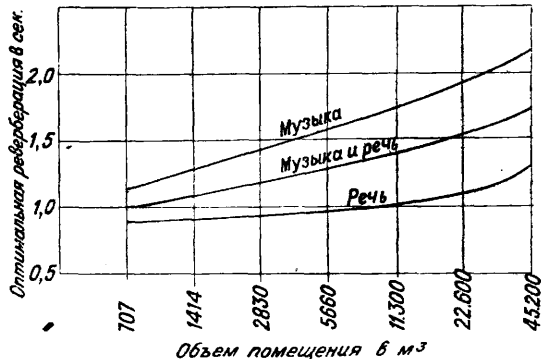
T названо Сэбином временем реверберации и

часто называется просто реверберацией («стандартной реверберацией» по Лившицу); оно характеризует скорость спада и нарастания звука в помещении; само явление постепенного затухания звука в помещении часто неправильно называется резонансом; в настоящее время это явление обозначают термином реверберация. Ф-ла Сэбина (6) дает возможность заранее подсчитать время реверберации по известным: объему V , коэффициентам абсорбции a_i и поверхностям S_i . Опыт и теория показывают, что (6) годится для помещений обычного типа, пока коэффициенты абсорбции невелики и время реверберации не менее 0,5 ск. Для расчета помещений с меньшей реверберацией — «глухие» помещения — приходится брать k из формулы (5). В обычных помещениях время реверберации колеблется от 1 до 5—8 ск. Опыт показывает, что существует оптимальная реверберация для данного помещения, данного характера источника звука (речь, музыка и пр.) и при данном расположении слушателей и источника звука, несколько различная в зависимости от различия в этих условиях. При слишком «глухих» помещениях (реверберация менее 0,5—0,8 ск.) музыка и речь звучат «сухо», «мертво»; при слишком большой реверберации (3—5 ск.) помещение гудит, речь и музыка становятся неразборчивы вследствие наложения конца одного звука (слога, ноты) на начало другого. Это иллюстрируется фиг. 5, в верхней части к-рой изображены три звука, каждая энергия E_1 , испускаемые источником звука в течение времени t , один за другим; в нижней части рисунка изображен ход энергии во времени в том месте, где находится слушатель. Как видим, отдельные звуки перекрываются тем более, чем длиннее время реверберации. В. Кнудсен [2] в Америке установил оптимальную реверберацию для речи, определяя процент понятых слушателем слогов (т. н. артикуляция); Ватсон [3] в Америке и Лившиц [4]



Фиг. 5.

часто называется просто реверберацией («стандартной реверберацией» по Лившицу); оно характеризует скорость спада и нарастания звука в помещении; само явление постепенного затухания звука в помещении часто неправильно называется резонансом; в настоящее время это явление обозначают термином реверберация. Ф-ла Сэбина (6) дает возможность заранее подсчитать время реверберации по известным: объему V , коэффициентам абсорбции a_i и поверхностям S_i . Опыт и теория показывают, что (6) годится для помещений обычного типа, пока коэффициенты абсорбции невелики и время реверберации не менее 0,5 ск. Для расчета помещений с меньшей реверберацией — «глухие» помещения — приходится брать k из формулы (5). В обычных помещениях время реверберации колеблется от 1 до 5—8 ск. Опыт показывает, что существует оптимальная реверберация для данного помещения, данного характера источника звука (речь, музыка и пр.) и при данном расположении слушателей и источника звука, несколько различная в зависимости от различия в этих условиях. При слишком «глухих» помещениях (реверберация менее 0,5—0,8 ск.) музыка и речь звучат «сухо», «мертво»; при слишком большой реверберации (3—5 ск.) помещение гудит, речь и музыка становятся неразборчивы вследствие наложения конца одного звука (слога, ноты) на начало другого. Это иллюстрируется фиг. 5, в верхней части к-рой изображены три звука, каждая энергия E_1 , испускаемые источником звука в течение времени t , один за другим; в нижней части рисунка изображен ход энергии во времени в том месте, где находится слушатель. Как видим, отдельные звуки перекрываются тем более, чем длиннее время реверберации. В. Кнудсен [2] в Америке установил оптимальную реверберацию для речи, определяя процент понятых слушателем слогов (т. н. артикуляция); Ватсон [3] в Америке и Лившиц [4]



Фиг. 6.

в Москве сделали то же для музыки. Оптимальную реверберацию при разных объемах по Кнудсену дана на фиг. 6. Данные о реверберации различных зал, назначенных для разного рода исполнения, см. *Спр. ТЭД*, т. X, стр. 399.

Для определения времени реверберации служат реверберометры. В состав прибора входят: 1) источник звука, 2) собственно

реверберометр — прибор для регистрации или времени, в течение которого сила звука в помещении падает до известного предела, или записи кривой ослабления силы звука с течением времени, или наконец прибор для калиброванной компенсации ослабления звуковой энергии с течением времени. Сообразно с этим реверберометры разделяют на: хронографические, осциллографические, компенсационные. В реверберометрах хронографич. типа отмечается время момента выключения источника звука и момента ослабления силы, или громкости, звука до определенного предела. Простейший метод — наблюдение с секундомером, разделенным на 0,01 ск. [6]. Производятся два опыта: в одном измеряется время спадения звука с энергии E_1 до предела слышимости, во втором — то же, но для другой энергии E_2 , в известное число a раз большей. Согласно ф-лам (4) и (5) имеем:

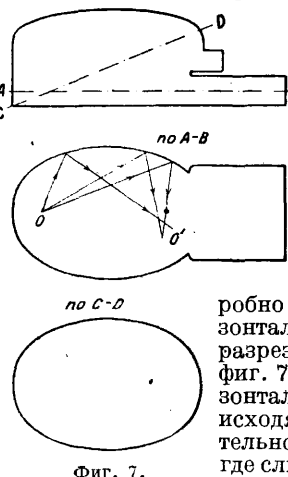
$$E_n = E_1 e^{-kt_1},$$

$$E_n = E_2 e^{-kt_2},$$

где E_n — энергия на пороге слышимости. Исключая E_n , находим $k = \ln a (t_2 - t_1)$, а отсюда по (6) и Т. В других хронографич. реверберометрах [7] вместо предела слышимости используется тот или иной тип реле, автоматически отмечающего момент спадения силы электрич. тока до известного предела; приемником звука служит микрофон с усилителем, причем амплитуда звука пропорциональна силе тока. В осциллографич. реверберометрах записывается при помощи электрич. осциллографа спадение силы тока в приемном микрофоне. Такой реверберометр состоит из микрофона (обычно конденсаторного), усилителя, выпрямителя тока и осциллографа с фотографич. регистрацией. Результат регистрации приведен на фиг. 4. В компенсационных осциллографах [7] спадение выпрямленного тока приемного микрофона наблюдается параллельно со спадением тока разряда конденсатора через сопротивление, подобранное таким образом, чтобы оба процесса совпадали. Стоящий в мостике между ними гальванометр остается тогда неподвижным вследствие взаимной компенсации обоих токов; по размерам емкости и сопротивления вычисляется затухание электрич. контура, т. е. равная ему константа k . Источником звука при опытах со всеми этими реверберометрами служит обычно громкоговоритель (ранее употреблялись органнне трубы), питаемый генератором звукового тока. Вследствие необходимости устранить интерференции, к-рые весьма запутывают явление, давая весьма неправильные кривые реверберации, употребляют ток, частота к-рого периодически меняется со скоростью 10—20 раз в ск. на несколько десятков Hz, напр. 512 ± 25 Hz («воющий тон»), а кроме того иногда вращают громкоговоритель или приемный микрофон. Ранее определение реверберации производилось только для 512 Hz. Теперь ее изучают для возможно большего интервала частот, от 100 до 5 000—10 000 Hz [8]. При обычном способе заглушения помещений (занавески, мягкая мебель, публика) реверберация в низких частотах больше, чем в высоких, что в особенности нежелательно для музыкального исполнения. Если реверберация помещения не соответствует оптимальной, то помещение можно исправить, создав желательную реверберацию, добавляя или удаляя поглощающий звук материал. Зная коэф. погло-

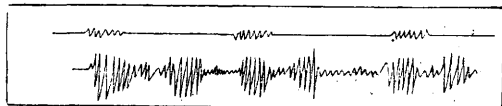
щения α_i и выбрав подходящую площадь материала S_i , можно по ф-ле (2) подобрать нужное для оптимальной реверберации полное поглощение. Коэффициенты поглощения различных материалов и объектов см. *Спр. ТЭ*, т. X, стр. 394—397.

Интерференция и направление звука. Хотя реверберация и определяет в главных чертах акустические свойства помещения, однако не вполне. Особенно в помещениях с большой реверберацией и большого объема нередко обнаруживаются многообразные вредные явления интерференции и неравномерного распределения слышимости по помещению. Как пример такого помещения приведем актовй зал Фрейбургского университета, весьма под-



Фиг. 7.

робно исследованный. Горизонтальный и вертикальный разрезы его приведены на фиг. 7. Как видно по горизонтальному разрезу, звук, исходящий из O , приблизительно фокусируется в O' , где слышен даже легкий шопот, тогда как ближе к O передача значительно хуже. В том же зале наблюдаются многократные отражения, благодаря чему наблюдатель слышит несколько последовательных эхо. Явление подобного рода действует очень вредно на отчетливость восприятия речи и музыки. Для их исследования помещают в одной из точек зала громкоговоритель рупорного типа, обладающий большою направленностью звука (главная часть звуковой энергии идет по направлению оси рупора), и наблюдают места наилучшей слышимости или непосредственно ухом или микрофоном. Другой способ использует запись на осциллографе звука, принимаемого микрофоном, причем громкоговоритель дает прерывистый звук или даже заменен звуковым импульсом (выстрел из маленького пистолета). Один из снимков подобного рода изображен на фиг. 8. Вверху изображены стрывоч-



Фиг. 8.

ные звучания громкоговорителя в O , внизу прием микрофона в O' ; ось абсцисс изображает время. Как видим, звук повторяется у микрофона два раза с почти одинаковой силой, третий раз слабее. На фиг. 8 изображено действие трех последовательных звучаний. Особенно заметны подобные явления в больших соборах, где время реверберации чрезвычайно велико. Это же явление чрезвычайно портит акустику Московского планетария. Для борьбы с ним определяют вышеописанным способом места стен, откуда образуются отражения, и или покрывают эти стены поглощающими звук материалами или завешивают занавесками. Подобного рода работы выполнялись в СССР С. Я. Лившицем (Государственный цирк в Москве).

При проектировании новых зданий можно изучать их акустич. свойства в смысле интерференций и вредной фокусировки звука, пользуясь моделями. Для опытов употребляют большую неглубокую ванну с водой или ртутью, в которой помещается согнутая по контурам изучаемого разреза здания жестяная бездонная коробка; в одном месте поверхности жидкости, где в здании предполагается оратор, производят толчок и следят за распространением, отражениями и фокусировкой волны. Этот и аналогичные способы известны уже давно и оказываются весьма полезными при проектировании концертных зал и аналогичных помещений. Улучшить передачу речи и музыки в гудких помещениях удастся также, если помешать сзади источника звука отражающий экран. Особенно совершенный экран подобного рода был недавно построен Фоккером для Гаарлемского собора [9]. Надо помнить, что для звуковых волн законы столь хорошо известного оптич. отражения верны только в том случае, если размер экрана не мал по сравнению с длиной отражаемых им звуковых волн; явление отражения звука искажается дифракцией тем более сильно, чем больше длина звуковой волны.

Звукоизоляция помещений. В связи с прогрессивно усиливающимися городскими шумами вопросы звукоизоляции получили большее значение [10]. К этому еще прибавляется необходимость изоляции помещения от сотрясений, так как последние также велики в современном городе. Были исследованы размеры тех амплитуд сотрясений, ощущение к-рых еле воспринимается, а также тех, к-рые уже вызывают неприятное ощущение.

В нижеследующей таблице приведены примеры различных амплитуд:

| | | | |
|--|------|------|------|
| Число колебаний в сек. | 5 | 10 | 25 |
| Амплитуда еле ощущаемых сотрясений, мм | 0,05 | 0,02 | 0,01 |
| Амплитуда болезненного сотрясения, мм | 0,5 | 0,25 | 0,1 |

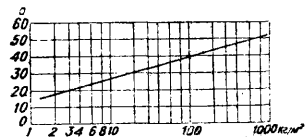
Числа эти у разных исследователей расходятся, но порядок их передается этой таблицей достаточно верно.

Звук проникает в помещение следующими путями: 1) через окна, двери, отверстия вентиляторов и щели (даже через весьма небольшие щели проходит весьма значительные количества звуковой энергии); 2) через колебания стен, пола и потолка как упругих пластинок. Прежде полагали, что звук проходит и через поры стен, но исследования последнего времени показали, что количествами звуковой энергии, проникающей подобным способом, можно пренебречь, исключая случаев занавесок и т. п. Звукоизолирующая способность (звукоизоляция) перегородки (стены, занавески и т. д.) определяется отношением падающего на перегородку потока звуковой энергии W_1 к потоку энергии W_2 , проходящему через перегородку при отсутствии отражения. Для получения звукоизоляции σ это отношение выражается в логарифмич. единицах при основании 10 и множится на 10, т. е. составляется выражение:

$$\sigma = 10 \lg \frac{W_1}{W_2};$$

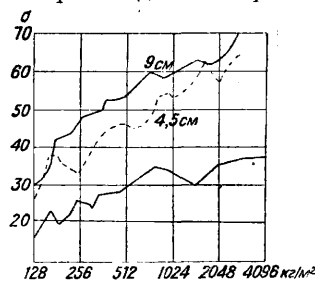
при отношении энергий, равном 100, $\sigma = 20$, что выражает: звукоизолирующая способность стены составляет 20 децибел. В этих единицах измерения звукоизолирующая способность однородных стен по работе Э. Мей-

ра [11] изображена на фиг. 9 в зависимости от логарифма веса w 1 м² стены (для стен из любого материала). Между $\lg w$ и σ имеется пропорциональность; по этим данным можно оценить звукоизоляцию любой стены; полезно помнить, что при звукоизоляции в 60 децибел звук обычной речи падает до порога слышимости; звукоизоляция в 80 децибел делает неслышной музыку средней громкости.



Фиг. 9.

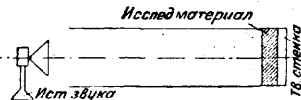
Т. о. изоляция однослойной стены определяется только ее весом на 1 м²; для двойной стен [12] с воздушной прослойкой в 4,5 см и 9 см и (нижняя кривая) простой стены результаты измерений даны на фиг. 10 в зависимости от частоты колебаний;



Фиг. 10.

как видно, звукоизоляция двойной стены много выше, чем одиночной; увеличение воздушного зазора за пределы 5 см приносит не много пользы. Заполнение междустенного промежутка какой-нибудь засыпкой даже ухудшает изоляцию и особенно вредна засыпка щебнем. Данные о звукоизоляции различных стен см. *Спр. ТЭ*, т. X, стр. 391—394. Из других имеющих значение способов проникновения звука отметим распространение его по системе отопительных и водопроводных труб.

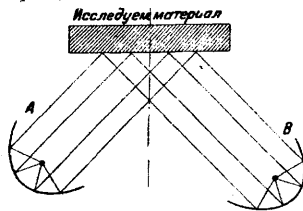
Средство против этого — разделение системы на части вставкой полуметровых свинцовых труб.



Фиг. 11.

Для борьбы с проникновением звука через вентиляционные и иные воздушные ходы, последние покрываются звукопоглощающими материалами или снабжаются резкими расширениями и сужениями, являющимися местами отражения звука.

Для получения в помещении нужной реверберации возникает необходимость покрытия



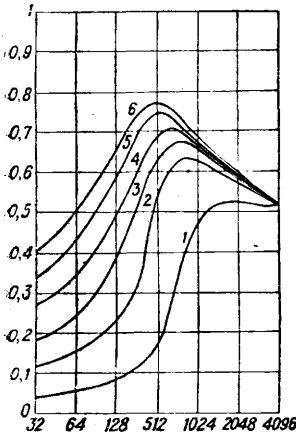
Фиг. 12.

стен звукопоглощающими материалами. Также изменяет реверберацию и простое внесение в помещение звукопоглощающих материалов, наличие мягкой мебели, публички, особенно одежды и т. п. Как пример влияния мягкой мебели приводим таблицу Сабина [8] для изменения реверберации одной аудитории от внесения разного количества одинаковых мягких подушек.

Число внесен. подушек 0 17 44 83 145 189 212
 Реверберация 5,61 4,94 4,21 3,49 2,85 2,36 2,22

Для того чтобы рассчитать по ф-ле (2) средний коэф. поглощения, необходимо знать значения a_1, a_2, a_3 для различных материалов. Методы определения их следующие. 1) М е т о д

реверберации [4, 5]. В помещение с большой известной реверберацией (реверберационная камера) вносят и укладывают, напр. на пол, определенное количество M^2 исследуемого материала, вновь определяют реверберацию и по формулам (6) определяют коэф. поглощения. 2) Изучаемый материал помещают в конце широкой (30—70 см) длинной трубы (фиг. 11) [4, 13], стоящим перед ее отверстием источником звука возбуждают в ней стоячие волны и, перемещая микрофон (или иной звукоприемник) по длине трубы, находят отношение максимальной и минимальной амплитуд колебания в пучностях и узлах. Отсюда можно подсчитать коэф. звукопоглощения. 3) Помещают в фокусе параболич. зеркала A источник звука (фиг. 12)



Фиг. 13.

так, чтобы на изучаемый материал падала плоская звуковая волна, отражаемая им к приемнику, стоящему в фокусе B другого зеркала. По сравнению показаний приемника для абсолютно отражающего (например металлич. плита) и изучаемого материалов определяют коэф. звукопоглощения [3]. Из подобных опытов определено, что коэф. звукопоглощения открытого окна практически равен 1, т. е. окно совершенно не отражает падающей на него звуковой энергии. Различные обычные стены (кирпичная и оштукатуренная деревянная стена) имеют коэф. звукопоглощения 0,06—0,02, т. е. являются почти совершенно отражающими. Ниже даются коэф-ты звукопоглощения для различных других поверхностей и объектов [5].

| | |
|---|------|
| Пробка на полу толщ. 2,5 см. | 0,16 |
| Линолеум на полу | 0,12 |
| Тяжелый ковер | 0,29 |
| Занавес | 0,23 |
| Волосяная подушка | 0,21 |
| Нублина (в среднем на 1 чел.) | 0,44 |
| Мужчина (отдельно) | 0,48 |
| Женщина | 0,54 |

Подробные таблицы коэф-тов поглощения см. *Спр. ТЭ*, т. X, стр. 394—397. Для подушки и людей приведенные числа указывают, при каком коэф-те поглощения 1 м^2 фиктивного материала дает то же поглощение, что и каждый из этих предметов. Поглощение зависит от частоты поглощаемого звука, обычно увеличиваясь к высоким частотам. Для характеристики приведем фиг. 13 [5], показывающую коэф. поглощения в зависимости от частоты для различного числа слоев войлока.

Лит.: 1) Eyring, «Journal of the Acoustical Society of America», 1930, v. 1, p. 21; 2) Knudsen, *ibid.*, 1931, v. 2, p. 434; 3) Watson T., *Acoustics of Buildings*, N. Y., 1923; 4) Ли ф ш и ц С., *Акустика зданий*, М.—Л., 1931; 5) Sabine W., *Collected Papers on Acoustics*, Cambridge, Massachusetts, 1922; 6) Strutt, «Elektrische Nachrichten-Technik», В., 1932, В. 9, p. 202; Meyer E., «Ztschr. f. techn. Phys.», Lpz., 1929, В. 10, p. 309; 7) Wentе W. u. Bedell E., «Journal of the Acoustical Society of America», 1930, v. 1, p. 22; 8) Норрег F., *ibid.*, 1932, v. 3, p. 415; 9) Fokker A., «Arch. du Musée Teyler», Haarlem, 1930, t. 7, p. 73; 10) Ржевкин С., *Методы изучения шумов*, М.—Л., 1933; 11) Meyer E., «Z. d. VDI.», 1931, В. 75, p. 563; 12) Sabine W., «Journal of the Acoustical Society of America», 1930, v. 1, p. 101; 13) Taylor, «The Physical Review», 95, v. 1, p. 270; Ли ф ш и ц С.,

Курс архитектурной акустики, 2 изд., М., 1927; Davis A. a. Kay C., *The Acoustics of Buildings*, L., 1927; Echhardt a. Chrisler, «Bureau of Standards, Scientific Papers», Wash., 1926, 526; Wentе E. a. Bedell E., «The Bell System Technical Journal», 1926, v. 7, p. 1. Н. Андреев.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА КОРАБЛЯ,

часть строительной механики, занимающаяся исследованием приемов и методов расчета прочности корпусов различных пловучих сооружений; последние можно подразделить на следующие основные типы. а) По материалу к о р п у с а —на стальные, деревянные, смешанные, железобетонные; б) по назначению —на с а м о х о д н ы е—военные, торговые, промысловые, служебные, спортивные, б у к с и р ы е м ы е—баржи, шаланды, лихтера и др. и с т а ц и о н а р н ы е—пловучие доки, дебаркадеры и др.; в) по району плавания—на морские, озерные, речные. В соответствии с приведенным подразделением на типы пловучих сооружений С. м. к. получает более или менее ярко выраженные специальные уклоны, к-рые исходят однако из общих установок, принятых и развитых в этой науке в целом. С. м. к.—наука сравнительно молодая, вызванная к жизни потребностями гл. обр. военного кораблестроения, в к-ром уменьшение веса корпуса корабля, связанное с применением расчетов прочности при его конструировании, приобретает особо важное значение. В коммерч. м о р с к о м кораблестроении С. м. к. до сего времени не получает достаточно широкого применения вследствие существования в этой области кораблестроения большого технич. консерватизма и подчиненности его различным правилам (регистрам), регламентирующим размеры конструкций корпусов коммерческих кораблей. В коммерческом р е ч н о м кораблестроении С. м. к. начинает получать частичное применение, в особенности в тех случаях, когда благодаря ограниченной осадке становится необходимым всемерно облегчать вес корпуса за счет наиболее целесообразного использования материала.

С. м. к. подразделяется на следующие две основные части: о б щ у ю ч а с т ь, в к-рой развиваются до нужной полноты те из отделов теории упругости и общей строительной механики, к-рые находят затем наиболее полное применение при расчетах прочности различных конструкций судового корпуса, и с п е ц и а л ь н у ю ч а с т ь, в к-рой исследуются и устанавливаются приемы и методы, служащие для расчета прочности различных типов пловучих сооружений, с использованием материалов общей части С. м. к. В общую часть С. м. к. обычно включают более углубленное рассмотрение соответствующих отделов теории упругости и некоторых общих методов исследования деформации упругих систем, применяемых при изучении общей части С. м. к. или при решении новых задач, выдвигаемых практикой. Главнейшие из таких методов— 1) метод наложения, 2) метод потенциальной энергии и 3) метод применения бесконечных рядов (гл. обр. рядов Фурье) к решению дифференциальных ур-ий теории упругости. Не останавливаясь на первых двух, отметим лишь их широкое применение и развитие в С. м. к., сопровождавшееся значительным упрощением и наглядностью решений для многих новых задач, выдвигаемых практикой кораблестроения [1]. Метод потенциальной энергии, развитый применительно к задачам С. м. к. главным

обр. работами в этой области проф. С. П. Тимошенко, в настоящее время является совершенно необходимым при проектировании металлич. конструкций судового корпуса. Параллельно с методом потенциальной энергии за последнее время в С. м. к. получает развитие третий из вышеуказанных методов исследования деформации упругих систем, основанный на непосредственном интегрировании с помощью бесконечных рядов (чаще всего рядов Фурье) дифференциального уравнения, отвечающего поставленной задаче. Как на первоисточник этого метода следует указать на известное решение Навье изгиба пластины со свободными опертми кромками. Т. к. этот метод [2, 3] несмотря на большое практич. значение его до сего времени ни в курсах ни в литературе не получил достаточно полного оформления, небесполезно остановиться на нем несколько подробнее.

Исследование деформации упругих систем, как известно, заключается в составлении дифференциального уравнения, характеризующего рассматриваемую деформацию, и затем в разыскании решения этого уравнения, удовлетворяющего известным граничным условиям рассматриваемой задачи. В то время как составление дифференциальных ур-ий производится без особых затруднений помощью приложения к частным случаям общих выводов теории упругости, решение этих уравнений часто оказывается сопряженным с затруднениями чисто математич. характера, к-рые или не могут быть разрешены или приводят к результатам, мало пригодным для практич. использования вследствие сложности или отсутствия необходимой наглядности. Решение таким путем новых задач, могущих встретиться в инженерной практике, далеко выходя из рамок обычных расчетов и принимаемая характер научно-исследовательской работы, оказывается обычно невыполнимым в обстановке практической деятельности инженера. Применение метода потенциальной энергии, как известно, дает возможность более просто получить приближенное решение задачи, избегнув необходимости интегрирования соответствующего ей дифференциального уравнения. Однако те же результаты, но гораздо проще, можно получить, и не прибегая к методу потенциальной энергии, а применив метод непосредственного интегрирования дифференциального ур-ия помощью бесконечных рядов. Сущность этого метода заключается в том, что заранее задаемся подходящим видом искомой функции, входящей в дифференциальное ур-ие рассматриваемой задачи, после чего, подставляя ее в это ур-ие, определяем входящие в нее известные параметры. Под подходящим видом ф-ии в данном случае разумеется такой вид ее, при к-ром полностью удовлетворяются вытекающие для нее из условий задачи граничные условия и к-рый по возможности точно отвечает действительному виду этой ф-ии; чем ближе к действительности окажется выбранный вид подходящей ф-ии, тем большую точность будет иметь полученное решение. Т. к. любая из интересующих нас ф-ий м. б. представлена с любой точностью соответствующим тригонометрич. рядом Фурье, то, задаваясь подходящей ф-ией в виде такого ряда, будем получать в таком же общем виде и искомые решения задачи, к-рые затем м. б. вычислены с любой степенью точности. Получающееся таким путем общее решение очевидно представляет собой выраженную в виде ряда Фурье ф-ию, отве-

чающую исходному дифференциальному уравнению рассматриваемой задачи. Применение этого метода поясним следующим примером, решение коего обычным методом является задачей весьма сложной.

Требуется исследовать изгиб и устойчивость двухопорной балки, лежащей на сплошном упругом основании, которое имеет жесткость k в кг/см, подверженной действию сжимающих усилий S и равномерно распределенной нагрузки q (фиг. 1). Общий вид дифференциального ур-ия изгиба балки в данном случае, как известно, будет:

$$EIy^{IV} = q - ky - Sy'' \quad (1)$$

Искомое ур-ие упругой кривой балки $y = f(x)$ берем в следующем общем виде, удовлетворяющем условиям закрепления ее концов ($y = 0$ и $y'' = 0$ при $x = 0$ и $x = l$):

$$y = \sum_{n=1}^{n=\infty} f_n \sin \frac{n\pi x}{l} \quad (n = 1, 2, \dots), \quad (2)$$

где f_n — неизвестные параметры. Подставляя (2) в (1), получим:

$$EI \frac{\pi^4}{l^4} \sum f_n n^4 \sin \frac{n\pi x}{l} = q - k \sum f_n \sin \frac{n\pi x}{l} + S \cdot \frac{\pi^2}{l^2} \sum f_n n^2 \sin \frac{n\pi x}{l} \quad (3)$$

Для определения по ур-ию (3) параметров f_n применяем известный прием, т. е. помножаем обе части уравнения (3) на $\sin \frac{m\pi x}{l}$ и интегрируем в пределах от 0 до l . Замечая, что $\int_0^l \sin \frac{n\pi x}{l} \cdot \sin \frac{m\pi x}{l}$ равно нулю при $n \neq m$ или $\frac{l}{2}$ при $n = m$, получим:

$$f_n = \frac{EI\pi^5}{l^4} n^8 \left[\frac{2[1 - (-1)^n]q}{n^2 + \frac{kl^4}{EI\pi^4 n^2} - S \cdot \frac{l^2}{EI\pi^4}} \right] \quad (4)$$

Замечая, что при n четном f_n равно нулю, получаем решение задачи в виде ур-ия (2), где параметры f_n вычисляются по выражению (4) подстановкой в него нечетных значений целого числа n . Имея ур-ие упругой кривой балки, можно вычислить с желаемой степенью точности любой из элементов ее изгиба. Некоторые из подобного вида рядов м. б. получены и в конечном виде преобразованием этих рядов в соответствующие им ф-ии. Устойчивость балки определяется наименьшим значением сжимающего усилия S , при к-ром какой-либо из параметров f_n обращается в бесконечность; т. о. из условия равенства нулю знаменателя выражения (4) вытекает, что

$$S_{кр.} = \frac{EI\pi^4}{l^2} \left(n^2 + \frac{kl^4}{EI\pi^4 n^2} \right) \quad (5)$$

При отсутствии упругого основания ($k = 0$) наименьшее значение $S_{кр.}$ по выражению (5) будет очевидно при $n = 1$, т. е. для этого случая эйлера нагрузка балки

$$S_{кр.} = \frac{EI\pi^2}{l^2}$$

1. Общая часть С. м. к. обычно подразделяется на следующие самостоятельные отделы: 1) Изгиб и устойчивость балок, включающий исследование всех тех разнообразных случаев деформаций балок, которые могут встретиться в конструкциях корпусов

различных типов пловучих сооружений. В конструкции металлического корпуса части его, имеющие вид балок (шпангоуты, бимсы, стойки), составляют около половины всего веса корпуса, поэтому изучению этого отдела в С. м. к. придается первостепенное значение. 2) Изгиб и устойчивость тонких пластин и оболочек. Исследование деформаций тонких пластин и оболочек в С. м. к. получает самостоятельное развитие, приводящее к установлению особых методов расчета прочности для различного вида и различных условий работы тонких пластин и оболочек судового корпуса (листы обшивки днища и бортов, настил палуб, листы переборок и пр.), составляющих свыше половины всего веса корпуса; они разделяются на пластины жесткие и гибкие в зависимости от влияния на их изгиб т. н. цепных напряжений, появляющихся при изгибе пластины вследствие распора, обусловленного наличием связей, препятствующих сближению опорных кромок пластины. Большое внимание уделяется изучению вопросов устойчивости пластин с целью обеспечить при наименьшем весе необходимую жесткость для пластин судового корпуса, подвергающихся действию больших сжимающих усилий. 3) Перекрытия (перекрестные связи). Главные составные части судового корпуса (днище, борта, палубы, переборки) представляют собой перекрытия, образованные из тонких листов, подкрепленных ребрами жесткости, расположенными в одном или же двух направлениях (перекрестные связи). В этом отделе устанавливаются методы расчета прочности различного вида судовых перекрытий, а также основания для выбора наиболее целесообразных систем их с точки зрения уменьшения веса. 4) Заклепочные соединения и сварные соединения. В этом отделе исследуются и устанавливаются общие нормы и методы расчета прочности заклепочных и сварных соединений частей судового корпуса.

II. Специальная часть С. м. к. Корпус корабля с точки зрения строительной механики представляет собой клепаную балку переменного сечения, воспринимающую и уравновешивающую действующие на нее силы веса и давления воды; балка эта должна обладать достаточной общей продольной и поперечной прочностью, а отдельные части ее должны безопасно выдерживать действующие на них местные усилия. По характеру работы отдельных частей (связей) корпуса их можно разбить на следующие 8 категорий: 1) Части корпуса, воспринимающие внешние распределенные усилия (наружная обшивка; внутреннее дно; листы переборок, воспринимающие давление воды; настилки палуб, воспринимающие распределенные по палубам грузы); эти части корпуса с точки зрения строительной механики представляют собой тонкие пластины, ограниченные жестким контуром. 2) Части корпуса, служащие опорным контуром для связей первой категории (пластин) и передающие реактивные воздействия этих последних на более жесткие части корпуса (шпангоуты и стрингеры, передающие реактивные воздействия наружной обшивки и внутреннего дна на поперечные и продольные переборки; бимсы, передающие давление на палубы поперечным и продольным переборкам; стойки переборок, передающие реакции листов переборок палубам); эти части

корпуса носят название набора (набор днища, набор борта, палуб, переборок) и с точки зрения строительной механики представляют собой балки, нагруженные распределенной нагрузкой. Связи первых двух категорий, рассматриваемые совместно, представляют собой с точки зрения строительной механики перекрытия, подверженные действию усилий, перпендикулярных к их плоскости. 3) Части корпуса, служащие жестким опорным контуром для системы связей первой и второй категорий, т. е. для перекрытий (напр. переборки и борт, служащие опорным контуром для днища и палуб; палубы, служащие опорным контуром для переборок и борта); эти части корпуса уравновешивают на себе приходящиеся на них усилия и с точки зрения строительной механики представляют собой перекрытия, подверженные действию сил, лежащих в их плоскости. 4) Части корпуса, обеспечивающие общую продольную крепость корабля, т. е. продольные связи корпуса, идущие непрерывно по всей длине или на значительной части длины его (стрингеры, наружная обшивка, внутреннее дно, палубы, продольные бимсы, продольные переборки); эти части корпуса, рассматриваемые совместно, представляют собой с точки зрения строительной механики составную балку, подверженную действию изгибающих моментов и срезающих сил; рассматриваемые же в отдельности, они представляют собой подкрепленные пластины и балки, подверженные растягивающим и сжимающим нагрузкам. 5) Части корпуса, обеспечивающие поперечную крепость корабля (поперечные переборки, палубы, поперечные бимсы, шпангоуты, днище). 6) Части корпуса, предназначенные для восприятия различных местных или временных нагрузок (подкрепления) и передачи их на связи третьей категории (подкрепления под орудия, броню, рубки, машинные фундаменты, подкрепления для постановки в док и т. п.). 7) Части корпуса, служащие для увеличения устойчивости листов и балок (набор днища и палуб, обеспечивающий устойчивость наружной обшивки и настилки палуб; поперечный набор, увеличивающий устойчивость стрингеров и пр.). 8) Части корпуса, служащие для соединения листов и профилей, идущих на постройку (заклепочные соединения); заклепочные соединения корпуса входят в состав связей всех предыдущих категорий и помимо общей теории их рассматриваются каждый раз отдельно при расчете этих связей. Из приведенного разделения частей корпуса по характеру их работы на различные категории видно, что в судовом корпусе нет строгого разделения функций, выполняемых отдельными связями его, что и является отличительным свойством этой конструкции в ряду других инженерных сооружений; напр. наружная обшивка днища д. б. отнесена к связям всех пяти первых категорий; она воспринимает давление воды, служит нижним пояском у стрингеров и шпангоутов и т. о. принимает участие в работе связей второй категории, является подкрепленной пластиной (днищем), уравновешивающей реакции противоположных бортов, является главной связью в обеспечении общей продольной и поперечной крепости корабля. Другой особенностью конструкции судового корпуса является обилие в этой конструкции частей, работающих на продольный изгиб, т. е. частей, требующих проверки и обеспечения их устойчивости; эта особенность конструкции кор-

пуса, получившая полное развитие лишь в последнее время (гл. обр. в русском военном судостроении), объясняется, с одной стороны, стремлением довести вес корпуса до возможного минимума, с другой же стороны, принятием гипотезы, что всякая клепаная металлическая конструкция разрушается не от появления в ней опасного для материала напряжения, а от потери ею устойчивости; эта гипотеза повлекла за собой решение различных вопросов, касающихся устойчивости сооружений, нашедших самое широкое применение в судостроении, что дало возможность значительно уменьшить вес корпуса корабля, увеличив вместе с тем его прочность.

Все расчеты прочности корпуса м. б. разбиты по характеру работы и по назначению рассчитываемых конструкций на следующие отдельные главнейшие части: 1) расчет общей продольной прочности; 2) расчет местной прочности; 3) расчет прочности швов; 4) расчет подкреплений; 5) расчет постановки в док. Ниже приводятся общие правила и нормы для расчета прочности судовых конструкций и общие основания и характер отдельных расчетов в указанной выше последовательности.

Общие правила и нормы для производства расчетов прочности конструкций корпуса. Расчет прочности конструкции должен иметь целью гарантировать для нее необходимый запас прочности, т. е. уверенность в том, что при увеличении, соответствующем принятому запасу прочности, внешних действующих на конструкцию усилий напряжения в ней не превзойдут опасных пределов, при которых может быть нарушена целостность конструкции или неизменность ее формы. В соответствии с этим расчет прочности в общем случае должен подразделяться на следующие отдельные операции: а) определение величины и характера расчетной нагрузки; б) определение наибольших усилий и наибольших напряжений в сечениях конструкции, исходя из принятой расчетной нагрузки; в) назначение норм для опасных напряжений; г) установление надлежащего запаса прочности и норм для допускаемых напряжений и проверка условий прочности. Указанные выше отдельные части расчета являются одинаково важными по влиянию их на степень точности и достоверности результата расчета, т. к. показатели их входят в расчетные ф-лы в виде множителей или делителей. Поэтому как в отношении необходимости обоснований, так и в отношении точности вычислений все эти части расчета должны одинаково отвечать общим установкам, принятым для всего расчета.

Имея в виду, что прочность судовых клепаных конструкций обычно определяется не опасными напряжениями для материала конструкции, а напряжениями, при которых нарушается устойчивость ее формы, необходимо наряду с проверкой прочности конструкции по напряжениям производить проверку устойчивости как всей конструкции в целом, так и отдельных составных частей ее. Иногда требуется дополнительная проверка конструкции на наибольшие деформации (стрелы прогиба), к-рые не должны превышать известных границ, установленных практикой, а также проверка на вибрации, связанная с определением периода и амплитуды основных колебаний конструкции. Ниже приводятся общие нормы и правила, к-рые приняты к руководству при произ-

водстве расчетов прочности кораблей, разбитые по отдельным операциям расчета.

Определение величины и характера расчетных нагрузок. 1) Величины внешних расчетных нагрузок, действующих на корпус корабля и его отдельные части, подлежат определению согласно установленным практикой кораблестроения общим методам и нормам в этой области, с учетом условий и заданий спецификации в каждом частном случае. * 2) В отношении характера изменения внешних нагрузок различают следующие категории нагрузок: а) Неизменная нагрузка, не меняющая своей величины во все время ее действия. б) Статически-переменная нагрузка, меняющая свою величину во время действия, причем период изменения ее превышает в несколько раз период собственных колебаний рассматриваемой конструкции. Для этой нагрузки д. б. выявлены наибольшие пределы изменения ее по величине и по знаку. в) Динамически переменная или ударная нагрузка—с периодом изменения, близким к периоду собственных колебаний рассматриваемой конструкции. Для этой нагрузки д. б. выявлено время, в течение к-рого происходит нарастание нагрузки, с целью последующего определения степени динамичности (коэф-та динамичности) нагрузки по отношению к рассматриваемой конструкции. За расчетную нагрузку д. б. принята действующая нагрузка, увеличенная в соответствии с получающимся для конструкции коэф-том динамичности нагрузки. 3) В отношении характера действия внешних нагрузок каждая из указанных в п. 2 нагрузка д. б. отнесена к следующим категориям нагрузок: а) Постоянная нагрузка, действующая все время или значительный промежуток времени, напр. давление воды на подводную часть судна, вес вооружения, вес грузов, собственный вес конструкции, нагрузка на руль и его приводы и т. п. б) Случайная нагрузка, действующая на сооружение ограниченное число раз, напр. пробная нагрузка при испытании, нагрузка мачт от давления ветра при урагане, нагрузка переборок и палуб при аварии, нагрузка частей корпуса при постановке в док, усилия в корпусе при максимально возможной качке, нагрузка подкрепления под орудия при выстреле и т. п. 4) Т. к. нек-рые конструкции корпуса могут подвергаться одновременно или одновременно нагрузкам разных из указанных выше категорий нагрузок, то при расчете конструкции это обстоятельство подлежит всестороннему освещению для выяснения наибольших величин как постоянно действующей на конструкцию нагрузки, так и случайно действующей на конструкцию нагрузки, причем в последнем случае должна быть сделана оценка степени случайности действия нагрузки.

Определение наибольших усилий и наибольших напряжений в сечениях конструкции. Полученные в результате расчета напряжения относятся по характеру распределения к одной из следующих категорий напряжений: а) общие напряжения, захватывающие значительную часть объема или площади сечения конструкции и в случае превышения ими опасного напряжения

* Если действующая нагрузка не подчиняется принципу наложения, то за расчетную нагрузку должна быть принята действующая нагрузка, увеличенная в соответствии с принятым в расчете запасом прочности.

могущие повлечь разрушения или недопустимую деформацию конструкций; б) местные напряжения, захватывающие лишь незначительную часть объема или площади сечения конструкций и в случае превышения ими опасного напряжения могущие повлечь лишь местные деформации, не сопровождающиеся недопустимыми общими деформациями конструкций. При одновременном действии на рассматриваемую конструкцию нескольких систем внешних нагрузок напряжения, определенные для каждой из них в отдельности, д. б. сложены по правилам строительной механики для получения расчетных напряжений, причем необходимо принять такую из возможных комбинаций действия внешних нагрузок, при к-рой расчетные напряжения будут достигать максимальных значений. В качестве расчетных напряжений должны быть принимаемы или наибольшие нормальные напряжения, или наибольшие приведенные напряжения, или наибольшие касательные напряжения—в зависимости от той теории прочности, которая положена в основание расчета. При производстве новых расчетов рекомендуется придерживаться теории прочности по наибольшему касательным напряжениям. При вычислении напряжений в сечениях конструкций должно быть учтено влияние потери устойчивости отдельных составных частей сечения введением соответствующих редуцированных коэф-тов во всех тех случаях, где это явление имеет место. Если влияние вводимых в расчет редуцированных коэф-тов окажется значительным (свыше 5%), то при определении напряжений следует исходить из величины внешних нагрузок, увеличенных в соответствии с принятым для расчета запасом прочности.

Назначение норм для опасных напряжений. 1) Для общих напряжений, неизменных по величине и имеющих постоянный характер действия, нормой для опасного напряжения является: а) для нормальных напряжений и для приведенных напряжений—критич. напряжение материала (σ_k), т. е. предел текучести или близкий к нему предел упругости материала, превышение к-рого может повлечь нарушение целости или изменение формы конструкции; б) для касательных напряжений—критическое касательное напряжение материала (τ_k), равное половине критического нормального напряжения ($\tau_k = 0,5 \sigma_k$); в) для напряжений сдвига в заклепках—предел упругости скольжений заклепки (τ_k), устанавливаемый в зависимости от характера образования заклепочно-го соединения (влияние чеканки); г) для растягивающих напряжений в заклепках—предел текучести или близкий к нему предел упругости материала заклепки; д) для напряжений сдвига в заклепках при одновременном действии в них растягивающих напряжений—напряжение, вычисляемое по ф-ле

$$\tau_0 = \tau_k \left(1 - \frac{\sigma}{\sigma_k} \right),$$

где τ_k —предел упругого скольжения, σ_k —предел упругости материала заклепки и σ —действующее растягивающее напряжение; е) для срезающих напряжений в заклепках—50% от врем. сопротивления заклепки на срез ($0,5 \tau_0$). 2) Для общих напряжений, меняющихся по величине и имеющих постоянный характер действия, опасное напряжение вычисляют по ф-ле

$$\sigma'_0 = 0,25 \sigma_0 \left(3 + \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}} \right),$$

где σ_0 —опасное напряжение, определенное,

как для напряжений, неизменных по величине (см. п. 1); $\pm \sigma_{min}$ —минимальный по абсолютной величине предел изменения действующего напряжения (+растяжение, -сжатие), $\pm \sigma_{max}$ —максимальный по абсолютной величине предел изменения действующего напряжения (+растяжение, -сжатие). 3) Для общих нормальных и касательных напряжений, могущих повлечь нарушение устойчивости формы конструкции и имеющих постоянный характер действия независимо от того, меняются ли эти напряжения по величине или нет,—70% от эйлерова напряжения (σ_e, τ_e), при к-ром теряется устойчивость формы конструкции или ее части и к-рое д. б. определено по соответствующим ф-лам строительной механики. 4) Для общих напряжений, имеющих случайный характер действия, нормы для опасных напряжений м. б. повышены до 50% против норм, установленных выше для напряжений, имеющих постоянный характер действия в зависимости от степени случайности действия напряжений. 5) Для напряжений, указанных в предыдущих пунктах, но имеющих местный характер, нормы для опасных напряжений м. б. значительно повышены без ущерба для прочности конструкции, и в этом случае об опасном состоянии ее следует судить по признаку допустимости тех наибольших деформаций, к-рые возникают при переходе местных напряжений за пределы, установленные для общих напряжений. Повышение норм для опасных напряжений местного характера не должно иметь места по отношению к напряжениям, меняющимся по величине и имеющим постоянный характер действия, чтобы избежать возможности появления местных трещин в материале, вследствие усталости материала, могущих распространиться затем на соседние части сечения.

Назначение запасов прочности и норм для допускаемых напряжений. Допускаемые напряжения д. б. назначены как нек-рая часть от норм для опасных напряжений, обусловленная вводимым в расчет необходимым запасом прочности (коэф-том безопасности). При назначении запаса прочности, т. е. установлении должного коэф-та безопасности, д. б. учтены не только степень достоверности и точности самого расчета, но и условия, сопровождающие постройку и службу рассчитываемой конструкции корпуса. В соответствии с этим при назначении запаса прочности д. б. учтены следующие главнейшие обстоятельства: точность, с к-рой м. б. определены внешние действующие на конструкцию усилия, т. е. уверенность, что действительная нагрузка не превзойдет расчетной; насколько точно принятые расчетные ф-лы воспроизводят действительную картину распределения напряжений в сечениях конструкции; уверенность в механич. качествах материала и тщательности выполнения конструкции; последствия, к-рые повлечет за собой нарушение целости конструкции или ее части. Устанавливаемые для расчета конструкции нормы для допускаемых напряжений должны быть в каждом частном случае тщательно обоснованы со стороны перечисленных выше условий, в особенности если они отличаются от применявшихся в предшествующей практике для идентичных конструкций или относятся к новым конструкциям. В общем случае, при пользовании обычными применяемыми в кораблестроении методами для определения расчетных нагрузок и

напряжений и при достаточной уверенности в механических качествах материала и качестве выполнения работ, допускаемые напряжения должны составлять 60% от норм, принятых для опасных напряжений (коэф. безопасности около 1,65). От установленных таким путем норм для допускаемых напряжений м. б. приняты обоснованные отступления в меньшую сторону, а также и в большую сторону до 20% в зависимости от условий каждого частного случая. В табл. 1 и 2 приведены общие нормы для допускаемых напряжений, принятые в кораблестроении для различных сортов стали и для заклепочных соединений.

Табл. 1.—Общие нормы допускаемых напряжений для различных сортов судостроительной стали (в кг/см²).

| Сорт стали | Временное сопротивление σ_b | Критическое напряжение σ_k | Допуск. напряжение при нагрузке | |
|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------|
| | | | постоянной | случайной |
| Высокого сопротивления | 6 500 | 4 000 | 2 400 | 2 400—3 600 |
| Повышенного сопротивления | 5 000 | 3 000 | 1 800 | 1 800—2 700 |
| Обыкновенного сопротивления | 4 000 | 2 200 | 1 300 | 1 300—2 000 |
| Пониженного сопротивления | 3 000 | 1 700 | 1 000 | 1 000—1 500 |

Приведенные в табл. 1 нормы относятся к общим нормальным и приведенным напряжениям; для касательных напряжений нормы д. б. уменьшены вдвое. Приведенные в табл. 1 нормы относятся к нагрузке, имеющей неизменный характер действия; для нагрузки же, имеющей статически-переменный характер действия, приведенные в табл. 1 нормы д. б. повышены умножением их на коэф., меньший единицы и равный $0,25 \left(3 + \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}} \right)$, где σ_{min} — минимальный и σ_{max} — максимальный по абсолютной величине пределы изменения действующих напряжений (+растяжение, —сжатие). Допускаемое напряжение при случайной нагрузке д. б. установлено в зависимости от степени случайности нагрузки в пределах норм, указанных в таблице (обычно принимается $\sigma_d = 0,8 \sigma_b$).

Табл. 2.—Общие нормы допускаемых напряжений для расчета заклепочных соединений судовых конструкций (в кг/см² сечения заклепки).

| Характер работы заклепки | Характер действия нагрузки | Характер изменения нагрузки | Характер клепки листов и заклепок | | | |
|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--|-------------------------|-------|
| | | | не чеканены | чеканены с одной стороны | чеканены с обеих сторон | |
| Сдвиг (трение) | Постоянная | Неизменная | τ_d | 500 | 800 | 1 000 |
| | | Статически-переменная | τ'_d | $\tau'_d = 0,25 \tau_d \left[3 + \frac{\tau_{min}}{\tau_{max}} \right]$ | | |
| | Случайная | Неизменная | τ''_d | 700 | 1 100 | 1 300 |
| | | Статически-переменная | τ'''_d | $\tau'''_d = 0,25 \tau''_d \left[3 + \frac{\tau_{min}}{\tau_{max}} \right]$ | | |
| На отрывах | Постоянная | Неизменная | σ_d | 1 200 | | |
| | Случайная | Статически-переменная | σ'_d | 1 600 | | |

При составлении таблицы предел упругого скольжения принят равным для заклепок и листов нечеканенных ок. 800 кг/см², для заклепок и листов, чеканенных с одной

стороны, ок. 1 300 кг/см² и для заклепок и листов, чеканенных с обеих сторон, ок. 1 600 кг/см²; предел упругости материала заклепки — ок. 2 000 кг/см²; опасное напряжение для случайной нагрузки берется на 1/3 больше опасного напряжения, принятого для постоянной нагрузки. Для местных напряжений в заклепочном соединении (для крайних единичных заклепок) допускаемое напряжение на сдвиг при нагрузках случайного характера и при нагрузках неизменных постоянного характера может превышать пределы упругого скольжения и доходить до 50% от временного сопротивления заклепки на срез. При расчете заклепок на отрывание помимо проверки прочности заклепок на отрывающее напряжение д. б. произведена проверка прочности частей конструкции на возможность отгибания соответствующих полок профилей. При динамически-переменных (ударных) нагрузках допускаемые напряжения назначаются, как для статически-переменной нагрузки, при условии, что расчетная нагрузка д. б. определена с учетом степени динамичности нагрузки.

Расчет прочности сварных швов. Если сварной шов должен удовлетворять условию достаточной прочности, то за расчетную нагрузку для него д. б. принята (как по величине, так и по характеру) нагрузка тех связей корпуса, к которым относится рассматриваемый шов. Если же шов должен удовлетворять не только условию достаточной, но и условию равной (с соседними частями корпуса) прочности, то расчетной нагрузкой для него должна служить нагрузка, вызывающая в материале связей опасное напряжение, причем вызываемое этой нагрузкой напряжение в шве должно быть равно опасному напряжению, установленному для данного типа сварного шва. Если сварной шов д. б. рассчитан на равную прочность с заклепочным швом, который он заменяет, то расчетной нагрузкой для него должна служить нагрузка, вызывающая опасное напряжение в заклепках заклепочного шва, причем вызываемое этой нагрузкой напряжение в сварном шве д. б. равно опасному напряжению, установленному для данного типа сварного шва. Напряжения в сварных соединениях д. б. относимы к расчетному сечению сварного шва, показанному в таблице типов сварных швов. В соответствии с этим при пользовании общими ф-лами строительной механики для определения напряжений следует в эти ф-лы вводить элементы указанного расчетного сечения сварного шва. При пользовании для расчета сварных швов ф-лами строительной механики, применяемыми для расчета прочности заклепочных соединений, следует в эти ф-лы вводить вместо приведенной ширины заклепочного шва, равной площади сечения заклепок, отнесенной к единице длины шва, расчетную толщину сварного шва. В случае применения прерывистой сварки расчетная толщина сварного шва д. б. уменьшена множителем на коэф. прерывистости, меньший единицы и определяемый из выражения: $k = \frac{a}{a+b}$, где a — длина непрерывного прохода шва, b — расстояние между проходами шва. Опасное напряжение (σ_0 или τ_0) для сварных швов д. б. назначено как нек-рая часть от временного сопротивления шва (σ_b или τ_b), а именно: для общих напряжений, неизменных по величине, опасное напряжение принимают равным 60% от временного сопротивления ($\sigma_0 = 0,6 \sigma_b$); для общих напряжений, меняющихся по величине, опасное напряжение определяют по ф-ле

$$\sigma'_0 = 0,15 \sigma_0 \left(3 + \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}} \right),$$

где σ_0 — опасное напряжение, определенное, как для напряжений неизменных по величине, σ_{min} и σ_{max} — минимальный и максимальный по абсолютной величине пределы изменения

действующего напряжения (+ растяжение, — сжатие). В случае наличия достоверных опытных данных о влиянии изменчивости напряжений на сопротивление сварных швов эти данные могут быть использованы вместо ф-лы. Для неизменных по величине местных напряжений нормы для опасного напряжения м. б. значительно повышены против нормы, установленной для общих напряжений. В этом случае об опасном состоянии сварного шва следует судить по признаку допустимости для него тех наибольших деформаций, к-рые могут появиться в шве при переходе местных напряжений за пределы, установленные для общих напряжений. Для местных напряжений, меняющихся по величине, упомянутое повышение норм не должно иметь места, чтобы избежать возможности появления местных трещин вследствие усталости сварного материала. Временное сопротивление сварного шва, служащее основанием при назначении норм для опасных напряжений, устанавливается по данным испытания на разрушение опытных образцов рассматриваемых типов сварных швов с учетом нижеследующих главнейших обстоятельств, могущих оказать отрицательное влияние на сопротивление сварных швов, изготовленных на месте: 1) уменьшения сопротивления шва благодаря наличию в нем первоначальных напряжений, происшедших вследствие явлений усадки при образовании сварного шва; 2) уменьшения сопротивления шва вследствие того, что условия работы по образованию его на месте могут оказаться худшими, чем были при изготовлении опытных образцов, в отношении удобства производства работы (например потолочная сварка и др.), качества электродов, подготовки поверхностей, подлежащих сварке, тщательности и правильности выполнения работы и др. Допускаемые напряжения при расчете прочности сварных швов на значаются как некоторая часть норм, установленных для опасных напряжений, обусловленная вводимым в расчет запасом прочности. В общем случае при нагрузках, имеющих постоянный характер действия, допускаемые напряжения должны составлять 60% и при нагрузках, имеющих случайный характер действия, — от 60 до 90% (в зависимости от степени случайности нагрузок) от норм, принятых для опасных напряжений. Из сопоставления изложенных выше оснований для выбора допускаемых напряжений следует, что допускаемое напряжение при расчете прочности сварных швов м. б. также определено по следующему выражению:

$$\sigma_0 = \sigma_0' \frac{0,6\sigma_s}{\sigma_k},$$

где σ_0 — допускаемое напряжение для расчета сварного шва, σ_s — временное сопротивление сварного шва, σ_k — критическое напряжение материала тех связей, к которым относится рассчитываемый сварной шов, σ_0' — допускаемое напряжение, принятое для материала тех связей, к которым относится рассчитываемый сварной шов. Нормы допускаемых напряжений для расчета прочности сварных соединений приведены в табл. 3.

При составлении табл. 3 принято: временное сопротивление сварного металла, отнесенное к расчетному сечению шва, работающего на растяжение, $\sigma_s = 3\ 000$ кг/см². Временное сопротивление сварного металла, отнесенное к расчетному сечению шва, работающего на сдвиг, $\tau_s = 2\ 400$ кг/см². В случае принятия иных норм для временного сопротивления, полученных на основании испытаний опытных образцов применяемых типов сварных

Табл. 3.—Общие нормы допускаемых напряжений для расчета прочности сварных соединений (в кг/см²).

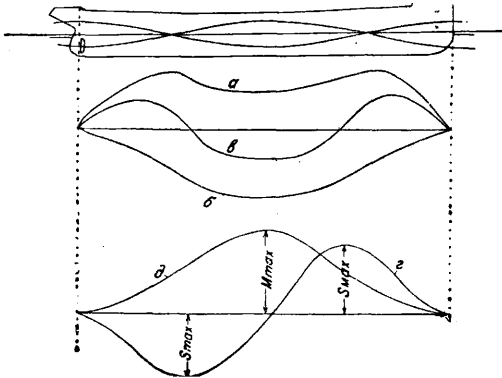
| Нагрузки | Характер изменения нагрузки | Растяжение, сжатие, изгиб | Сдвиг |
|------------|-----------------------------|--|--|
| Постоянная | Неизменная | $\sigma_0 = 1\ 100$ | $\tau_0 = 900$ |
| | Статически-переменная | $\sigma_0' = 270 \left[3 + \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}} \right]$ | $\tau_0' = 220 \left[3 + \frac{\tau_{min}}{\tau_{max}} \right]$ |
| Случайная | Неизменная | $\sigma_0'' = \sigma_0 \div 1,5$ | $\tau_0'' = \tau_0 \div 1,5$ |
| | Статически-переменная | $\sigma_0''' = \sigma_0' \div 1,5$ | $\tau_0''' = \tau_0' \div 1,5$ |

швов, допускаемое напряжение, указанное в таблице, должно быть пропорционально изменено. Указанные в табл. 3 допускаемые напряжения отнесены к расчетному сечению сварного шва.

Расчет общей продольной прочности. Корпус плавающего судна с точки зрения С. м. к. представляет собой клепаную балку переменного сечения, подвергающуюся действию вертикальных сил веса и давления воды; т. к. силы эти распределяются по длине корпуса по различным законам, то в каждом поперечном сечении корпуса появляются изгибающие моменты и срезающие силы, вызывающие в нем соответствующие напряжения; напряжения эти называются напряжениями от общей продольной прочности или напряжениями эквивалентного бруса; определение этих напряжений и проверка условий прочности продольных связей судна, принимая во внимание напряжения от местных нагрузок, и составляют задачу расчета общей продольной прочности. Расчет общей продольной прочности носит поверочный характер, так как, чтобы произвести его точно и в полном объеме, необходимо уже иметь все размеры рассчитываемого корпуса. Расчет общей продольной прочности разбивается на следующие три части: 1) вычисление изгибающих моментов и срезающих сил; 2) определение напряжений (расчет эквивалентного бруса); 3) проверка условий прочности.

1. Вычисление изгибающих моментов и срезающих сил. Силы, действующие на плавающее судно, т. е. веса грузов и давление воды, м. б. изображены в виде кривых, ординаты к-рых в известном масштабе представляют величину этих сил, приходящуюся на погонную единицу длины судна (фиг. 2). Кривая а, изображающая нагрузку от давления воды, называется кривой давления воды, или кривой сил поддержки; кривая б, изображающая нагрузку от веса, называется кривой веса; кривая в, ординаты к-рой представляют собой разность между ординатами кривой давления воды и кривой веса, называется кривой суммарной нагрузки, или просто кривой нагрузки, и представляет собой ту нагрузку, под действием к-рой судно изгибается. Очевидно, что интегральная кривая кривой нагрузки представит собой кривую э срезающих сил, а интегральная кривая э последней или, что то же, вторая интегральная кривая кривой нагрузки представит со-

бой кривую d изгибающих моментов. При вычислении продольной прочности иногда предпочитают, не строя кривой суммарной нагрузки, интегрировать кривые давления воды и веса отдельно и затем суммировать полученные результаты для получения кривых изгибающих моментов и срезающих сил. Выше предполагалось, что корабль находится в спокойном состоянии на тихой воде; срезающие силы и изгибающие моменты, полученные при таком предположении, называются срезающими силами и изгибающими моментами на тихой воде. Если корабль находится на волнении и получает качку, то к рассмотренным выше изгибающим силам прибавляются новые силы, появляющиеся благодаря изменению профиля действующей грузовой ватерлинии, силам инерции и силам сопротивления воды. Эти новые силы вызывают добавочные изгибающие моменты и добавочные срезающие силы, называемые изгибающими моментами и срезающими

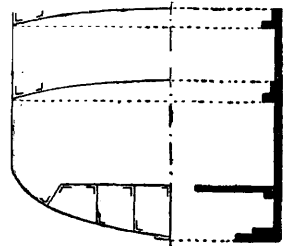


Фиг. 2.

щими силами от качки. Суммарные величины срезающих моментов (на тихой воде и от качки) называются срезающими силами и изгибающими моментами на волнении или при качке. Нахождение добавочных срезающих сил и изгибающих моментов от качки (расчет качки) требует большой вычислительной работы, поэтому часто находят возможным учитывать эти добавочные усилия от качки постановкой судна на волну; вычисления, сопровождающие постановку судна на волну, много проще и приводят к результатам, к-рые по сравнению их с результатами расчета качки оказываются в достаточной мере надежными. Прежде чем приступить к нахождению изгибающих моментов и срезающих сил, полезно знать заранее, хотя бы приблизительно, наибольшую величину изгибающего момента, для того чтобы проверить по ней размеры продольных связей мидель-шпангоута. Наибольший изгибающий момент обыкновенно выражается как некая часть от произведения водозмещения судна на его длину, т. е. $M_{max} = \frac{P \cdot L}{k}$; величина коэф-та k для нормальных типов морских судов обычно заключается между 20 и 30. Из вышеизложенного вытекает, что наибольшие действующие на корпус усилия получаются разными для положения корабля на вершине волны и положения корабля на подошве волны; эти наибольшие усилия обычно получаются разных знаков, причем усилия на вершине волны вызывают в палубе растяжение, а в днище — сжатие. Для расчета постановки корабля на волну или расчета

качки обычно принимают волну тригонометрической формы длиной, равной длине корабля, и высотой, равной $1/20$ длины, если не имеется более достоверных указаний относительно наибольших размеров тех волн, к-рым корабль может подвергнуться во время его службы. Для речных судов, не подвергающихся действию волн, наибольшие усилия при расчете их продольной прочности д. б. определены, исходя из наиболее неблагоприятных аварий, на которые они должны быть рассчитаны, как то: затопление тех или иных отсеков, постановка на мель и др. Для прочих пловучих сооружений наибольшие расчетные усилия определяют на основании рассмотрения и исследования характера работы этих сооружений, принимая те или иные допущения, к-рые однако не должны повести к отступлениям от действительности в опасную сторону. В тех случаях, когда не представляется возможным по недостатку исходных данных определить наибольшие расчетные усилия, приходится намечать их по сравнению с прочностью идентичных, уже существующих пловучих сооружений.

2. Определение напряжений (расчет эквивалентного бруса). Определение напряжений от общей продольной прочности по найденным наибольшим значениям изгибающих моментов и срезающих сил для разных сечений корпуса корабля производится по обычным ф-лам изгиба балок сложного профиля. При этом следует учитывать лишь такие продольные связи корпуса, которые тянутся непрерывно по всей длине или на значительной части длины корабля; продольные же связи, распределенные сравнительно на коротких участках (меньших высоты корабля), например различные фундаменты, подкрепления, части палуб между вырезами и т. п., лучше совершенно не вводить в расчет продольной прочности, т. к. влияние их на распределение напряжений в соответствующих сечениях корабля не м. б. учтено достаточно точно. Если площади сечений всех продольных связей, принимающих участие в сопротивлении продольному изгибу (точнее площади, умноженные на редукционные коэффициенты), сосредоточить у диаметральной плоскости (фиг. 3), не изменяя положения их по высоте, то получится сечение некоего бруса, эквивалентное, в смысле сопротивляемости его изгибу, рассматриваемому сечению корабля; брус, имеющий такое сечение, называется эквивалентным брусом; эквивалентный брус наглядно иллюстрирует



Фиг. 3.

распределение материала по сечению корабля с точки зрения участия его в сопротивлении изгибу корпуса. Если вычисленные по ф-лам изгиба сжимающие напряжения окажутся для некоторых связей сечения превосходящими их эйлерово напряжение, то в расчет следует ввести поправку, т. е. перейти к расчету во втором приближении и, учитывая в нем неполную степень жесткости этих связей корпуса; во втором приближении площади сечения связей д. б. соответственно уменьшены помножением их на редукционные коэф-ты, меньшие единицы и равные отношению эйлерова

напряжения связи к сжимающему напряжению в ней, полученному при расчете продольной прочности в первом приближении.

3. Проверка условий прочности. Проверка условия достаточной продольной прочности корпуса должна производиться для тех связей корпуса, в к-рых напряжения от общей продольной прочности, сложенные с напряжениями от местной прочности, получаются наибольшими. Такими связями являются верхняя палуба и днище, причем прочность днища, подвергающегося значительной местной нагрузке от давления воды, должна быть проверена в тех сечениях, в которых суммарные напряжения получаются наибольшими; так как напряжения в днище от давления воды оказываются разных знаков на наружной обшивке и на внутреннем дне и в сечениях у поперечных переборок и между ними, то проверку прочности днища приходится производить для всех указанных точек днища. Для проверки условий прочности служит ф-ла, вытекающая из общих правил, изложенных выше, и учитывающая изменения напряжений при положении корабля на вершине и на подоше волны:

$$1,0, 2\sigma_k \left(3 + \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}} \right) \geq \sigma_{max}$$

где σ_k — критич. напряжение материала; $\pm \sigma_{max}$ и $\pm \sigma_{min}$ — суммарные напряжения от общей и местной прочности на вершине или на подоше волны (+ растяжение, — сжатие).

Расчет местной прочности корпуса. Расчет местной прочности заключается в проверке прочности всех тех частей корпуса, которые подвержены действию местных нагрузок, имея в виду, что для частей корпуса, принимающих участие в общей продольной прочности, напряжения от местной нагрузки д. б. учтены при проверке общей продольной прочности, как об этом сказано выше. Расчет местной прочности подразделяется на следующие главнейшие части: 1) расчет наружной обшивки, 2) расчет внутреннего дна, 3) расчет набора днища, 4) расчет набора бортов, 5) расчет палуб и платформ, 6) расчет непроницаемых переборок. Все эти части корпуса рассчитываются на давление воды, к-рое действует на них или постоянно, т. е. при нормальной службе корабля, или же случайно, т. е. во время производства испытания водонепроницаемости корпуса, или во время возможных аварий. Постоянно действующая нагрузка принимается равной давлению столба воды высотой до грузовой ватерлинии; случайно действующая нагрузка принимается равной давлению столба воды, высота к-рого устанавливается разной по длине корпуса; для средней трети длины корабля высота столба воды принимается до половины надводного борта, для оконечностей она увеличивается постепенно до полной высоты надводного борта. Для частей корпуса, не подверженных непосредственному давлению воды (части борта, палубы, надстройки), расчетная нагрузка принимается условно равной давлению столба воды высотой от 0,3 до 0,5 м. Прочность частей борта, подверженных действию удара волн, проверяется особо, преимущественно методом сравнения с плавающими однотипными кораблями. Расчет на р ж н о й об ш и в к и. Определение напряжений и деформаций в наружной обшивке, вызываемых давлением воды, производится применением к условиям каждого частного случая ф-л, полученных в общей

части С. м. к. в отделе изгиба тонких пластин, причем по характеру изгиба листы наружной обшивки подходят к изгибу жестких пластин. Расчет в н у т р е н н е г о д н а. Так как листы настила внутреннего дна подвергаются действию лишь случайной нагрузки во время испытания или аварий, то проверку их прочности производят по ф-лам и таблицам для гибких пластин, т. е. допуская сколько угодно большие перенапряжения на опорных кромках. В связи с этим толщина настила внутреннего дна обычно определяется не условием прочности, а назначается на основании практич. требований относительно стойкости против изнашивания и др. При расчете общей продольной прочности напряжения в листах внутреннего дна от местной нагрузки не учитывают, т. к. нагрузка эта имеет случайный характер действия. Расчет н а б о р а д н и щ а. После установления той или иной системы набора днища, расчет его, т. е. определение усилий, действующих на отдельные части набора днища, и напряжений, вызываемых в них этими усилиями, производится по ф-лам и таблицам, полученным в общей части С. м. к. для изгиба и устойчивости балок и перекрытий; балками перекрытия служат стрингеры и шангоуты; внастил перекрытия — наружная обшивка и внутреннее дно. Стрингеры, идущие непрерывно, т. е. пересекающие поперечные переборки, являются многоопорными балками, однако для упрощения расчета обычно их принимают за р а з р е з н ы е на переборках, полагая для них опорные моменты порядка 50% от полной опоры закрепления. При продольной системе набора корпуса рамные шангоуты днища, а при поперечной системе набора корпуса все шангоуты днища являются продолжением соответствующих шангоутов борта и бимсов палуб; указанные связи корпуса в этом случае образуют рамы, к-рые м. б. рассчитаны приложением ф-л и методов для расчета жестких рам (см.). Расчет н а б о р а б о р т о в. Набор днища вне двойного дна и набор бортов представляют собой или части упомянутых выше рам или являются в виде перекрестных связей б. или м. сложной системы, в зависимости от принятой системы набора всего корпуса. Вопрос о характере закрепления отдельных балок набора (шангоутов и стрингеров) и их взаимной работе д. б. обследован в каждом частном случае с учетом всех местных условий, причем для упрощения расчета часто приходится принимать известные допущения, к-рые однако не должны приводить к ошибкам в опасную сторону. Горизонтальные составляющие давления воды на обе половины шангоута уравниваются между собой или непосредственно на днище и палубах или, в случае широких или снабженных вырезами палуб, на поперечных переборках, передаваясь на них через посредство палуб. Что касается вертикальных составляющих давления воды, то они, сосредоточиваясь на вертикальных стенках борта, отчасти уравниваются весом расположенных в рассматриваемом сечении грузов, главным же образом передаются стенками борта на поперечные переборки; т. о. реакциями для вертикальных составляющих давления воды будут касательные напряжения в поперечных сечениях, ограничивающих промежуток рассматриваемого шангоута. Имея в виду отмеченное участие стенок борта в изгибе шангоутов, можно считать, что в опорных

сечениях шпангоута составляющая реакция по направлению касательной к борту целиком поглощается этим последним, и следовательно достаточно позаботиться лишь о поглощении составляющей реакции по какому-либо иному направлению (обычно по направлению бимсов палуб). Расчет палуб и платформ. В зависимости от назначения, положения и конструкции палубы прочность ее приходится рассчитывать на следующие усилия: а) Усилия от общей продольной прочности, появляющиеся в палубах, как в поясках эквивалентного бруса. б) Усилия от давления воды во время испытания водонепроницаемости или от нагрузки толпой людей для тех палуб, водонепроницаемость которых не испытывается. (Нагрузка толпой людей считается эквивалентной весу столба воды высотой в 0,5 м.) в) Усилия, получающиеся от собственного веса палубы; эти усилия оказываются малыми по сравнению с усилиями от давления воды и при расчете палуб их можно совершенно не учитывать. г) Усилия от веса находящихся на палубах распределенных грузов, например перевозимый груз, уголь в горизонтальных угольных ямах, артиллерийские и провизионные запасы в артиллерийских и провизионных погребах и т. п.

Что касается сосредоточенных грузов большого веса, то установка их требует специальных подкреплений. По отношению к усилиям от общей продольной прочности палубы являются тонкими пластинами (настилка палуб), подкрепленными ребрами (набор палуб), опирающимися на жесткий контур (переборки и борта) и подверженными растягивающим и сжимающим нагрузкам в их плоскости; необходимая степень обеспечения устойчивости палубы определяется желательной величиной участия ее в работе эквивалентного бруса. Определение устойчивости настилки и набора палуб производится по ф-лам и таблицам, служащим для определения устойчивости пластин и балок. По отношению к усилиям от давления воды палубы представляют собой перекрытия, передающие равномерно распределенное давление на пиллерсы, переборки и борта судна; расчет настилки палуб на эти усилия производится по ф-лам и таблицам тонких пластин; что же касается палубного набора, то расчет его производится согласно общей теории изгиба призматич. брусьев, причем нагрузка, приходящаяся на отдельные части набора, определяется, как для балок перекрытия. Усилия от веса находящихся на палубах грузов обычно передаются на палубный набор; в этом случае палубная настилка принимает участие в работе палуб лишь в качестве верхних поясков балок набора, к-рые рассчитываются согласно общей теории изгиба призматич. брусьев; если же вес распределенных по палубе грузов передается на набор палуб через настилку (напр. уголь в горизонтальных угольных ямах), то настилка рассчитывается как тонкая пластина под давлением столба воды, соответствующего весу распределенного груза. В случае длинных бимсов, подкрепленных большим числом пиллерсов, точный расчет бимсов как многоопорных балок на упругих опорах осложняется трудностью определения жесткости опор; поэтому, принимая во внимание сравнительно небольшой вес бимсов, обычно довольствуются грубым расчетом, считая бимсы разрезными на опорах, но несколько понижая получающуюся при таком предположении величину

наибольшего изгибающего момента; напр. при равномерно распределенной нагрузке на бимс наибольший изгибающий момент принимают равным от $\frac{1}{8}ql^2$ до $\frac{1}{10}ql^2$, где q —нагрузка на погонную единицу, а l —длина пролета бимса. В случае же коротких бимсов обычно пользуются более точным расчетом, считая бимсы неразрезными и принимая во внимание степень жесткости опор. К и ц ы, крепящие бимсы палуб к шпангоутам или к стойкам переборки, рассчитывают, исходя из условия, чтобы момент сил трения заклепок, крепящих кницу к бимсу или к стойке, был бы равен моменту пары, вызывающей в профиле бимса или в профиле стойки (если стойка слабее бимса) напряжения, равные пределу упругости материала. В случае же не главных палуб или неудобства постановки больших книц следует рассчитывать кницы лишь на опорные реакции, допуская этим нек-рый поворот опорных сечений бимсов; при этом допускаемое напряжение при расчете заклепок д. б. взято с тем же запасом прочности, к-рый принят для расчета бимсов. П и л л е р с ы. При расчете пиллерсов на сжатие или растяжение за допускаемое напряжение принимается обычный процент от предела упругости в зависимости от характера нагрузки, при расчете же на устойчивость эйлерово напряжение пиллерса по отношению к допускаемому напряжению должно быть приравнено временному сопротивлению. Прочность креплений пиллерсов к палубам должна соответствовать прочности самих пиллерсов на сжатие или растяжение. Р а с ч е т н е п р о н и ц а е м ы х п е р е б о р о к. Непроницаемые переборки представляют собой перекрытия, передающие давление воды (по трапеции или треугольнику) на жесткий опорный контур (днища, борта, палубы, переборки другого направления); пластинами этих перекрытий являются листы переборки, а поддерживающими связями—набор ее. Исходными величинами для расчета переборки являются размеры и форма опорного контура, высота воды при испытании водонепроницаемости и величины допускаемых напряжений; по этим заданиям необходимо определить систему набора переборки, толщину листов ее и конструкцию и размеры балок набора и рассчитать заклепочные соединения набора и листов переборки. Выбор той или иной системы набора переборки обуславливается требованием уменьшения ее веса, принимая во внимание условия каждого частного случая, как то: а) необходимость использовать набор переборки для подкрепления ее против различных усилий помимо давления воды (при постановке в док, при установке артиллерии и т. п.); б) необходимость создать достаточно жесткие опоры для балок тех перекрытий, для к-рых переборка служит опорным контуром, так напр., бимсы палуб или части набора днища в местах притыкания их к переборке должны встречать стойки ее; в) необходимость сообщить листам переборки достаточную устойчивость против сдвигающих и сжимающих напряжений, развивающихся в них при различных условиях ее работы (при постановке в док, при стрельбе из орудий); г) возможность создать опорные пары закрепления стоек переборки в местах встречи этих стоек с балками палубного и днищцевого набора; д) возможность использовать легкие платформы в качестве усиленных балок или опорных контуров для переборки; е) огра-

нение вследствие недостатка места высоты профиля балок набора и т. п. При отношении ширины переборки к высоте ее, больше двух, вопрос о выборе системы набора отпадает, так как наиболее выгодным является расположение связей в вертикальном направлении, в равном расстоянии друг от друга; при отношении ширины к высоте, меньшем двух, выгода одних вертикальных связей уменьшается, и становится целесообразным вводить перекрестные горизонтальные связи. Что касается расстояния между балками набора переборки, то максимальная величина его определяется из условия прочности листов переборки при выбранной минимальной толщине их; в действительности же расстояние это приходится назначать несколько меньшим с целью удовлетворить требованиям, приведенным выше. Выбор толщины листов переборки с точки зрения прочности листов переборки на давление воды на них следует смотреть, как на тонкие пластины конечной жесткости, ограниченные прямоугольным контуром (балки набора) и нагруженные давлением воды. Характер изгиба этих пластин может сколько угодно близко подходить к характеру изгиба вполне гибких пластин, т. е. в листах переборки можно допускать перегиб (надлом) их по опорным кромкам, о безопасности же листа судить лишь по напряжениям, появляющимся на наружной поверхности листа в средней части его; в виду случайного характера внешней нагрузки и полной определенности ее напряжения это можно доводить до предела упругости материала и даже несколько выше, но обычно принимаемая норма для этого напряжения равна 80% от предела упругости. В связи с этим толщина листов переборки с точки зрения прочности их на давление воды могла бы быть взята крайне незначительной и гораздо меньшей той, которая необходима для прочности переборки при постановке судна в док и для стойкости листов против ржавления. Т. о. минимальная толщина листов переборки определяется расчетом поперечной прочности судна при постановке в док и желаемой степенью стойкости против ржавления, прочность же листов на давление воды проверяется после того, как будет установлено расстояние между балками набора переборки, как об этом было сказано выше. Расчет балок набора переборки. Определение внешней нагрузки, проходящей на каждую из балок набора переборки, и величин опорных реакций производится, как для связей перекрытий, нагруженных давлением воды по трапеции или треугольнику; определение конструкции и размеров сечений балки производится согласно общей теории изгиба призматич. брусьев и брусьев переменного сечения.

Расчет прочности заклепочных швов, т. е. расчет прочности заклепочных соединений по пазам и стыкам листов, входящих в состав судового корпуса, рассматривается с точки зрения местной прочности или же общей их прочности; под местной прочностью разумеется прочность заклепочного соединения по стыкам какого-либо листа, рассматривая его независимо от других, прилегающих к нему связей судового корпуса; под общей прочностью разумеется прочность заклепочных соединений целых связей или группы связей корпуса, составленных из отдельных листов, скрепленных друг с другом по пазам и

стыкам заклепками. Критерием прочности при расчете швов является или условие достаточной прочности или условие равной прочности; при расчете на достаточную прочность заклепочное соединение швов рассчитывается лишь на то усилие, которое действительно нагружает данную связь; при расчете же на равную прочность заклепочное соединение рассчитывается на то наибольшее усилие, которое может выдержать данная связь. Местная прочность швов. Условие равной прочности очевидно будет удовлетворено в том случае, если при растяжении листа одно и то же растягивающее усилие будет вызывать опасные напряжения как в самом листе, так и в его заклепочном соединении; при этом за опасное напряжение для листа следует принять предел упругости материала σ_k^* , за опасное напряжение для заклепок—предел упругости скольжения τ_k . Условие это выражается следующим ур-ем

$$(e-d)t \cdot \sigma_k = n \frac{\pi d^2}{4} \tau_k, \quad (6)$$

где e —шаг заклепок, d —диаметр, t —толщина листа, n —число рядов заклепок (односрезных); в случае работы заклепок на двойной срез n в ф-ле помножают на два. Для расчета заклепочного соединения на равную прочность по отношению к касательным напряжениям нужно в уравнении (6) вместо σ_k подставить критическое касательное напряжение, равное $0,5\sigma_k$, или Эйлерово касательное напряжение τ_s , если $\tau_s < 0,5\sigma_k$. Заклепочные соединения частей корпуса, подвергающихся действию местных нагрузок, рассчитываются лишь на достаточную прочность их, обусловленную величиной действующей нагрузки и принятой для этой части корпуса величиной запаса прочности. Условие достаточной прочности будет удовлетворено, если при действующих на лист усилиях напряжение в заклепках не превзойдет допустимого напряжения. Условие это выражается следующим ур-ем:

$$e t \sigma_i = n \frac{\pi d^2}{4} \tau_0, \quad (7)$$

в котором σ_i —действующее в листе напряжение, τ_0 —допускаемое напряжение в заклепках. Толщина стыковых планок при расчете на достаточную прочность определяется следующим выражением:

$$t_1 = \frac{e}{e-d} \cdot \frac{\sigma_i}{\sigma_0} t, \quad (8)$$

где σ_0 —допускаемое нормальное напряжение для планки.

В случае двусторонних планок толщина их берется в два раза меньше. В случае действия на лист скальзящих усилий в ур-иях (7) и (8) вместо σ_i следует подставить действующее в листе касательное напряжение, а вместо σ_0 —допускаемое касательное напряжение. Общая прочность заклепочных швов. При расчете швов на равную общую прочность следует исходить из условия, чтобы ослабление продольных связей корпуса от присутствия стыков было бы не больше неизбежного ослабления связей по линиям заклепок, скрепляющих их с частями поперечного набора (со шпангоутами, бимсами и поперечными переборками). Если условие это будет удовлетворено для всех главных продольных связей корпуса, то тем более оно окажется

* При сжатии листа за опасное напряжение следует принять Эйлерово напряжение листа σ_0 , если $\sigma_0 < \sigma_k$.

удовлетворенным по отношению ко всему корпусу. Для расчета на равную прочность заклепочных швов судового корпуса следует все главные продольные связи его разбить на ряд отдельных, по возможности однородных связей и каждую такую связь просчитать по приведенной выше схеме. Например днище корпуса следует разбить на отдельные связи, состоящие из стрингера и прилегающих к нему листов наружной обшивки и внутреннего дна; верхнюю палубу следует разбить на связи, составленные из однородно расположенных поясов и т. п. Приведенная выше схема расчета швов на равную прочность применяется лишь для тех связей корпуса, напряжения в к-рых от общей продольной прочности достигают величины допускаемого нормального напряжения, т. е. для крайних связей эквивалентного бруса. Прочность швов всех остальных связей следует рассчитывать лишь на достаточную общую прочность их по отношению к тем усилиям, которые получают в них от общей продольной прочности. Условие достаточной прочности швов состоит в том, что увеличенные вследствие присутствия стыков напряжения в сечениях связи не должны превосходить величины допускаемого нормального напряжения, а в заклепках, принимающих участие в сопротивлении сечений, — величины допускаемого напряжения на трение заклепки.

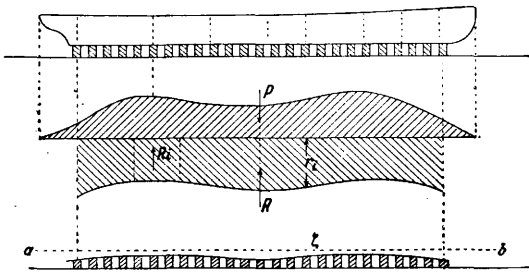
Расчет подкреплений. Подкрепления имеют целью создать достаточно жесткие опоры для тех установок, к-рые передают на корпус корабля внешние сосредоточенные усилия и собственный вес, напр. орудийные установки, рубки, механизмы, котлы, стеллажи, кнехты, битенги и т. п. Для удовлетворения этой цели подкрепления должны обладать достаточной прочностью, чтобы воспринять на себя реакции установок и передать их на те главные связи корпуса, прочность которых по отношению к величинам этих реакций не внушает опасений. Главными связями корпуса, на к-рые должны быть переданы внешние усилия, являются переборки, борта и палубы, обладающие очень большой жесткостью по отношению к усилиям, действующим в их плоскости. Т. к. эти жесткие связи корпуса, а также и сами подкрепления, передающие эти усилия, в общем случае располагаются в плоскостях, параллельных диаметральной поперечной и горизонтальной плоскостям, то представляется наиболее удобным разложить все внешние усилия по направлению этих плоскостей и привести их к трем силам и трем парам, взяв за точку приведения ц. т. сечений тех болтов или заклепок, к-рые крепят установку к подкреплению. После этого определяют реакции подкреплений от каждой из полученных таким образом составляющих сил и пар и рассчитывают прочность подкреплений на сложное сопротивление. Конструкция подкреплений обыкновенно осуществляется в виде системы балок, опорами для к-рых служат главные связи корпуса, т. е. палубы, переборки и борты; выбор той или иной схемы расположения балок подкреплений и опор для них производится в зависимости от местных условий каждого частного случая, исходя из требования достаточной прочности всей конструкции и условия наименьшего ее веса и занимаемого места. При расчете нек-рых подкреплений необходимо учитывать помимо веса установки и непо-

средственно действующих на нее внешних усилий также влияние крена корабля и сил инерции при качке. Движение корабля во время качки при этом раскладывают на вращательное движение около оси, проходящей через его ц. т., и на поступательное движение по круговой орбите, диаметр к-рой равен высоте волны (предполагая, что размеры корабля малы по сравнению с размерами волны). Оба эти движения обладают известными ускорениями, благодаря к-рым во всех частях корабля проявляются силы инерции, вызывающие в связях, крепящих эти части, добавочные напряжения от сил инерции.

Для частей корабля, обладающих большей массой или далеко отстоящих от оси вращения, силы инерции получаются настолько значительными, что пренебрежение ими могло бы вызвать разрушение связей, крепящих эти части; поэтому при расчете таких связей, как фундаменты под котлы и механизмы, подкрепления под боевые рубки, мачты и т. п., необходимо учитывать добавочные напряжения от сил инерции. Наиболее сложной разновидностью судовых подкреплений являются подкрепления на военных кораблях под палубные и башенные артиллерийские установки. Эти подкрепления в С. м. к. рассматриваются особо вследствие большого отличия их как по характеру работы, так и по конструкции от всех других видов судовых подкреплений. Главными отличиями их от других видов подкреплений помимо многих специальных, предъявляемых к ним требований являются весьма большие действующие на них усилия при выстреле из орудий, а также динамический характер действия этих усилий.

Расчет прочности при постановке в док. Прочность корпуса коммерч. судов обычно оказывается вполне обеспеченной при постановке их в док даже по чисто «мальтийскому способу», т. е. на одну лишь килевую дорожку, без добавочных боковых клеток. Для нек-рых, сравнительно более широких и имеющих более легкую конструкцию речных судов постановка их в док требует проверки общей и местной прочности корпуса с целью установить те или иные ограничения и требования, касающиеся принятой системы постановки их в док. Для военных кораблей благодаря облегченной до предела конструкции подводной части их корпуса, а также большому весу механизмов вооружения или бронирования и сосредоточенному расположению этих весов расчет прочности корпуса при постановке в док является обязательным при постройке судна, имея целью установить наиболее простую систему постановки в док, не затрудняющую производство обычных доковых работ и допускающую производство капитального и аварийного ремонта подводной части корпуса. Такой расчет часто приводит к необходимости устройства добавочных подкреплений нек-рых частей конструкции корпуса или даже целесообразности введения специальных конструкций, облегчающих постановку судна в док. При постановке в док корпус корабля претерпевает следующие деформации: изгиб в продольном направлении (продольная прочность); изгиб (и срез) в поперечном направлении (поперечная прочность); деформацию связей корпуса, воспринимающих внешние силы, т. е. реакции дока (местная прочность). Величины перечисленных выше деформаций зависят от

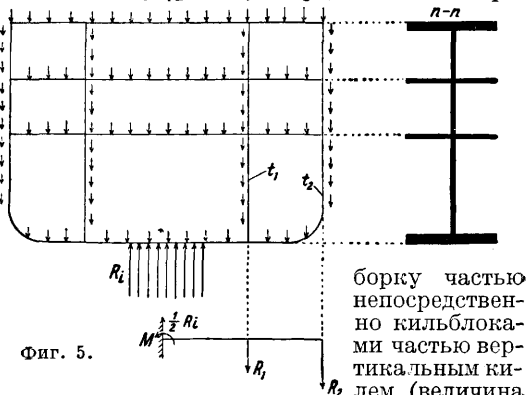
величины и закона распределения вызывающих их внешних сил, т. е. от величины и закона распределения сил веса и реакций дока. Величина и закон распределения сил веса известны: величина этих сил равна весу корабля, закон распределения их по длине корпуса выражается ординатами кривой веса. Что касается реакции дока, то известны лишь величина и положение равнодействующей этих реакций, равной и прямо противоположной равнодействующей сил веса, закон же распределения реакций дока неизвестен. Закон распределения реакций дока м. б. найден методом последовательных приближений, принимая корпус корабля за упругую балку, нагруженную распределенной нагрузкой и лежащую на упругом основании; при этом для упрощения задачи обычно считают днище корпуса по всей площади его, соприкасающейся с кильблоками, абсолютно жестким по отношению к давящим усилиям от реакций кильблоков, а жесткость основания (кильблоков) по всей длине его — одинаковой. При постановке в док корпус корабля под влиянием распределенных сил веса P и сил реакций дока R изгибается, как упругая балка, лежащая на упругом основании (фиг. 4), причем линия килля примет форму упругой кривой такой балки, а весь корпус займет такое положение, при котором равнодействующая реакций дока R окажется равной и прямо противоположной равнодействующей сил веса P . При этом стрелки прогиба корпуса ζ , считая их от первоначальной линии килля $a-b$, и соответствующие им ординаты кривой реакций дока r_i будут находиться между собой в зависимости, определяемой жесткостью кильблоков. Легко видеть, что разыскание закона распределения реакции дока, при котором стрелки прогиба корпуса находились бы



Фиг. 4.

в определенном соотношении с этими реакциями, возможно лишь методом последовательных приближений; определение упругой кривой в данном случае удобнее производить, пользуясь графиком методом. Продольная прочность корпуса проверяется по наибольшему изгибающему моментам, получаемым при вычислении реакций дока в последнем приближении; проверка прочности сечения корпуса производится подобно тому, как и при расчете общей продольной прочности. Для проверки местной прочности стенок связей корпуса, воспринимающих и передающих давления кильблоков, необходимо тщательно проследить по чертежам корпуса путь, по которому давления кильблоков передаются на части корпуса, уравнивающие эти давления с силами веса (на поперечные переборки). Поперечная прочность корпуса осуществляется исключительно его поперечными переборками с прилегающими к ним частями па-

луб и днища (влияние шпангоутов пренебрежимо мало). Поперечная переборка с точки зрения работы ее в поперечной прочности корпуса представляет собой крайне высокую балку, нагруженную симметричной нагрузкой; нагрузка на эту балку состоит из реакции кильблоков R_i (фиг. 5), переданной на пере-



Фиг. 5.

борку частью непосредственно кильблоками частью вертикальным килем (величина

этого усилия равна площади кривой реакций, ограниченной двумя ординатами, проведенными посредине расстояний до смежных переборок), и сил веса, передающихся на переборку от части непосредственно от расположенных вблизи переборки грузов, главным же образом (около 80%) продольными вертикальными связями корпуса, принимающими участие в общей продольной прочности корпуса (бортом и продольными переборками); величина сил веса, приходящая на каждую поперечную переборку, очевидно равна величине реакции кильблоков, полученной расчетом, — R_i ; в общем случае нагрузку на поперечную переборку от сил веса можно считать приложенной в местах главных (R_1 и R_2) продольных вертикальных связей корпуса и распределенной пропорционально толщине этих связей близ нейтральной оси (t_1 и t_2). В виду полной симметрии в расположении связей и в нагрузке достаточно рассмотреть одну половину переборки, считая ее как балку с закрепленным концом и нагруженную сосредоточенными силами, как было сказано выше; стенкой этой балки служат листы переборки, а поясками — прилегающие к переборке части палубы и днища. Найдя элементы сечения переборки и наибольший изгибающий момент, следует проверить прочность ее по нормальному напряжению, принимая допускаемое напряжение равным 60% от предела упругости материала. Для обеспечения прочности стенки переборки против сдвига и обеспечения ее устойчивости касательное напряжение в стенке не должно превосходить 500 кг/см² и должно быть в 2—3 раза меньше ее Эйлерова касательного напряжения; при этом для вычисления касательного напряжения в стенке можно принять равномерное распределение его по всей площади ее сечения.

Лит.: Бубнов И., Строительная механика корабля, ч. 1 и 2, СПб, 1914; его же, Дополнение к курсу строительной механики корабля, Л., 1930; Боров И., Конспект лекций по строительной механике корабля, Л., 1926; Панкович П., Курс строительной механики корабля, ч. 1 и 2, Л., 1931; Шиманский Ю. и Гарденин М., Справочная книга для корабельных инженеров, Л., 1916; Шиманский Ю. и Сиверцев В., Расчет прочности железобетонных плывучих сооружений, Л., 1932; Шиманский Ю. и Першин, Расчет подкреплений под палубные артиллерийские установки, Л., 1932; Скрибаня А., Вычисление продольной крепости корабля, пер. с итал., СПб, 1906; Дальман В., Прочность судов, пер. с

нем., М., 1934; П и ц к е р Ф. О прочности корабля, пер. с нем., СПб, 1913; Справочник по судостроению, Л., 1933 (печатается); Ц е х а н о в и ч В., Буд вельна механика стального и деревянного корабля, Одесса, 1928; Murray A., Strength of Ships, L., 1916; Dahlmann W., Festigkeit d. Schiffe, B., 1925; Pietscher F., Festigkeit d. Schiffe, B., 1912; Schilling W., Statik d. Bodenkonstruktion d. Schiffe, B., 1925; Н о в г а а р д W., Structural Design of Warships, L., 1915; R o b b A., Studies in Naval Architecture, Strength Rolling, L., 1927; T h o m a s J., The Strength of Ships, London, 1918.

Ю. Шиманский.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, вещества и материалы, применяемые при возведении различного рода зданий и сооружений. С. м. применяются в их естественном виде или после соответствующей обработки, связанной с изменением физич. вида, строения, а также и состава. Все большое разнообразие С. м. в основном исчерпывается ниже помещаемой классификацией их. Классификация эта охватывает все виды С. м. и содержит восемь отделов.

Отдел первый обнимает каменные С. м., которые делятся на естественные и искусственные. Естественные каменные материалы в свою очередь делятся на изверженные и осадочные горные породы (табл. 1). Изверженные горные породы, представляя остывшую огненножидкую магму земли, обладают плотным кристаллич. строением, что обусловило их высокую механич. прочность, высокий объемный вес и большой коэф. теплопроводности, благодаря к-рым они относятся к неэффективным С. м., т. к. трудны по добыче, тяжелы, трудоемки в строительных процессах. В результате этого при возведении зданий являются только облицовочными и отделочными материалами, но зато нашли самое широкое применение в инженерных сооружениях и в дорожно-мостовом деле. Из пород вулканических необходимо выделить вулканич. туфы, а из последних особенно артыскский, обладающий высокими технич. свойствами как эффективный стеновой С. м. Осадочные породы охарактеризованы по их особенностям. Большинство их имеет применение в качестве материала для одежды дорог, шоссе, мостовых и в инженерных сооружениях, а также является сырьем при производстве многих вяжущих веществ и в меньшей степени применимо для кладки стен и других целей. Из всех осадочных пород выделяется известняк, а также кварцит, представляющий собой хороший эффективный стеновой материал. Рыльские горные породы представлены всеми разновидностями. Из всех них д. б. выделены меза, диатомит и трепел, нашедшие самое широкое применение в изготовлении современных искусственных теплобетонных камней для стен промышленных и жилых зданий. Искусственные каменные материалы (табл. 2) обнимают только те из них, к-рые получаются путем обжига. Сюда вошли все виды С. м., изготовляемых из различных сортов глин, чистых или подмешанных, соответственно обрабатываемых и обжигаемых и относимых к изделиям грубой керамики. Из стеновых материалов обращают внимание все виды легковесных сплошных и пористых жженных кирпичей как обладающие эффективными свойствами.

Отдел второй заключает все виды вяжущих веществ как воздушных, так и гидравлических (табл. 3), а также все разновидности растворов (табл. 4). Вяжущие вещества представлены все от самых слабых и до сложнейших с весьма высокой прочностью. Из них

работают внимание получаемые просто, на базе местных источников сырья и с использованием отбросов металлургических и энергетических производств.

Отдел третий охватывает искусственные безобжиговые каменные материалы, получаемые путем пропарки или без таковой (табл. 5). Сюда входит силикатный кирпич, все разновидности современных теплобетонных камней как с минеральными, так и органич. волокнистыми заполнителями и искусственные пористые камни—пено- и газобетоны. В этом отделе обращают на себя внимание теплобетонные (особенно крупноблочные) камни, представляющие хороший эффективный стеновой С. м. как для несущих груз конструкций, так и для заполнений скелетных и каркасных систем.

Отдел четвертый обнимает термозоляционные С. м. и дает характеристику главных их представителей (табл. 6). Производство большинства из них сравнительно несложно и ведется на различных отходах как строительной индустрии, так и других отраслей промышленности, а также на местном сырье и сравнительно несложных вяжущих веществах.

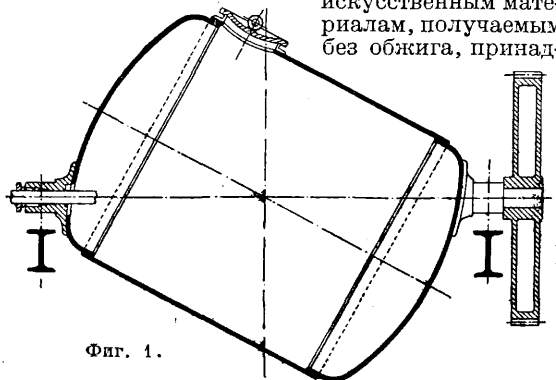
Отдел пятый включает все разновидности изоляционных материалов (табл. 7): битумные, битумоподобные С. м., асфальтовые бетоны и битуминозные рулонные изоляционно-кровельные материалы. Все перечисленные материалы находят широкое применение в дорожно-мостовом деле, при изоляции от воды фундаментов зданий и других сооружений, а также при покрытии кровель деревянных и других зданий.

Отдел шестой обнимает материалы различного назначения, к к-рым относятся все виды строительных красок, лаков, обоев, линолеум и строительное стекло (табл. 8).

Отдел седьмой включает лесные С. м., куда входят круглый лес, брусья, пиленный, колотый лес (табл. 9).

Восьмой отдел (табл. 10) под названием металл. С. м. охватывает разновидности строительного железа и ряд изделий из ходовых цветных металлов.

Строительные материалы каменные безобжиговые. К строительным искусственным материалам, получаемым без обжига, принадлежат:



Фиг. 1.

лежат: силикатный кирпич, шлаковый кирпич, силикат-органики, теплобетонные камни, газо- и пенобетон и др. Силикатный кирпич изготовляется путем тесного смешения и пресования смеси кварцевого песка с гашеной известью и последующего ее отвердевания в запарочном котле. Песок д. б. кварцевым (не менее 85% SiO_2) крупностью 0,2—5 мм, с угловатыми зернами и не иметь вредных примесей.

Табл. 1.—Естественные каменные строительные материалы.

| Наименование С. м. | Основное сырье | Состав и особенности сырья | Способ переработки | Главные свойства продукта | Область применения |
|----------------------------------|---|--|---|--|--|
| Изверженные горные породы | | | | | |
| Гранит и гнейсы | Медленно остывшая на глубине земной коры огненножидкая магма земли | 42—69% полевого шпата, 20—40% кварца и 5—20% слюды, роговой обманки | Трудно добывается, хорошо обрабатывается, принимает шлифовку | Плотнокристаллич. порода; тв. 6—8; сжатие 1 000+3 000 кг/см ² ; коэф. теп. сжатия. $\lambda \sim 3,0$; об. вес 2 600+2 800 кг/м ³ | Для фундамента, лестниц, облицовки, брусчатки и в дорожно-мостовом деле |
| Сиенит | То же | Очень мало содержит кварца | То же | Сжатие 1 300+1 800 кг/см ² ; остальное то же | То же |
| Диорит | То же | Ок. 75% плагиоклаза и 25% роговой обманки; не содержит кварца | То же | Сжатие 1 800+2 400 кг/см ² ; остальное то же; тв. 5—6 | В дорожно-мостовом деле |
| Трахит | Быстро остывшая на земной поверхности огненножидкая магма земли | Полевой шпат с роговой обманкой, слюда и авгит | Нетрудно добывается и легко обрабатывается | Пористого строения; тв. ~ 8 ; сжатие 600—800 кг/см ² ; об. в. 2 200 кг/м ³ ; $\lambda=1,8$ | То же |
| Базальт | То же | Полевой шпат, авгит, оливин, вулканич. стекло | Трудно добывается и обрабатывается, принимает полировку | Весьма плотного строения; тв. 6—8; сжатие 1 000+3 000 кг/см ² ; $\lambda=2,0$; об. в. 2 700 кг/м ³ | Для ступеней, брусчатки и в дорожно-мостовом деле |
| Плавленный базальт | Базальт | То же | Расплавление в мартеновских печах при t° выше 1 300°, отливка и медленное охлаждение | Сжатие 3 000 кг/см ² ; кислото- и щелочупорен, термически стоек | Для брусчатки, облицовки, ступеней, электроизоляции, труб и др. |
| Диабаз | То же | Полевой шпат, роговая обманка, авгит | То же | Кристаллич. зернист. строения; тв. 5—3; сж. 1 000+3 000 кг/см ² ; об. в. 2 800 кг/м ³ | То же |
| Плавленный диабаз | Диабаз | То же | Тот же, как и для плавленного базальта | Сжатие свыше 3 000 кг/см ² ; кислото- и щелочупорен, термически стоек | То же |
| Вулканич. туф | Быстро остывшая лава, насыщенная газами, и пепел вулканов, впоследствии уплотненные | $\sim 65\% \text{SiO}_2$, 17% Al_2O_3 , имеет включения полевого шпата | Легко добывается и весьма легко обрабатывается | Мелкопор. строения; тв. 2—3; сжатие 83 кг/см ² ; $\lambda = 0,26$; об. в. 1 100 кг/м ³ | Эффект. стеновой материал; мелочь как гидр. добавка |
| Осадочные породы | | | | | |
| Известняк плотный | Продукт отложения в водных бассейнах разрушенных известковых и др. пород совместно с остатком организмов этих бассейнов | 94—100% CaCO_3 , остальное глина и другие примеси | Нетрудно добывается и обрабатывается | Плотного строения; тв. 2,5—3,0; сжатие 70+800 кг/см ² ; $\lambda=2,0$; об. в. 2 600 кг/м ³ | Для дорожно-мостового дела, неэффект. стеновой материал, сырье для изгот. известки |
| Мергельный известняк | То же | 80—94% CaCO_3 , остальное глина; часть CaCO_3 м. б. замещена MgCO_3 | То же | То же | То же и сырье для гидр. известки |
| Мергель | Продукт совместного отложения в водных басс. известк. и глинистых пород | 50—80% CaCO_3 , 50—20% глины, часть CaCO_3 замещается MgCO_3 | Сравнительно легко добывается, но почти не допускает обработки | Плотного строения; сжатие 500+650 кг/см ² ; $\lambda=1,06$; тв. $\sim 2,0$ | Сырье для роман- и портл.-цемента |
| Известковый туф | Продукт выпадения из углекислых минер. источников растворен. CaCO_3 | 95—99% CaCO_3 | Легко добывается и обрабатывается | Крупнопор. строения; тв. 2,5—2,8; сжатие $\sim 66+150$ кг/см ² ; об. в. 1 600 кг/м ³ | Для украшений и стенов. материал |

| | | | | | |
|--------------------------------------|--|---|---|---|--|
| Известняк-ракушечник | Скопление створок раковин, связанных углекислым кальцием | 90—100% CaCO ₃ , остальное примеси | То же | Мелко- и крупнопор. строения; сжатие 25—60 кг/см ² ; λ=0,30; об. в. 1 300 кг/м ³ | Эффективный стеновой материал для облегченных конструкций |
| Мрамор | Перекристаллизов. глубин. чистые известняки под действием высоких t° и давл. | 95—100% CaCO ₃ в виде кристаллов кальцита | Трудно добывается, хорошо обрабатывается, шлифуем | Плотнокристалл.; тв. 2,6—2,8; сж. ~ 500÷2 000 кг/см ² ; λ=2,50; об. в. 2 700 кг/м ³ | Для облицовки, ступеней и т. п.; неэффект. стеновой материал |
| Песчаник | Кварцев. зерна, связанные естеств. цементом и впоследствии уплотненные | Зерна кварца и цементирующ. вещество | Трудно добыв., не поддается обработке | Неоднородного строения; λ=1 2.; об. в. 2 200 кг/см ² ; сж. 60 ÷ 420 ÷ 1 500 кг/см ² | В дорожно-мостовом деле |
| Кварцит | Скопление сросшихся зерен кварца | Кварц | Трудно добыв., поддается обработке | Плотнокристалл.; тв. ~ 7; сж. 300 ÷ 2 000 кг/см ² ; λ=1,5; об. в. 2 700 кг/м ³ | Сырье для диасового огнеупора, кирпича |
| Глинистые сланцы (кровельный сланец) | Уплотненные мелкие продукты разрушенных горных пород | Частицы, обломки слюды, кварца, полевого шпата, связ. ест. цементом | Легко расщепляется на плиты | Тонко слоист.; тв. 3; сж. 600—900 кг/см ² ; об. в. 2 700 кг/м ³ | Естеств. шифер для покрытия кровель |

Рыхлые горные породы

| | | | | | |
|--------------|---|---|-----------------------------------|--|--------------------------------------|
| Земля, грунт | Поверхности. слой земн. коры | Все виды почвы с 9—13% влаги | Легко обрабатывается | Об. в. 1 800 кг/м ³ ; λ=1,10 | Для землестных построек |
| Глины | Продукт выветрив. полево-шпатовых пород | Каолинит и различные примеси | То же | То же | Для глинобитных построек |
| Песок | Мелкие зерна разрушенных пород | Зерна кварца, вулканич. стекла и других пород | Очень легко добывается | Об. в. 1 600 кг/м ³ | Для растворов и отощающих добавок |
| Гравий | Более крупные зерна (5—40 мм) | Обломки различных пород | То же | То же | Холодный заполнитель бетона |
| Галька | Еще более крупные обломки, обточенные водными потоками | То же | То же | Об. в. 1 800—2 200 кг/м ³ | То же |
| Диатомит | Скопление кремнекислых панцирей микроорганиз., впоследствии уплотн. | Аморфная SiO ₂ , загрязненная глинистыми примесями | Очень легко добывается | Легко растирается; λ=0,10; об. в. 500—1 200 кг/м ³ | Гидравлич. добавка |
| Трепел | Скопление кремнекислых пер. зерен | То же | То же | То же | То же |
| Опока | Сильно уплотн. кремнекислые остатки | То же | Легко добывается | Сильно пористая; тв. 4—5; λ=0,15÷0,2; об. в. 1 100 кг/м ³ | Заполнитель теплобетона |
| Пемза | Быстро остывшая верхняя часть лавы, обильно насыщенная газами | До 70% SiO ₂ , включения полев. шпата, слюды, вулк. стекла | Легко добывается и обрабатывается | Губчато-поздреватая; сж. 8—12 и 20—70 кг/см ² ; λ 0,1÷0,2; об. в. 350—550—750 кг/м ³ | То же |
| Асбест | Продукт превращения амфиболовых и роговообманковых пород | 14% MgO, 44% SiO ₂ , 13% воды и примеси | Нетрудно добывается | Волокнистый; растяжен. 40—80 кг/см ² ; тв. 3—3,5; λ=0,1—0,13; об. в. 1 000 кг/м ³ | В производстве асбоцементных изделий |

Табл. 2.—Искусственные обжиговые каменные материалы.

| Наименование С. м. | Основное сырье | Состав и особенности сырья | Способ переработки | Главные свойства продукта | Область приме- нения |
|---|--|---|---|--|---|
| Обыкновен. строит. кирпич (сплошной) | Поверхностные легкоплавкие и ту- гоплавкие жирные и тощие глины | Умеренно-пластичная глина без добавки песка или пластич. с добавлением песка (10—30%) | Формовка по мокрому или полу- сухому способу, высушив. и об- жиг при 950—1 020° | Сжат. 60—120—200 кг/см ² ; λ=0,70; об. в. 1 800 кг/м ³ ; водопогл. 8—20% | Неэффективный стеновой мате- риал |
| Кирпич полый | То же | То же | То же | Об. в. 1 400 кг/м ³ | Стеновой матер. |
| Черепица гончарная | То же | То же | То же | Водопогл. ~ 16%; помаяющ. груз 70 кг/см ² возд.-сух. и 60 кг/см ² насыщ. состояние | Для покрытия кровель |
| Дренажные трубы | Поверх. глины, дос- таточно отощенные | Умеренно пластич. глины, со- держ. CaCO ₃ | То же | — | Для дренажа |
| Кирпич пористый | То же, что и для обыкн. строит. кир- пича | Умеренно-пластичная глина с до- бавкой др. опилок (25—50%) | Формовка по мокрому или полу- сухому способу, высушив. и об- жиг при 960° | Сжат. 20—60 кг/см ² ; λ=0,3; об. в. 1 200—1 400 кг/м ³ ; водопогл. 20÷22% | Эффективный стен. материал |
| Печной кафель и стенные плитки с эмал. глазурию | Мергельные глины или смесь обыкн. с мелом | Глины с содерж. ~ 25% CaCO ₃ или с добавкой мела | Формовка, сушка и обжиг при 850—900° | — | Для облицовки печей и стен |
| Кирпич легкий сплошной | Диатомит и трепел или смесь их с глиной | 75—80% диатомита, трепела и 25—20% глины | Формовка с допрессовкой, сушка, обжиг при 1 000° | Сжат. 20—100 кг/см ² ; λ=0,1—0,3; во- доп. 30—50%; об. в. 1 000—1 200 кг/м ³ | Эффективный стен. материал |
| Кирпич легкий пористый | Диатомит и трепел или смесь их с глиной | 75—80% диатомита, трепела и 25—20% глины с добавкой опилок | То же | Сжат. 20—70 кг/см ² ; λ=0,1—0,2; во- доп. 30—70%; об. в. 600—1 200 кг/м ³ | То же |
| Термоизоляционный кирпич | Диатомит или тре- пел | Диатомит или трепел с добавкой опилок | То же | Сжат. 5—20 кг/см ² ; λ=0,01—0,1; во- доп. 70%; об. в. 230—600 кг/м ³ | Для термоизо- ляции |
| Кирпич мостовой, клинкер, плиты тротуарные | Тугоплавк. обыкн. глина с добав. низш. огнеупорн. | Тугоплавк. обыкновен. глина с добавл. низш. огнеупорн. | Полусухая прессовка и обжиг при 1 130—1 250° | Сжат. 400—1 000 кг/см ² ; водопогл. 4%; об. в. 1 900 кг/м ³ | Для тротуаров и мостовых |
| Искусствен. пемза (керамзит) | Низкоплавк. глины с добавкой руды | Глины, богатые плавнями, с до- бавкой железной руды (3—7%) и опилок | Формовка и обжиг при 1 120— 1 150° | Сжат. 20—22 кг/см ² ; об. в. 400—1 200 кг/м ³ | Заполнитель для теплобетона |
| Метлахские поло- вые плитки | Огнеупорн. глины низшие и полевого шпата | Низшие огнеупорные глины и 5—10% полевого шпата | Полусухая прессовка и обжиг при 1 260—1 300° | Твердость 7; водопогл. 0—2% | Для полов |
| Каменно-керамич. трубы с солян. гла- зурию | Тугоплавк. обыкн. и низш. огнеупорн. глины | Соответствующ. глины с добав- кой полевого шпата | Полусухая прессовка и обжиг при 1 250—1 280° | Водопогл. 4%; устойчивость против действия кислот и щелочей | Для канализац. и сточных вод |
| Огнеупорные ша- мотные кирпичи | Огнеупорная гли- на и шамот | 60% огнеупорной глины, 40% шамота | Полусухая прессовка и обжиг при 1 300—1 400° | Пористость 16—28%; λ=1,0—1,2; об. в. 1 850 кг/м ³ | Для футеровки обжигат. печей |
| Огнеупорн. дина- сов. кирпичи | Кварцит или кварц | 97% кварцита, 3% CaO | Полусухая прессовка и обжиг при 1 410—1 500° | Об. в. 1 800÷1 900 кг/м ³ ; λ=1,0—1,7 | Для футеров. ме- таллург. печей |
| Огнеупорные магне- зит. кирпичи | Магнезит | Магнезит | Полусухая прессовка и обжиг при 1 700° | Об. в. 2 800 кг/м ³ ; λ=4÷7 | То же |

Табл. 3.—Вязущие вещества.

| Наименование С. м. | Основное сырье | Состав и особенности сырья | Способ переработки | Главные свойства продукта | Область применения |
|--|--|---|--|---|---|
| Воздушные вязущие вещества | | | | | |
| Воздушная известь | Чистые или доломитизирован. известняки | 91—100 % CaCO_3 и 0—6 % глинист. вещ.; часть CaCO_3 может замещаться MgCO_3 | Обжиг в камерных, шахтных или вращающихся печах при 1000—1100° до удаления CO_2 | От воды распадается в порошок, дает строит. растворы, медленно твердеющие и небольшой прочности | Для строит. растворов и слож. вязк. веществ хол. и тепл. |
| Штукатурный гипс (алебастр) и формов. гипс | Двуводный природный гипс | $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и примеси | Обжиг в шахтных и вращ. печах или в варочных котлах при 120—200° с перемолом в порошок | Имеет быстрое схватывание и достаточную прочность | Для выделки гипсовых плит и добавок к штукатурн. известк. раствору |
| Ангидритовый цемент | Двуводный гипс или ангидрит | $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ или CaSO_4 | Обжиг при 400—750° и перемол с добавками или перемол ангидрита с теми же добавками | Обладает механич. прочностью, близкой к портланд-цементу, схватывается нормально | Для строит. растворов, легк. армиров. бетонов и т. п. |
| Гипсовый цемент | Двуводный природный гипс | $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | Перемол гипса с добавками | Дает растворы с песком хорошей прочности | Для строит. растворов и т. п. |
| Гидравлический гипс | Двуводный гипс или ангидрит | $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ или CaSO_4 | Обжиг при ~1200° или перемол ангидрита с CaO (~2 %) | Высокая мех. прочность, водоупорен, кислотоупорен | Для строит. растворов и бесшовных полов |
| Каустический магнезит | Природный магнезит | ~90 % MgCO_3 и примеси: 3—5 % CaCO_3 и др. | Обжиг при 750—850° и тонкий перемол | Затворяется с раствором MgCl_2 или MgSO_4 , твердеет на воздухе | Для получения цемента Сореля, фибролитов и т. п. |
| Гидравлические вязущие вещества | | | | | |
| Гидравлическая известь | Мергелистые известняки | 80—91 % CaCO_3 ; 20—6 % глинист. веществ; до 20 % CaCO_3 м. б. замещено MgCO_3 | Обжиг не до спекания (до 1000—1100°) | От воды распадается в порошок, дает гидравлич. тесто и раствор, схватыв. и твердеет медленно | Для гидравлич. строит. растворов |
| Роман-цемент | Природные известковые или магнезальные глинистые мергели | 50—75 % CaCO_3 ; 50—25 % глинистых вещ.; до 20—30 % CaCO_3 может замещаться MgCO_3 | Обжиг не до спекания при 800—900° и тонкий перемол | Быстро схватывается, твердеет медленно на воздухе и в воде | То же |
| Портланд-цемент (марки 0 и 00) | Известняк (мел) и глина (домен. осн. шлак), натуральн. мергели, высокоизвестк. и глинистые мергели | В смеси 76—80 % CaCO_3 и остальное глина; MgCO_3 не более 4,5—5,0 %; гидромодуль 1,7—2,4; силик. модуль более 1,7 | Сухой или мокрый способ подготовки сырья, обжиг до спекания при ~1500° и тонкий перемол с доб. гипса (2 %) | Нормально схватыв., дает большую мех. прочность, твердеет на воздухе и в воде | Для гидравлич. строит. растворов, бетонных и железобетонных сооруж. |

Табл. 3. - Вяжущие вещества.

(Продолжение.)

| Наименование С. М. | Основное сырье | Состав и особенности сырья | Способ переработки | Главные свойства продукта | Область приме- нения |
|---|---|---|---|---|---|
| Высокосортный портланд-цемент (000) | Известняк (мел) и глина (шлак), мер- гели | Более высокий % CaCO_3 ; высокий гидромуль; не содержит MgCO_3 | Мокрый способ; более глубокий обжиг в печи и тончайший перемол с доб. гип- са (3%) | Нормально схватыв., вы- сокая механн. прочность в первые дни твердения | Для гидравлич. и для особенно ответ- ственных сооруж. |
| Асбоцемент | Портл.-цемент и волокнистый асбест | 85—90 % портланд-цемента и 15—10 % асбеста | По способу изготовления бумажного картона | Огнеустоек; $\lambda=0,19-0,22$ | Для покрыт. крыш (этернит), асботру- бы для воды, нефти |
| Рудный цемент | Известняк (мел), глина и добавка же- лезной руды | То же, что и для портл.-цем. с увелич. % Fe_2O_3 | То же, что и для портл.-цемента (0 и 00) | Свойства портл.-цем. (0 и 00), но устойчив в мине- рализов. водах | Преимущ. для соор- ужений в морск. и минер. водах |
| Глиноземистый цемент | Боксит и извест- няк | Смесь с содерж. 40 % Al_2O_3 ; 35 % CaO ; 10 % SiO_2 и др. | Сухой способ подготовки сырья, об- жиг до спек. и плавт. и тонч. перемол | Норм. схв., высокая мех. прочн. уже через сутки, устойчив в морск. водах | Для специальн. и ответств. сооруж. |
| Вяжущие вещества, получаемые смешением извести с гидравлическими добавками | | | | | |
| Известково-пуц- цол.-цементы | Воздушная известь и гидравт. добавки | 10—30 % возд. извести и 90—70 % гидр. добавки | Совместный перемол в тонкий порошок | Медленное схватывание, неввысок. механ. прочность | Для строит. раств. при кладке и теп- лобетон. камней |
| Известково-диа- том. и трепельно- вяж. вещество | Воздушн. известь, диатом. трепел | 20—50 % извести и 80—50 % диатомита и трепела | Совместное перемеш. порошка диатом. и трепела с пушонкой или известкового диатом. и трепельн. теста | То же | То же |
| Глинит-цемент | Воздушн. известь, обож. глина | 15—30 % воздушной извести и 85—70 % обож. при 700—800° глины | Совместный перемол в тонкий порошок | Норм. схватыв., дает проч- ность, близкую к портл.- цементу | То же |
| Известково-золя- ный цемент (изоль-цемент) | Воздушн. известь, зола камен. угля и горюч. сланц. | 20—50 % воздушной извести и 80—50 % зола | То же | Подобен известково-пуц- цол. цементу | То же |
| Известково-шла- ковый цемент | Воздушн. известь и гран. осн. домен. шлак | 10—30 % воздушн. извести и 90—70 % гран. осн. домен. шлага | То же | Подобен известково-пуц- цол. цементу | То же |
| Вяжущие вещества, получаемые смешением портланд-цемента с гидравлическими добавками | | | | | |
| Шлако-портланд- цемент | Клинкер портл.- цемента и гран. ос- нов. домен. шлага | 30—85 % гран. осн. домен. шлага и 70—15 % клинкера портл.-цем. | Совместный перемол в тонкий порошок | Замедленное схват. и пер- вонач. твердение, устойчив в минер. водах, прочн. близка к портл.-цем. | Для спец. сооруж. и для теплых раств. и теплобетон. камн. |
| Пудцолановый портл.-цемент | Клинкер портл.- цемента и кислые гидравлич. добавки | 70—50 % клинкера портл.-цемент. и 30—50 % кисл. гидр. доб. | То же | То же | То же |

Табл. 4.—Строительные растворы.

| Наименование С. м. | Основное сырье | Состав и особенности сырья | Способ переработки | Главные свойства продукта | Область применения |
|---|---|--|---|---|---|
| Холодные растворы | | | | | |
| Известковый раствор | Возд. известь, песок и вода | 33—20—15 % возд. изв. и остальн. песок и вода | Перемешив. вручную или механич. перед употреблением | Медленное схват. и твердение, незначит. прочность | Для кладки с нагрузкой 6 кг/см ² и для штукатурки |
| Раствор из гидравлич. извести | Гидравлич. известь, песок и вода | 33—20 % гидравл. изв. и остальн. песок и вода | То же | Медленное схват. и твердение, прочность выше | Для кладки с нагрузкой 8 кг/см ² и для штукатурки |
| Раствор из роман-цемента | Роман-цемент, песок и вода | 25—15 % роман-цемента, песок и вода | То же | Быстрое схват. и тверд., прочность еще выше | Для кладки с нагрузкой 10 кг/см ² и для штукатурки при нагрузке 8 кг/см ² |
| Раствор из портл.-цемента | Портланд-цемент, песок и вода | 33—20 % портл.-цем.; 67—80 % песка; 12—20 % воды | То же | Нормальн. схват., высокая прочность | Для всех видов кладки, бетона и железобетона |
| Смешанные растворы | Портл.-цемент, известь, песок и вода | 1 ч. портл.-цем.; 0,5—2 ч. изв. теста; 5—10 ч. песка и воды | То же | Прочность значительно выше известк. раств. | Для кладки и штукатурки |
| Растворы на известково-диатомовых вяжущих веществах | Возд. известь, диатомит, трепел, песок и вода | 30—25 % изв.-диатом. вяж. веш. и 70—75 % песка и воды | Перемешив. вручную или механич. перед употреблением | Медленное схватывание и твердение | Для кладки, штукатурки и искусств. камней |
| Теплые растворы | | | | | |
| Теплые растворы | Вяжущие вещества (простые или сложные) и легкий тепл. наполнитель | 1 ч. вяж. веш. и 2 1/2—3 ч. легк. тепл. заполн. (гранул. шлан, кот. шл., пермза и туф. мелочь или органич.—опилки, торф и т. п.) | Тесное перемешивание заполнителя и вяж. вещества | Сжатие 10 кг/см ² ; объемный вес 1 000—1 200 кг/м ³ | Для кладки, штукатурки и искусств. теплобетон. камней |

Табл. 5.—Искусственные безобжиговые каменные материалы.

| Наименование С. м. | Основное сырье | Состав и особенности сырья | Способ переработки | Главные свойства продукта | Область применения |
|----------------------------|---|---|--|---|--|
| Силикатный кирпич | Кварцевый песок и воздушная известь | 90—92 % кварц. песка и 10—8 % воздушной извести | Сухая прессовка и запарка под давлением 8 атм | Сжат. 120 кг/см ² ; λ=0,80; об. в. 1 800 кг/м ³ ; водопогл. 10—15 % | Стеновой материал |
| Силикат-органики | Известково-диатом. вяж. вещ. и органич. волокон. заполнители | 1 ч. извести; 2—3 или 4—5 ч. диатомита молотого; 5—6 или 3—4 ч. опилков, стружки и т. п. и воды | Тесное перемешив. с водой, разлива по формам, холодное тверд.—воздушное или под давл. 9 атм, запарка | Сжат. 6—40 кг/см ² ; λ=0,1—0,50; об. в. 350—1 500 кг/м ³ ; водопогл. 20—100 % | Эффект. стеновой материал для 1—3-этаж. зданий, переборок, перекрытий и т. п. и для каркасных систем |
| Теплобетонные камни | Вяж. вещ. (простые или сложные) и минеральн. или органич. заполнители легкие теплые | 1 ч. вяж. вещ.; 1,5—2,2 ч. трепела и диатом.; 7—11 ч. щебенки и теплового заполнит. | Тесное перемеш. с водой до пластич. или жестк. состояния и последующ. пропарив. при атм. давл. или без пропарив. (холодн.) | Сжат. 15—60 кг/см ² ; λ=0,10—0,31; об. в. 450—1 500 кг/м ³ ; водопогл. 3—10 % | Эффективный стен. материал для многотажн. зданий, для каркасн. систем, переборок, перекрытий |
| Кислородобетонные камни | Гидравлич. вяжущие вещества, минеральный заполнитель и органический заполнитель | 1 ч. гидр. вяж. вещ.; 3 ч. опилков и 5—6 ч. шлака | Тесно перемешивают с водой, формуют и выдерживают для окончания схватывания и лучшего твердения | Сжатие 15—35 кг/см ² ; об. вес 1 000—1 300 кг/м ³ λ=0,3—0,4 | Та же, что и теплобетонных камней |
| Пенобетон | Портл.-цемент и пенообразователь | 180 ч. портл.-цемента; 1 ч. эмульсии тяжелого мыла и 80 ч. воды | Тщательное перемешивание и разлива по формам | Сжат. 5—16 кг/см ² ; λ=0,1—0,25; об. в. 300—600 кг/м ³ ; легко обрабатывается, водостоек, огнестоек | Для перекрытий и термоизол. и т. п. |
| Газобетон | Портл.-цемент, известь, алюм. пыль | 10 ч. портл.-цемента; 1 ч. извести; 0,3 % алюм. пыли и 5—6 % воды | Цем. тесто и известк. тесто с алюм. пылью быстро перемешив. и разливается по формам | Сжат. 7—40 кг/см ² ; λ=0,16—0,27; об. в. 500—1 200 кг/м ³ ; остальные свойства те же | То же |
| Силикальцит | Известь, песок и молотый песок | Точных данных нет | Тесно перемешивают с водой, формуют и запаривают в автоклавах | Обладает большой прочностью, но мало еще исследован | В качестве стенового и дорожного материала |
| Цементно-песчаная черепица | Портланд-цемент и песок | 1 ч. портланд-цемента и 2—3—5 ч. песка | Тщательно смешивают с водой, формуют с трамбованием; хранится 2—3 недели | На излом не менее 35 кг/см ² ; морозостойкость 12-кратная при -17°C; водопоглощаемость не более 12 % | В качестве кровельного материала |

Табл. 6. — Термоизоляционные материалы.

| Наименование С. м. | Основное сырье | Состав и особенности сырья | Способ переработки | Главные свойства продукта | Область применения |
|--|---|---|---|---|--|
| Фибролит магни-альный | Каустич. магнезит, хлорист. или сернокисл. магни и древесн. стружка (шерсть), костра, кенаф | 90÷105 ч. каустич. магнез.; 45—55 ч. $MgCl_2$; 140÷200 ч. стружки (шерсти); 8 ч. $FeSO_4$ (раствор) | Тщательное перемешивание, прессование и выдерживание в камерах для схватыв. и твердение в сушильных камерах | Сжат. β —11 $кг/см^2$; $\lambda=0,06—0,15$; об. в. 250—450 $кг/м^3$; удобообрабатываем | Для отопления, термоизоляции и материал для окон, дверей |
| Фибролит силикатный | Изв.-треп. вяж. вещ. и дрв. стружка (шерсть) | 95 ч. изв. негаш.; 95 ч. трепела; 170÷230 ч. дрв. шерсти и воды 475 л | Тщательное перемешивание, прессов., запарка при 8 atm и высушивание | То же | То же |
| Соломит | Солома и железн. проволока | Ржаная или пшеничная солома, длинная, не сбита | Соломен. маты, стянут. проволокой, прессуются | $\lambda=0,039—0,05$; об. в. 180÷220 $кг/м^3$; подвержен гниению, повреждению грызунами | Для отоплен. стен, перекрыт., переборок и врем. построк |
| Камышит | Камыш и железн. проволока | Камыш зрелый, эластич., зимней сборки | То же | $\lambda=0,06$; об. в. 220÷300 $кг/м^3$; может пораняться домовыми грибами | То же |
| Гипсолитов. плиты и доски (алебастр) с заполнит. | Штукат. гипс и заполнитель | 40—50 % штук. гипса; 60—50 % песка, гравия, шлака или 50 % торф-сфагн., опилон, кенафа, костры и воды | Затворяют алебастр. тесто и вмещивают заполнитель в формы | Об. в. 1 100—1 200 $кг/м^3$ (шлак); об. в. 900 $кг/м^3$ (опилки); об. в. 800—850 $кг/м^3$ (кенаф); об. в. 700—750 $кг/м^3$ (торф) | Для переборок жилых зданий и т. п. |
| Армирован. алеб. (диферент) | Алебастр и камыш | 1 об. камыша; 0,6 об. алебастра; 50 % воды | То же | Изгиб 25 $кг/см^2$; $\lambda=0,31$; об. в. 700—750 $кг/м^3$ | Для черных потолков, полов, переборок жилых зданий |
| Листовой алебастр | Алебастр, бумага и заполнитель | 0,9—0,95% алебастра; 0,05÷0,1% шлаков. песка (древесн. муки), плотной бумаги и воды | В форму на увлажн. бумагу наливают алебастр. раствор и сверху покрывают бумагой и сушат при 40° | Изгиб до 65 $кг/см^2$; об. в. 120—1 400 $кг/м^3$ | Для обшивки деревян. констр., потолков и т. п., сухая штукатурка |
| Ксилолит | Цемент Сореля и древесн. опилки | ~7,2 ч. MgO ; 6—5 ч. опилон, вода, 3,5 ч. $MgCl_2$, 0,5 ч. тальна, 0,5 ч. асбеста и 1,0 ч. краски | Тщат. перемешив., помещают в формы, прессуют (до отвердев.) и высушивают | Сж. ~100 $кг/см^2$ и выше; об. в. 1 400 $кг/м^3$ и выше; $\lambda=0,3$; пилится, строгаются; огнестоек | Для полов, плиток и сплошных набивок |
| Морозин | Отбросы обработки льна, щелочь (известь) | Костра и подметь, каустич. натр и вода | Обрабатывается одной щелочью, прессуется и высушивается | $\lambda=0,043—0,052$; об. в. 220—340 $кг/м^3$ | Для термоизоляции стен, потолков, перекры. и т. п. |

Табл. 6. — Термоизоляционные материалы.

(Продолжение.)

| Наименование С. м. | Основное сырье | Состав и особенности сырья | Способ переработки | Главные свойства продукта | Область применения |
|--------------------|--|--|---|--|--|
| Шевелин | Угары льняного производства и водонепроницаемая бумага | Очесы и пакля льна обработанные и водонепрониц. бумага | Обработ. волоконно перекладывают водонепрониц. бумагой, простегивают в ленты (рулоны) | $\lambda=0,037-0,05$; об. в. 145 кг/м ³ | Для термоизоляции стен, потолков, перекрыт. и т. п. |
| Торфолеум | Торф-сфагнум | Торф-сфагнум | Торф-сфагнум прессуют, высушив. и запек. при 150—160° | $\lambda=0,05-0,03$; об. в. 150—250 кг/м ³ | Для утепления наружн. стен зданий, звукоизоляции и т. п. |
| Торфофанера | Плиточный волокон. торф-сфагнум и фанера | — | Волокон. торф-сфагнум высушив., прессуют и заключ. между фанерами в жесткую раму | $\lambda=0,045$; об. в. 240 кг/м ³ | Для теплых заполнений, перекрыт., щитов сборн. констр. и т. п. |
| Асбосурит | Трепел и асбест | 75 % треп. и 25 % асб. низких сортов | Тесное перемешив. в однородн. порошок | $\lambda=0,08-0,09$; об. в. 500—600 кг/м ³ | Для термоизоляции горяч. поверхности |
| Асбестит | Белая глина и мелк. волоконна асбеста | 65 % белой глины и 35 % асбеста | Глину высушив., перемая. и перемеш. с асбестом | — | То же |
| Торфяная засыпка | Волокон. торф | — | Волокон. торф дробят и высушивают | Об. в. 150—250 кг/м ³ ; $\lambda=0,05-0,07$ | Для утепления и термоизоляции |
| Пробковые плиты | Пробковая кора и вяж. вещ. | — | Измельч., пропитыв. вяж. вещ. и прессуют | $\lambda=0,042-0,05$; об. в. 50—200 кг/м ³ ; изгиб 4—8 кг/см ² | Для термо- и звукоизоляции |
| Инсорит | Солома и известковое молоко | Солома, 10%-ное известковое молоко | Солому режут, замачивают в известковом молоке, обрабатывают по холодному или горячему способу до состояния клейкой массы, которую отпрессовывают в плиты и высушивают | Об. вес. 250—500 кг/м ³ (холодный способ) и 500—1 000 кг/м ³ (горячий способ); изгиб 80 кг/см ² ; растяжение 40 кг/см ² ; влагоемкость до 57%; $\lambda=0,039-0,044$ | Для термоизоляции и утепления стен, потолков, переборок и пр. |
| Арборит | Дерево | Дерево | Дерево измельчают и обрабатывают подобно соломе для инсорита, но без доступа воздуха при 1°200—240°, в виде отпрессованных плит | Изгиб до 350 кг/см ² ; $\lambda=0,042-0,049$ | Для термоизоляции и других целей |

Табл. 7.—Изоляционные материалы.

| Наименование С. М. | Основное сырье | Состав и особенности сырья | Способ переработки | Главные свойства продукта | Область применения |
|---|--|---|---|--|--|
| Битумные строительные материалы | | | | | |
| Битумы | Горная смола и пропитан. битумом горн. породы | Тверд., жидк. смесь углеводородов и их производн. | Нагревание асфальтовых пород и отделение битума | Полно или частично растворяется в CS_2 и др. растворит. | В строительстве |
| Асфальт | Тесная смесь битума с тонко распредел. минеральн. вещ. | ~56 % битума, ~44 % минер. веществ | — | Размягчается при 89° | То же |
| Асфальтовые породы | Горные породы, пропитанные битумом | 3—15 % битума | Измельчен. в асфальт. порошок, служат для прессов., трамбован. асфальта | Нагретые до 110—140° при прессов. или укатке дают плотную непрониц. поверхн. | Для тротуаров, улиц, дорог и т. п. |
| Асфальтовая мастика | Смесь асфальтов. порошка и битума | Добавка к асфальтовому порошку 10—15 % чистого битума | Расплавл. битум перемеш. с асфальт. порошк. при 180—230° и разливают в формы | Дают плотную водонепрониц. поверхность | Устройство дорог, полов, тротуаров и т. п. наливным способом |
| Клебемасса | Каменноугольные или нефтяные битумы; мягкий и твердый асфальты | 50 % мягкого и 50 % твердого асфальта | Для толя—добавка пена в каменноугольную смолу; для рубероида—варка мягких и твердых асфальтов | Не должна сильно разжижаться при нагревании и трескаться при t° ниже 0° | Для склеивания кусков толя (рубероида) или для наклейки на крыши |
| Нефтяные асфальт. битумы | Нефть | Углеводороды, близкие к асфальтовым битумам | Вязкие продукты после отгонки паром легколетучих продуктов и смаз. масел | Консистенция от жидкой до твердой хрупкой | Заменяют природные асфальтовые битумы |
| Битумоподобные материалы | | | | | |
| Смола (деготь) | Кам. уголь, горюч. сланцы, торф и разные дров. породы | Вязкожидкий прод. с сильно полимеризов. хим. соед. | Деструктивный перегонка указанных топлив | Вязкожидкий продукт | Для изоляции |
| Асфальтовый бетон | Асфальтов. вязк. вещ., песок, щебень | 9—12 % битума; 30—45 % песка; 45—60 % щебня | Перемешивание при нагрев. щебня, песка, битума и асфальт. мелк. порошка | Пластичен, вязок, водонепроницаем, ничтожно изнашивается | Для дорог, упругих фундаментов, каналов, плотин и т. п. |
| Битуминозные рулонные изоляционно-кровельные материалы | | | | | |
| Толь | Картон и каменноугольный деготь | 2 ч. каменноугольного дегтя и 3 ч. (по весу) картона | Картон пропитыв. каменноугольн. дегтем, посыпается песком | Водонепроницаем, сопротив. разрыву 20—35 кг полосы в 50 мм шириной | Кровель. материал, для изоляции фундаментов, конц. балок |
| Пергамин | Картон и смесь нефтян. асфальтов | 1 ч. по весу картона и 1 ч. нефт. асфальтов | Картон пропитыв. смесью нефтяных асфальтов | Сопротив. на разрыв 25—30 кг полосы в 50 мм; водонепрониц. | Для изоляции |
| Рубероид | Картон и твердая битумная смесь | 1,8—2,8 ч. вес. ч. картона и 1 ч. пропиточн. и покровн. массы | Картон пропитыв. битумами асф., шерст. и стеар. пелов | Сопротив. на разрыв 30—40 кг полосы в 50 мм; водонепрониц. | Кровельный материал и для изоляции |
| Гольц-цемент | Каменноуг. смола, сера, кауифоль и густ. смол. масла | 5 ч. дегтя; 4 ч. смолы; 0,5 % серы | Расплавление, окисление и вулканизация | Размягчается при t° 50° | Для проклейки толя и изоляц. бумаги к бетону, плоск. крышам |
| Перезит (церолит) | Водный раствор изв.-глиноземн. мыла | $Ca(OH)_2$, $Al_2(SO_4)_3$, NH_3 , охра, вода, зимой до 15 % спирта | Тонкий порошок разводится в 70% воды | Уд. в. порошка 1,06 | Добавка к портл.-цем. для получ. водонепрон. раствора |

Табл. 8.—Материалы различного назначения.

| Наименование С. м. | Основное сырье | Состав и особенности сырья | Способ переработки | Главные свойства продукта | Область применения |
|-----------------------------|---------------------------------------|---|--|--|--|
| Красочные материалы | | | | | |
| Масляные краски | Олифа и минеральные краски | Льняное или конопляное масло, подогретое при 120—130° с 3—5%-ными сиккативами, и краски | Краски густо растираются с олифой, а перед употреблением размешиваются с ней | Способность высыхать не позже 24 ч. и давать прочную эластич. пленку | Для железн., деревн. оштукат. частей зданий |
| Известковые краски | Раствор гашеной извести и краски | Ca(OH) ₂ , вода и краски | Способ приготовления тот же, что извести и побелке | Под влиянием CO ₂ , воды и воздуха дает прочную пленку | Для штукатурн. частей зданий |
| Клеевые краски | Раствор животн. клея и краски | Костяной или мездровой клей, вода и краски | Клей разводит в горячей воде и размешивают с краской | От влияния атмосфер. агентов разрушается | Для штукатурн. внутренних частей зданий |
| Нитрокраски | Нитролаковый раствор и краска | 100 ч. раствора нитроцеллюлозы в растворе. за 80—100 ч. краски | Краску растирают с настоем масла и смешив. с нитролаков. раств. | Быстро сохнут, дают ровный вид, вредны во время работы | Для деревн. и штукатурн. частей зданий |
| Силикатные краски | Жидкое стекло, краска и мел | 7 кг жидк. стекла; 14 л воды и 7 кг масла и краски | Растворимое стекло тщательно размешивается с мелом и краской | Дают матовую поверхность | То же |
| Лаки, обои, линолеум | | | | | |
| Масляные лаки | Смолы и высуш. масло | Смолы деревьев жарких стран и высуш. масло | Растворяют смолы в высуш. масле | Придают окрашив. поверхн. прочность, твердость, блеск | Для покрытия крашпных полов и т. п. |
| Спиртовые лаки | Смолы и спирт | То же и спирт | Растворяют смолы в спирте | Укрепляют поверхность | Для столярных изделий |
| Скипидарные лаки | Смолы и скипидар | То же и скипидар | То же в скипидаре | То же | Для внутренних отделочных работ |
| Кузбасский лак | Каменноуг. смола и нефт. растворитель | — | — | Вреден при работе, опасен в пожарн. отношении | Для железных и дерев. зданий |
| Железполь | Нефтяной битум и CaO | 40—70 % нефтяного битума и 60—30 % CaO | Добавка молотой CaO к нефтяному битуму при варке в котлах | Морозостоек, водонепроницаем | Для покрытия крыш и водонепроницаем |
| Обои | Бумага, окрашен. в разные цвета | — | — | — | Для оклейки стен внутри зданий |
| Линолеум | Джутовая ткань, олифа, смола, пробка | Слой олифы со смолой и пробкой наносят на джутов. ткань | Молотую пробку смешивают с загущ. олифой и копаловой смолой и наносят на ткань | Сильно сопротивляется истиранию, является теплоизоляционным слоем | Для настилки полов, лестниц |
| Войлок | Шерсть | Шерсть | Обрабатывают в валяные мягкие листы | Не гниет, не горит пламенем, а тлеет | Для обертыв. концов балок, обивки дер. стен под штукатурку и др. |
| Строительное стекло | | | | | |
| Одноцветное стекло | Кварц, песок, сода (поташ), известь | 50—70 % кварц. песка; 20—5 % соды и 30—6 % мела (CaCO ₃) | Смесь расплавляют при 1500° в вязкую прозрачную массу, превращаемую в листы | Стекло д. б. бесцветно, прозрачно; сорт А и Б | Для оконных и других отверстий |
| Стекланные кирпичи | То же | То же | Смесь расплавляют при 1500° в вязкую прозрачную массу, превращаемую прессованием в кирпичи | То же | Для заполн. отв. в стенах, покрытиях крыш, подвалов |

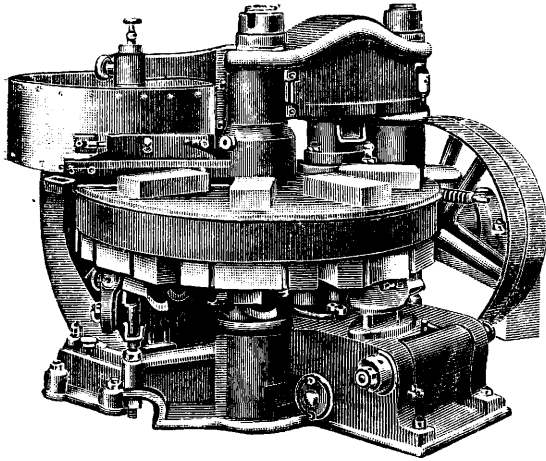
Табл. 9.—Лесные материалы.

| Наименование С. м. | Основное сырье | Состав и особенности сырья | Способ переработки | Главные свойства продукта | Область применения |
|--------------------|--------------------------|--|---|--|---|
| Круглый лес | Лиственный и хвойный лес | Клетчатка с примесью солей и смол, стропн. волокнистое | Бревна очищают от коры и сучьев | Дюевесина д. б. мягкослойнал, без трещин и др. пороков, легко обраб. | Для столбов и балок |
| Брусья | Бревна | То же | Отес. бревна с 4 сторон | То же | Для балок. |
| Пиленый лес | То же | То же | Выпилила из бревен досок; фанера склеив. в 3 слоя | То же | Для полов, потолков, дверей, окон и т. п. |
| Колодный лес | То же | То же | Раскальвание бревен | — | Дрань для оштукат., гонт для крыш |

Табл. 10.—Металлические строительные материалы.

| Наименование С. м. | Основное сырье | Состав и особенности сырья | Способ переработки | Главные свойства продукта | Область применения |
|---------------------------|------------------|----------------------------|---|---|------------------------------------|
| Сортовое железо | Железо литое | Малоуглеродистый металл | В разогр. сост. прокатывают между вальками | Высокое сопротивление на разрыв и сжатие | Для балок, колонн и т. п. |
| Листовое железо | То же | То же | То же | Мягкость, неупругость и значительная прочность | Для крыш и т. п. |
| Фасонное жель зэ | То же | То же | То же | Высокое сопротивление на разрыв и сжатие | Для балок, стропил и т. п. |
| Медь листов. и для труб | Медь | Медь | Отковка и прокатка в горяч. состоянии | Вязкость, тягучесть и достаточная прочность на растяжение | Различн. примен. в тепло-слабжении |
| Свинцовые трубы, пластины | Свинец | Свинец | Прессовка и прокатка | Кислоты не действуют; хорошо штампуются, тянется | Для водопроводных труб |
| Цинковые листы | Цинк | Цинк | Прокатка | В сухом воздухе не изменяется, во влажном — тускнеет | Для труб, кровель |
| Олово | Оловянный камень | 75 % олова | Восстановительная плавка в отражат. печах и отливка | Хорошо сопротивляется действию воздуха | Для лужения |

Известь д. б. свежееобожженной (не менее 95% CaO), без недожога, с содержанием MgO не более 1%. Способ подготовки сырой массы в за-

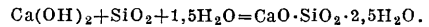


Фиг. 2.

висимости от употребления гашеной или негашеной извести может быть гидратный или сухой. Гидратный способ у нас не применяется. Сухой способ делится на барабанный и силосный. При барабанном способе негашеная известь, предварительно измельченная в порошок, из бункера вместе с песком попадает через дозирующий аппарат в герметически закрывающийся барабан, где тщательно перемешивается насухо. Затем выпускается пар под давлением 7—9 atm, и в продолжение 30—45 мин. производят гашение извести и перемешивание ее с песком. Барабан вращается со скоростью 3 об/м. Гасильные барабаны бывают с горизонтальной осью (см. Известь, фиг. 5) и наклонной осью (фиг. 1). Из барабана смесь транспортируется к мешалкам и прессам. Вся операция по барабанному методу продолжается в среднем около 1 часа. Для 1 000 шт. кирпича размером 250×120×65 мм расходуется 2,5 м³ (3,5 т) песка. По силосному способу негашеная известь и песок через дозатор попадают в мешалку, куда подается 10—18% воды для гашения извести. Перемешанная масса транспортируется в силос, в котором хранится не менее 10—12 ч.; из силоса сырая масса проходит сита и попадает на бегуны и затем под ударные прессы и на прессы сжатия; последние разделяются на неподвижные и с вращающимся столотом (фиг. 2). Давление прессов не выше 33 кг/см² при увлажнении водой в 7—10%. Отпрессованные кирпичи отвердевают в запарочном котле (фиг. 3) длиной 17—20 м и диам. 2 м, вмещающем до 15 вагонеток по 850 шт. сырца каждая. В герметически закрытом котле в течение 2—2½ ч. поднимается давление пара до 8 atm и поддерживается в продолжение 8—8½ ч. Расход пара на пропаривание 1 000—1 200 кг на 1 000 шт. кирпича. Пропаренный кирпич складывается в штабели для приобретения ими дополнительной прочности. Состав, главные свойства и применение этих кирпичей см. табл. 5.

Физико-химич. основы твердения силикатного кирпича заключаются в том, что гидрат окси-

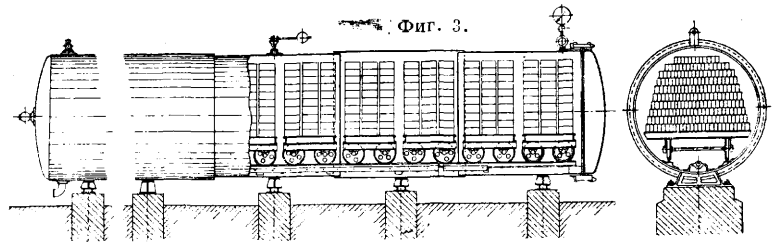
си кальция Ca(OH)₂, не вступающий в химич. взаимодействие с SiO₂ кварцевого песка в присутствии воды при нормальной t°, образует с ним водный одноизвестковый силикат при действии водяного пара повышенного давления (до 8 atm). При этом количество активной SiO₂ в песке получается тем больше, чем дольше продолжается пропаривание и чем выше давление пара. Реакция идет по следующему у-рию.



По тому же технологич. процессу, как и силикатный кирпич, получают литые и звестково-песчаные камни, но с различием в получении разжженной массы и разливки ее по железным формам.

Шлако-выпечный кирпич готовится из смеси гранулированного доменного шлака с 10—12% извести; смесь прессуется и затем хранится не менее двух недель. Применяется как строительный материал жилых зданий. Известково-золяный кирпич и изготовляются путем формования смеси из 1 ч. гашеной извести с 4—5 ч. отсеянной, промытой и высушенной каменноугольной золы (нажига) с добавкой 5% гипса. Применяются в качестве строительного материала жилых зданий.

Силикат-органики представляют собой искусственные каменные материалы с органич. волоконизированным наполнителем. Сырьем служат: известково-диатомовое или известково-трепельное вяжущее вещество и наполнитель—древесные стружки, опилки, торф-сфагнум, подолечная лузга и другие отходы. Известь д. б. погашена в пушонку; трепел или диатомит измельчают на бегунах, вальцовках и в шаровых



Фиг. 3.

мельницах. Известь с трепелом подается в растворомешалку и перемешивается с водой, а затем с наполнителем в количестве 0,9—1,0 объема известково-трепельного вяжущего вещества. Изготавливаются камни холодным или горячим способом. По холодному способу наполнитель сначала замачивается в антисептич. целях в 3—5%-ном растворе алюминиевых квасцов (опилки) или же в растворе FeSO₄ (торф-сфагнум), перемешивается с раствором известково-диатомового вяжущего вещества, и затем готовая масса разливается в деревянные или железные формы без дна. Камни содержат 60—90% влаги; при хорошей вентиляции через 1—2 суток теряют 10—14% влаги и дают усадку на 1/20 по высоте. Камни хранят 10 дн. у места изготовления, не подвергая их сотрясениям, затем 20 дн. в штабелях, причем они теряют до 50% влаги. Дальнейшая отдача влаги идет медленно и заканчивается в кладке через 6—12 мес. При искусств. сушке влага теряется через 4—5 дн. при t° 40°. По горячему способу приготовленные камни подвергаются немедленному пропариванию в котлах (автоклавах) при давлении 9 atm в течение 18—20 час. По этому способу волоконизированный наполнитель не антисепти-

руется. Влажность пропаренных камней через 8—14 дн. достигает только 25—35%. Наружные поверхности силикат-органиков покрываются нефтяными или гудронными эмульсиями. Количество сырья для изготовления 1 м³ силикат-органиков приведено в табл. 11, свойства этих камней—в табл. 12 и применение—в табл. 5.

Табл. 11.—Количество сырья для изготовления 1 м³ силикат-органиков.

| Наименование сырья | Холодный способ | | | Горячий способ | |
|--------------------------------|-----------------|---------|----------|----------------|---------|
| | I сорт | II сорт | III сорт | в объёмных % | в % |
| Негашеная известь | 1 | 1 | 1 | 1 | 195 |
| Диатомит, или трепел | 2 | 2—3 | 2—3 | 4—5 | 350 |
| Портланд-цемент | 1 | — | — | — | — |
| Опилки | 1 | 2 | 5—6 | 3—4 | 175 |
| Песок | 9 | — | — | — | — |
| Вода | 0,9—1,0 | 0,9—1,0 | 0,9—1,0 | 0,9—1,0 | 700—850 |

В зависимости от количества вводимого заполнителя силикат-органики делятся на 3 сорта.

Теплобетонные камни вырабатываются холодным или горячим способом из различных вяжущих веществ и мелких или крупных теплых заполнителей. Размеры, форма, объем теплобетонных камней (сплошных или пустотелых) должны удовлетворять ОСТ 3163. Пустотелые почти оставлены выделкой и заменены сплошными из-за их преимуществ: легкой отески, простоты в выполнении конструкции,

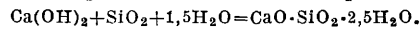
Табл. 12.—Характеристика силикат-органиков.

| Свойства | I сорт | II сорт | III сорт |
|---|-------------|-------------------------|----------|
| Объемный вес, кг/м ³ | 1 200—1 500 | 850—800 | 600—350 |
| Сопrotивление на сжатие, кг/см ² | 40—15 | 30—8 | 6—1 |
| Водопоглощаемость, % | 20—40 | 30—50 | 70—100 |
| Коэф. теплопроводности λ | 0,5 | 0,30 | 0,10 |
| Морозостойкость | — | 10-кратная | — |
| Огнестойкость | Не горит, | не поддерживает горения | — |
| Применяемость | *1 | *2 | *3 |

*1 Для несущих стен 2—3 этажа при толщине стен 38—51 см; 2-й клм. пояс. *2 Для малоэтажн. зданий при толщ. (в том же клм. поясе) 25 см. *3 Для заполнения нарвасных систем при толщине 18 см (для термоизоляции).

простоты приемов их кладки, уменьшения раб-сыла на их изготовление и на их кладку, употребления более тощих строительных растворов при их изготовлении. Для изготовления теплобетонных камней идут вяжущие вещества (портланд-цемент, роман-цемент, гидравлич. известь, сложные вяжущие вещества на базе извести) и заполнители (минеральные вещества—шлаки доменные гранулированные, шлаки котельные, торфяные, щебенка трепельная, пемзовая, опочная, керамзит и т. п.; органич.—опилки, торф-сфагнум, мелоч древесного угля и т. п.). Сырье доводят (вручную или в бетономешалках) до жидкого или пластич. состояния. Теплобетонные камни изготавливают холодным или горячим способом. Холодный способ применяют для изготовления камней на цементах. Камни выдерживают 5—6 дн. в закрытых помещениях,

предохраняя их от действия ветра, холода и солнца, а затем в штабелях на открытом воздухе (на цементном растворе до 21 дня, а на смешанном известково-цементном растворе до 42 дн.). Горячий способ без повышенного давления применим для изготовления камней на бесцементных вяжущих веществах и осуществляется в особых камерах при t° 60—100° в течение ок. 12 ч. Этот способ дает ускорение процесса твердения, связанного с реакцией



Горячий способ при повышенном давлении сходен с обработкой силикатного кирпича в автоклавах. Дозировка материалов для изготовления камней следующая: 1) цемент, котельный шлак—от 1 : 3 до 1 : 12; 2) известь, цемент, котельный шлак—от 1 : 1 : 12 до 1 : 1 : 16; известь, трепел, котельный шлак—от 1 : 1 1/2 : 8 до 1 : 2 1/2 : 12; цемент, известь, песок, котельный шлак—1 : 1 : 5 : 15. Размеры, объемный вес и физико-механич. свойства теплобетонных камней указаны в ОСТ 3163, а характеристика и данные о применении их—в табл. 5 и 13.

Табл. 13.—Характеристика теплобетонных камней с минеральным заполнением.

| Пропорция | Объемный вес, кг/м ³ | Сопр. сжатия, кг/см ² | Коэф. теплопровод. λ |
|------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| 1 : 8 ÷ 1 : 12*1 | 1 500—1 350 | 50—25 *2 | 0,53—0,44 |
| 1 : 2,2 : 1 } *3 | 1 250—1 400 | 25—35 *4 | 0,50—0,40 |
| 1 : 1,5 : 7 } | | | |

*1 Цемент, кот. шлак. *2 Через 280 ч. *3 Известь, трепел, кот. шлак. *4 После пропарки через 1—2 сут.

Глино-известковые теплые камни представляют собой искусственные камни из глино-известкового раствора с органич. заполнителем. Сырьем служат вяжущие вещества (жирная глина и негашеная жирная известь) и заполнители (торф-сфагнум, солома, опилки, стружки, отрубина и т. п.). Негашеная известь смешивается с глиной в пропорции 1 : 4, гасится в течение 1—3 суток и спускается в творильную яму. Органич. заполнитель вымачивают (1 сутки) в 3%-ном растворе FeSO₄ или H₂SO₄ (отходы проволочно-гвоздильного производства). Затем глино-известковый раствор смешивается в растворомешалке с замоченным заполнителем. Приготовленную массу набивают в формы и высушивают до двух недель. В случае применения пропаривания срок хранения сокращается до 2—3 суток. Пропаривание осуществляется в камерах без повышенного давления в течение 12—24 ч. при 60—75°. Глино-известковые камни в воде не размокают, обладают сопротивлением на сжатие: непропаренные (через 28 дн.) 10—16 кг/см² и пропаренные (через 2 суток) 16—20 кг/см²; применяются для стен жилых зданий с оштукатуркой.

Газо-и пенобетон представляют собой смесь между собой искусственные, легкие, пористые С. м. разннчнм способом изготовления (см. Газобетон). Сырьем для пенобетона служат портланд-цемент (высокосортный) и пенообразователь из столярного клея или хозяйственного мыла КОН или NaOH. канифоль. Для получения эмульсии (пенообразователя) готовят кипячением два раствора в отдельных котлах: в одном растворяют в 30 л воды 12 кг столярного клея, нагревая до кипячения, в другом в 32 л воды растворяют КОН или NaOH до концентрации в 32° Вё, всыпают 6 кг канифоли и доводят до кипения; затем оба раствора сливают в один

резервуар, в котором их тщательно перемешивают. Застывшую студенистую массу взламывают с водой до получения белой пены, вливают ее в цементное тесто, перемешивая в течение 2—3 мин., и отливают в формы или в соответствующие опалубках для отдельных частей сооружений, обильно поливая водой во время твердения.

Отвердевший пенобетон дает след. показатели:

| | | | | |
|--|-----|-------------------|-------|-------|
| Объемный вес, кг/м ³ | 220 | 300 | 100 | 500 |
| Кэф. теплопроводности | — | 0,075 | 0,100 | 0,120 |
| Сопротивление на сжатие через 28 дн., кг/см ² | | 1,5—16 | | |
| Водопоглощаемость, % | | 16—25 | | |
| Размер плит, м | | 1,0 × 0,50 × 0,08 | | |

Находит применение в строительной практике в качестве теплоизоляции крыш, междуэтажных перекрытий, теплопроводов и т. п.

Лит.: Гейслер А., Строительные камни, «НИ», 1927, т. 3; Числиев Д., Артик. туфовые строительные лавы, М., 1930; Михайлов Р., Цемявые строительные материалы, М., 1930; Богданович К., Каменные строит. материалы, СПб., 1913; Малюков Н., Ест. каменстрой. материалы, М.—Л., 1932; Захаров А., Кирпичное производство, М., 1926; Будников П., Керамич. технология, Харьков, 1927; Михайлов Р., Пустотелый кирпич, М., 1930; Будников П. и Шевнер К., Шамотный огнеупорный кирпич, М.—Л., 1932; Розенталь А., Трещельные материалы, М.—Л., 1932; Эвальд В. и Ваганов Н., Производство силикатного кирпича, М., 1930; Наске К., Цементное производство, пер. с нем., М., 1928; Кинд В., Цементные материалы, «НИ», 1927, т. 3; Дружилин С., Гидравлич. добавки и пуццолановые порглант-цементы, в книге Пуццолановые цементы, «Труды Научно-технич. комитета НКПС», М., 1927, вып. 71; Байков А., Гидравлич. цемент и гидравлич. добавки, там же, М., 1927; Кинд В., Специальные цементы, М.—Л., 1932; Левитов П., Известковые диатомовые растворы, «Строительные материалы», 1931, 13; Иванов Н. и Федорович В., Глиноземистый цемент, производство, свойства, там же, М., 1931, 13; Мачинский В., Новые строительные материалы, М., 1930; Михайлов Р., Теплый бетон, М., 1930; Степанов В., Новые строит. материалы Ореховостроя, М., 1932; Будников П. и Жежаев В., Производство поргт.-цемента, Харьков, 1931; Брюшков А., Газопенобетон, М., 1930; Гогин Ф., Соломит и камышит, М., 1931; Лалин П., Основные данные по производству фиброл. плит на магнезите, М.—Л., 1932; Михеев Н., Асбест, «НИ», 1926, т. 1; Эвальд В. и Ваганов Н., Асбцементное производство, М., 1931; Воробьев В., Кровельный толь и рубероид, М., 1930; Минкевич Н., Стальные и чугуные полуфабрикаты, М., 1930; Андреевский В., Строительные материалы из торфа, М.—Новосиб., 1933; Рапатц Ф., Высокопрочная сталь, Л., 1930; Болховитинов Н., Металловедение (по книге Jeffries Z. a. Archer R., The Science of Metals), М.—Л., 1927; Кротов Е., Технология дерева, М., 1929; Эвальд В., Строит. материалы, 13 изд., М.—Л., 1932; Деметрив К., Технологич. строит. материалы, Баку, 1930; Философов П., Строит. материалы, М., 1932; Богданов Н. и Петров В., Новые строит. материалы, М.—Л., 1932; Скрамтаев Б., Бетоны различных видов, М.—Л., 1933; Вологодский Б., Новые строит. материалы и их применение, М.—Л., 1932; Романовский Е., Силикатный (известково-песчаный) кирпич, М., 1931; Искусственная строительная пемза, пенобетон (способ К. И. Шульца), Л., 1932; Томарович А., Силикат-органики в производстве, М., 1931; его же, Глино-известковые камни, М., 1931; Александрин Н. и Скрамтаев В., Теплый бетон, Л., 1931; Будников П., К исследованию гипса, Л., 1930; его же, Керамическая технология, 2 изд., Харьков, 1932; Jesen K. u. Grind M., Leitfaden der Baustoffkunde, Lpz.—B., 1930; Rabald E., Werkstoffe, physik. Eigenschaften und Korrosion, В. 1—2, Lpz., 1931; Dümmler K., Handbuch d. Ziegelfabrikation, В., 1926; Hecht R., Lehrbuch d. Keramik, W.—Lpz., 1928; Rausl E., Die Ziegelfabrikation, Lpz., 1926; Schöck K., Die Mörtelbindstoffe, В., 1926; Glase napp, Studien u. Stuckgips, Totgebrannten u. Estrichgips, Riga, 1909; Probst E., Handbuch d. Zementwesen u. Kunststeinindustrie, 3 Aufl., Halle a/S., 1927; Frisch J., Les pierres artificielles, P., 1923; «Tonindustrie-Ztg», В.; «Revue des matériaux de construction et de travaux publics», P.; «Ziegelwelt», Halle a/S.

В. Тарарин.

СТРОНЦИАНИТ, минерал ромбич. системы, представляющий собой углекислый стронций (SrCO₃; 70,3% SrO и 29,7% CO₂). Встречается в сплошном виде в жиликоватых и шестоватых агрегатах; прозрачен или просвечивает; бес-

цветен или желтого, серого, зеленого цвета; блеск стеклянный; тв. 3,5; уд. в. 3,6—3,8. Перед паяльной трубкой плавится только по краям, сильно светится и окрашивает пламя в карминово-красный цвет; в к-тах легко растворяется. Месторождения С.: Стронциан в Шотландии, Клаусталь на Гарце, Бреунсдорф близ Фрейберга, окрестности Мюнстера и Гамма в Вестфалии; в США—в Калифорнии и Неваде. В СССР—близ г. Феодосии в Крыму. Применяется для изготовления стронциевых препаратов, в пиротехнике; главное же применение в сахарном производстве.

Лит.: Федоровский Н., Курс минералогии, 4 издание, М.—Л.—Новосибирск, 1932; Нечаев А., Минералогия, 6 издание, М.—Л., 1931; Лебедев Г., Учебник минералогии, СПб., 1907; Фау А., A Glossary of the Mining a. Mineral Industry, Wsh., 1920.

СТРОНЦИЙ, Sr, химический элемент подгруппы щелочноземельных металлов второй группы периодич. системы, аналог кальция и бария. Ат. в. 87,6 (изотопы: 86 и 88), порядковое число 38. Металлич. С. может быть получен напр. путем электролиза расплавленного хлористого С. или путем обработки горячего насыщенного раствора той же соли натриевой амальгамой и последующей отгонки ртути из полученной т. о. стронциевой амальгамы. С.—металл с уд. весом 2,6, напоминающий внешним видом серебро, более твердый, чем натрий, но более мягкий, чем кальций; $t_{пл.}^{\circ} \sim 800^{\circ}$, $t_{кип.}^{\circ} \sim 1600^{\circ}$. На воздухе С. покрывается налетом окиси, при тонком же распылении иногда самовозгорается. С водой и со спиртами выделяет водород более энергично, чем кальций. С водородом соединяется уже при 260° с образованием гидрида SrH₂, превращающегося в атмосфере азота при 800° в имид SrNH. С азотом соединяется непосредственно при 400° с образованием черного нитрида Sr₃N₂, превращающегося в атмосфере водорода при 600° в амид Sr₃N₂H₄. Кроме того металлич. С. соединяется непосредственно с серой, фосфором и галоидами; в жидком аммиаке образует голубой раствор; дает сплавы с кальцием, барием, магнием, алюминием, медью, оловом, цинком, сурьмой, висмутом и другими металлами.

С. является относительно распространенным элементом. Многие линии Sr обнаружены в спектрах разных небесных тел. Содержание Sr в литосфере по Кларку и Вашингтону равно ~ 0,018% (1,8 · 10⁻⁴). В виде изоморфной примеси соединения его входят очень часто в состав кальциевых и бариевых минералов и пород. Скопления же специфических стронциевых минералов, из к-рых важнейшими являются целестин—сернокислый С. и стронцианит (см.)—углекислый С., относительно редки. Оба они встречаются обычно в известняках, доломитах и мергелях совместно с гипсом, а иногда с серой. Переработка стронциевых минералов в технич. соединения относительно проста; стронцианит легко растворяется в к-тах с образованием соответствующих солей; целестин же восстанавливают углем до сернистого Sr или же сплавляют с содой или обрабатывают его раствором для получения карбоната.

Потребность в С. покрывает гл. обр. добыча целестина, крупнейшими месторождениями которого располагает Англия в районе Бристоля и Сомерсета. Небольшие месторождения его известны также на о-ве Спидлии, а также в Канаде (шт. Онтарио) и в США (Калифорния, Юта и др.). Последние располагают также промышленными месторождениями стронцианита. Крупнейшие промышленные месторождения этого минерала находятся в Германии (Вестфалия). В СССР известно несколько месторождений целестина: в Фергане, Туркменской и Узбекской ССР, в районе Архангельска и другие, но все они расположены

далеко от промышленных центров. Распределение добычи стронциевых минералов (в т) приводится в таблице:

| Год | Целестин | | Стронцианит | | | |
|---------|----------|--------|-------------|------|----------|-----|
| | Англия | Канада | США | СССР | Германия | США |
| 1913 | 18 719 | — | — | — | 540 | — |
| 1916—18 | 6 202 | — | 3 511 | 117 | 640 | 740 |
| 1920 | 4 251 | 68 | — | — | 70 | — |
| 1921 | 6 730 | — | — | — | 620 | — |
| 1922 | 4 788 | — | — | — | 300 | — |
| 1923 | 6 449 | — | — | — | — | — |
| 1924 | 1 474 | — | — | — | 620 | — |
| 1925 | — | — | — | — | 800 | — |

Падение добычи с 1924 г. объясняется очевидно тем, что метод обессахаривания патони с помощью соединений Sr постепенно вытесняется из пром-сти.

Соединения С. В соединениях С., как и все щелочноземельные элементы, всегда двувалентен. Все его соединения бесцветны (если окраска не определяется анионом) и чрезвычайно похожи на аналогичные, во многих случаях изоморфные, соединения кальция и бария, от к-рых они отличаются гл. обр. растворимостью и свойствами, основывающимися на положении Sr в ряду напряжений между Са и Ва. Т. о. окись С. является более сильным основанием, чем окись кальция, но менее сильным, чем окись бария. Окись С. SrO получается при прокаливании гидроокиси или солей летучих к-т (карбоната, оксалата, нитрата и др.) и при обработке сульфида Sr водяным паром. По одному из новых способов ее можно получать путем восстановления солей Sr его же карбидом, причем имеют место реакции типа: $3SrCO_3 + SrC_2 = 4SrO + 5CO$. Окись С. соединяется энергично с водой с образованием г и д р о к с и С. $Sr(OH)_2$, кристаллизующейся из растворов с 8 молекулами воды. Получают ее также путем электролиза растворов хлорида, путем обработки сернистого С. едким натром, путем воздействия окисей цинка или меди на раствор сернистого С. или же путем обработки растворов солей С. едким барием. В воде $Sr(OH)_2$ растворяется лучше, чем гидроокись кальция. Перекись С. SrO_2 кристаллизуется с 8 молекулами воды из растворов гидроокиси С. при добавлении перекиси водорода; при более низких t° она кристаллизуется также в виде соединения $SrO_2 \cdot 2H_2O$. Серноокислый С. $SrSO_4$ растворяется в воде труднее, чем аналогичная соль кальция, при восстановлении дает сернистый С. SrS; последний получают в частности путем восстановления целестина или искусственного сульфата Sr углем и последующего выщелачивания водой; SrS является промежуточным продуктом при получении других соединений С. из целестина. Х л о р и с т ы й С. $SrCl_2 \cdot 6H_2O$ —гигроскопичная соль, легко растворяющаяся в воде и спирте; получают ее путем обработки сернистого С. соляной к-той. У г л е к и с л ы й С., $SrCO_3$, нерастворимый в воде, получают путем взаимодействия растворов хлористого С. и углекислого аммония. Запатентованы также способы, по к-рым сульфат С. плавят с хлористым кальцием и углем и полученный т. о. хлористый С. обрабатывают углекислым аммонием, а также углекислотой под давлением. А з о т н о к и с л ы й С., нитрат С., $Sr(NO_3)_2$ получают путем обработки сульфида, карбоната и других солей стронция азотной кислотой или же путем кипячения фосфата, карбоната или оксалата стронция с раствором азотнокислого кальция.

Для качественного определения Sr в присутствии Са и Ва пользуются характерным окрашиванием пламени в малиново-красный цвет (красные линии спектра: 6863, 6747, 6628, 6499; оранжевые: 6465, 6851, 6060; синия 4607 А) или реакциями, к-рые основываются на разнице в растворимости солей Са, Sr и Ва: насыщенный раствор сернокислого кальция (гипса) образует осадок сернокислого С., насыщенный же раствор гидроокиси С. образует осадок гидроокиси кальция с раствором солей последнего; хроматы вызывают образование желтого осадка $SrCrO_4$ только в конц. растворах соединений С. Для количественного определения Sr пользуются тем, что нитраты Sr и Ва в отличие от аналогичной соли Са не растворяются в спирте или смеси его с эфиром. Для отделения Sr от Ва последний многократно осаждают хроматом аммония в уксуснокислом растворе. Взвешивают С. в виде сульфата, окиси или оксалата.

Применение С. и его солей. Многочисленными соединениями стронция [ацетатом $Sr(C_2H_3O_2)_2$, арсенатом $SrAs_2O_4 \cdot 4H_2O$, бромидом $SrBr_2 \cdot 6H_2O$, иодидом SrI₂, иодатом $Sr(JO_3)_2$, лактатом $Sr(C_3H_5O_3)_2 \cdot 3H_2O$, фосфатом $Sr_3(PO_4)_2$, салицилатом $Sr_3(C_7H_5O_3)_2 \cdot 2H_2O$, пиратом $Sr_3(C_6H_5O)_2 \cdot 5H_2O$ и другими] благодаря их неядовитости (в отличие от солей бария) пользуются в медицине в качестве тонических средств при малярии, кожных заболеваниях, глистах, золотухе, ревматизме, подагре и других заболеваниях. Фтористый С. SrF₂, как и фтористые щелочи, применяется иногда в качестве антисептич. средства. Целым рядом солей С., как хлоратом $Sr(ClO_3)_2 \cdot 5H_2O$, хлоридом, нитратом, оксалатом SrC_2O_4 , а иногда и сульфатом, пользуются в пиротехнике (см.) для получения красного огня, для красных сигнальных ракет и т. д. Сернистый С. приготовленный особым способом, обнаруживает сильную фосфоресценцию и применяется в производстве *светящихся составов* (см.) временно действия. Перекись С. легко отдает кислород и применяется поэтому иногда для отбеливания. Окись и гидроокись С. применяют в сахарном производстве для обессахаривания мелассы. Этот способ, основанный на том, что гидроокись С. образует с сахаром трудно растворимое соединение — бистронциевый сахарат $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot 2SrO$, разлагаемый углекислотой, был очень распространен в Германии, но постепенно теряет значение, т. к., во-первых, значительные количества мелассы идут на корм, и, во-вторых, все большим распространением начинают пользоваться способы с применением аналогичных соединений кальция и бария. Углекислый С. применяется иногда в производстве специальных сортов стекла и керамики. Изделий. Делаются также попытки использования соединений С. для замены аналогичных соединений бария в качестве красок, наполнителей и т. д. Металлич. С. применяют иногда в качестве дегазификатора при металлургии меди, а в последнее время ведутся также опыты по использованию его для обессеривания стали. Следует полагать, что С. может быть использован и для подщипниковых сплавов.

Лит.: Менделеев Д., Основы химии, 9 изд., т. 2, М.—Л., 1928; Меншуткин В., Курс общей (неорганической) химии, 3 изд., М.—Л., 1930; Унковская Я. В., Стронций, «НИ», Л., 1927, т. 3; Миронков В., Стронций, Головой обзор минеральных ресурсов СССР, Л., 1927, стр. 675—677, 1928, стр. 918—920; Башилов И. и Соболев Н., «ЖХИ», 1927, 2; Шманинков И., Применение стронция в производстве стали, «МС», 1932, 12; Gmelin's Handbuch d. anorganischen Chemie, Strontium, B., 1931, 29; Neumann B., Ergänzungswerk zu Muspratt's Handbuch, B. 2, Hälfte 2, Brschw., 1927; A begg R., Handbuch d. anorganischen Chemie, B. 2, Abt. 2, Lpz., 1905; Mellor J. A. Comprehensive Treatise on Inorganic Chemistry, v. 3, L., 1923; The Mineral Industry during 1930, N. Y., 1931; Irwin D., Strontium Nitrate, a New Industry, «Eng. Min. Journ.», 1916, p. 774—776; Noll W., «Naturwissenschaften», B., 1931, B. 19, p. 773; «Ztschr. f. anorg. Chem.», Lpz., 1931, B. 199, p. 193. Е. Кронман.

СТРОПИЛА, см. *Фермы*.

СУБЛИМАЦИЯ, сублимирование, см. *Возгонка*.

СУДА ГРЕБНЫЕ, небольшие, б. ч. деревянные суда, приводимые в движение помощью весел. Современные С. г. разбиваются на 2 основных класса: самостоятельные и вспомогательные (см. *Шлюпки судовые*). Самостоятельные С. г. делятся на следующие типы:

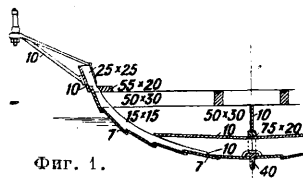
А. По назначению и роду службы: 1) промысловые, 2) перевозные, 3) спортивные (см. *Спортивные суда*), 4) спасательные (береговые). 1. Промысловые суда строятся преимущественно парусные, весла служат только вспомогательным средством передвижения. В Астрахани строят косные (челны) длиной 5,5—9 м, долбленные из осины с нашивными бортами из досок. Неводники, рыбницы, прорезы и бударки имеют наборную обшивку, их длина равна 6—8,5 м. В Архангельске и Мурманске строят карбасы вельботного типа, называемые по числу набоев (поясьев обшивки) четверником, пятерником, шестерником и т. д., длиной 4,5—8,5 м. Ела норвежского типа длиной 9 м и шняка, или шняка, почти вытеснены норвежским моторно-парусным ботом. На Аральском море строятся особые С. г., так наз. винторные, сетные и неводники, исключительно плоскодонные с острым носом и кормой, длиной от 5 до 9 м. Обшивка делается наборная; неводники делают от транцевые. На Ладожском озере и в Финском заливе—сойма 5—12 м длиной наборной обшивки с характерно загнутым внутрь форштевнем. 2. Перевозные. На Неве применяются ялики с оригинально подтянутой кормой, по пеленгу к-рой правит яличник (перевозчик); длина 5—6 м. В Венеции—гондола; двигается и управляется одним кормовым веслом (реже двумя—с носа и кормы). В Турции—каик, или каяк, в 6—8 весел. Верхне-двинские карбасы строят самых различных размеров (4—20 м); их отличительной чертой является плоский широкий нос. Большая часть промысловых судов служат и перевозными. 3. Типы спортивных С. г. очень многочисленны: чисто гоночные гички (т. н. академические), учебные полугички и фюаны—прогулочные легкие лодки, байдарки (см. *Спортивные суда*). 4. Спасательные береговые шлюпки служат для подачи помощи на воде, причем морские спасательные шлюпки д. б. рассчитаны на работу в наиболее тяжелых условиях. Размеры некоторых типов спасательных шлюпок приведены ниже.

| Тип судна | Длина, Ширина, Высота, | | |
|--|------------------------|-----|------|
| | м | м | м |
| 4-весельный вельбот с воздушными ящиками | 8,4 | 1,8 | 0,8 |
| 6-весельный вельбот с воздушными ящиками | 10 | 2,2 | 0,85 |
| 4-весельная верейка | 6 | 1,8 | 0,7 |

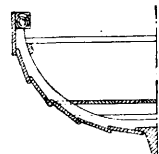
Спасательная лодка Фан-дер-Флита имеет нос и корму одинаковые; размеры ее: 4,5 × 1,2 м и 5,5 × 1,5 м.

Б. По роду постройки различают: 1) шлюпки и тщательной постройки с обшивкой наборной гладкой или диагональной (см. *Шлюпки судовые*), реке на рейку. Шпангоуты ставят гнутые из дуба или ясеня, идущие с борта через киль до другого борта без перерыва (за исключением носа и кормы). Шпангоуты при обшивке вглядь ставятся через 20—25 см, в диагональной и на рейку—40—50 см. Все спортивные С. г. по роду постройки относятся к шлюпкам. Основное требование—легкость. Размеры

набора минимальные, но достаточно прочные. Материал обшивки—кедр или ель (без сучков); в прогулочных лодках—сосна (американская). В гоночных С. г. нос и корма запалублены и имеют внутри диагональные связи; они часто по каркасу обтягиваются парусиной (под очень тонкой, в несколько мм, обшивкой) для водонепроницаемости. На фиг. 1 представлен практический мидель-шпангоут прогулочной клинкерной полугички. Обшивка делается из 7-мм кедр, шпангоуты—ясеневые или дубовые разрезные из чередующихся бортовых ветвей флоров, расстояние между шпангоутами 375 мм, киль дубовый 40 мм ширины. 2) Лодки более

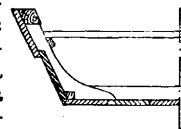


Фиг. 1.



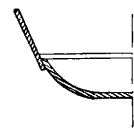
Фиг. 2.

грубой постройки. Обшивка (фиг. 2) из широких досок толщиной 20—25—30 мм, наборная, вглядь или на рейках. Шпангоуты выбираются из корней или сучьев с кривизной, подходящей к поперечным сечениям лодки, и подгоняются по обшивке. Крепление обшивки к шпангоутам чаще на кованых гвоздях назагиб, а также на деревянных нагелях. Доски обшивки одна с другой (между шпангоутами) скрепляются несколькими гвоздями назагиб, сшиваются «вицей» (тонкими распаренными прутьями можжевельника) или на железных скобах, загибаемых внутри. На карбасах и соймах киль и форштевень делаются из одного елового ствола с корнем. Шпангоуты ставятся редко (через 80—100 см). В верхне-двинских карбасах металлических креплений нет. В форштевне вынимается шпунт, в к-рый заводятся доски обшивки. Остальное крепление—на деревянных нагелях, обшивка пишется на вице. Проще в постройке плоскодонные лодки типа лори или шарпи (фиг. 3).



Фиг. 3.

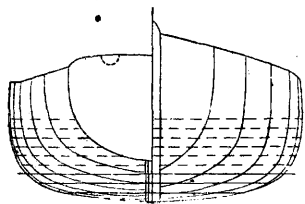
Дно делается плоским из 4—5 широких толстых досок (на севере 50 мм толщиной). Борты прямые из 2—3 досок, крепятся натесными шпангоутами. Материал—ель, сосна, на юге—каштан. Лодки снаружи смолятся. Конопатка—часто мохом. Внутри лодки ничем не покрываются. 3) Челны кустарные долбятся из осиновых стволов. Внутренняя часть ствола выжигается. Нос и корма делаются одинаково заостренными. Выдолбленные челны распариваются для придания лучшей формы и распираются двумя брусками. Для большей безопасности плавания нашивают на борта по широкой доске (фиг. 4). Челны из бересты в настоящее время почти не делаются. 4) Байдарки (кайки). Самодельная байдарка представляет собой деревянный каркас из связанных прутьев, обтянутый кругом шкурами, которые сшивают жилами. В палубе делают 1—2 отверстия для гребцов. Отверстия плотно затягиваются от попадания воды. Нос и корма у байдарок острые.



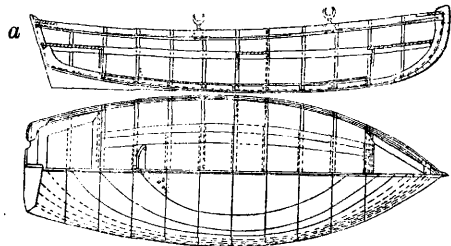
Фиг. 4.

В. Форма С. г. очень разнообразна и зависит от условий службы, часто она также определяется традицией. Шлюпки имеют

плавные формы с острыми носовыми и кормовыми очертаниями, особенно в подводной части. В верхней части нос всегда острый, корма в транцевых шлюпках (фиг. 5) оканчивается вертикальной или наклонной поперечной доской—транцем *a*. Вельботные

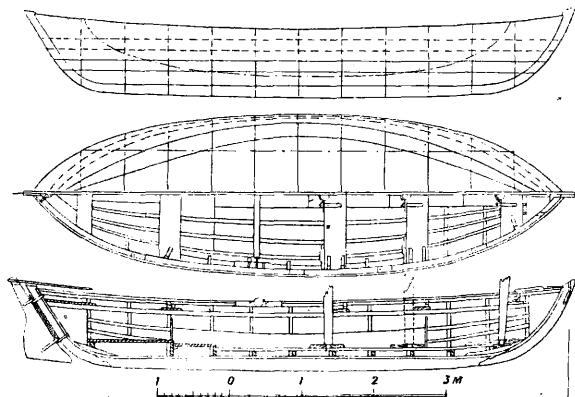


Фиг. 5.



шлюпки, верейки, финки имеют как нос, так и корму острые и очень плавные очертания (фиг. 6). Обозначая длину шлюпок через *L*, ширину *B*, высоту борта посередине *H*, осадку корпусом *T* для самостоятельных шлюпок, имеем следующие средние величины: $L = 4 \div 6$ м; $B = 1,1 \div 1,6$ м; $H = 0,3 \div 0,4$ м; $T = 0,1 \div 0,2$ м.

Лодки часто достигают совершенных форм несмотря на грубость постройки. Нижне-двинские карбасы имеют превосходные формы. Ватерлинии в носу у них полнее, мидель несколько придвинут к носу, кормовые ватерлинии очень остры. Кехотские карбасы легки на ходу под веслами, имеют превосходные мореходные качества, очень устойчивы и грузоемки. Они обыкновенно имеют 2 шпринтовых паруса. Лодки по величине и соотношениям размеров колеблются в более широких пределах: $L = 4 \div 9$ м; $B = 1,3 \div 2,5$ м; $H = 0,3 \div 0,6$ м. Плоскостонные лодки имеют в поперечном се-



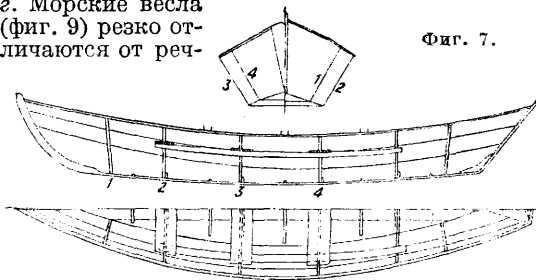
Фиг. 6.

чении плоское дно. В продольном направлении дно обыкновенно имеет подъем к носу и к корме (фиг. 7). Формы плоскодонных шлюпок разнообразны. Характерны лори и лорки: нос острый, корма с очень косым транцем, мидельшпангоут представляет собой трапецию. Плоскостонные лодки бывают и с острым носом и кормой. Главные размеры аналогичны лодкам.

Челны и байдарки имеют своеобразную форму, часто зависящую от способа их изготовления. Челны, душегубки, челноки, состоящие в основе из выдолбленного ствола, имеют низкорботными, а для безопасности закругливают с носа, кормы и бортов, оставляя в середине кокпит длиной около 3 м и

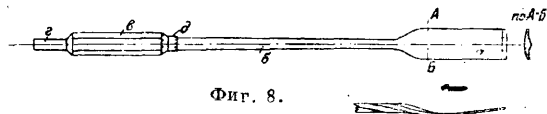
шириной 0,7—0,8 м. Челны употребительны для охоты и рыбной ловли. Размеры: $L = 4,2 \div 4,6$ м; $B = 1,0 \div 1,2$ м; $H = 0,3$ м. Байдарки вылились в 2 формы: 1) канадские—ватерлинии имеют синусоидальную форму, штевни полукруглые с завалами внутрь, все линии весьма плавные; снабжаются обшивкой владь и часто поставленными гнутыми шпангоутами; очень прочны и легки; чаще делаются открытыми; 2) каяки, или эскимосские, — с параболическим характером ватерлиний, штевни с небольшим уклоном; мидель очень полный, борт почти вертикален, запалублены, как челноки.

Весла. Главным средством передвижения С. г. являются весла. В весле (фиг. 8) различают: лопасть *a*, веретено *b*, валеk *в* и ручку *г*. Морские весла (фиг. 9) резко отличаются от реч-



Фиг. 7.

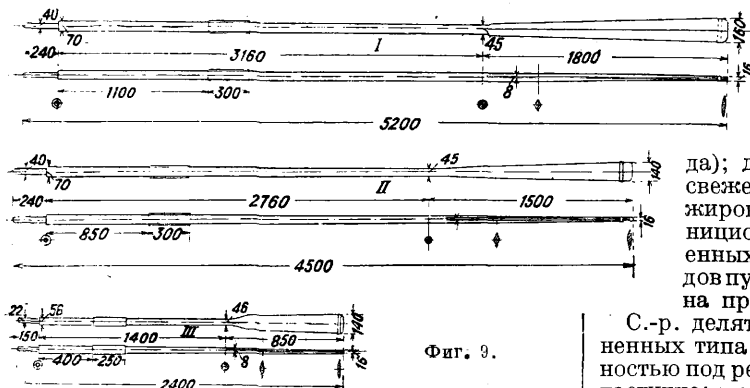
ных (фиг. 8), что объясняется необходимостью гребли на волне и против ветра, при к-рой широкая и короткая лопасть речного весла представляла бы значительные неудобства. Для судовых шлюпок отношения отдельных частей весел следующие: лопасть = $\frac{1}{3}$ длины всего весла; ширина лопасти = 2 диаметрам веретена; веретено у ручки (без валька) $\varnothing 60 \div 70$ мм; валеk от уключины до ручки см. ниже; ручка длиной 130—140 мм и $\varnothing 30 \div 40$ мм. Весла делятся на распашные и вальковые. В распашном весле (фиг. 9) валеk получается как продолжение конуса веретена. В вальковых веслах (фиг. 8) валеk образует резкое, обыкновенно восьмигранное утолщение за уключиной. Место, где весло вращается в уключине, обшивается кожей *д*, конец лопасти обшивается металлич. полоской для предохранения от рстрескивания. Длина распашных весел спасательных; судовых шлюпок колеблется $2,4 \div 5,2$ м с градацией через 0,3 м. Парные весла рабочих судовых шлюпок длиной $2,4 \div 3,6$ м с градацией через 0,3 м. У шлюпок особого назначения



Фиг. 8.

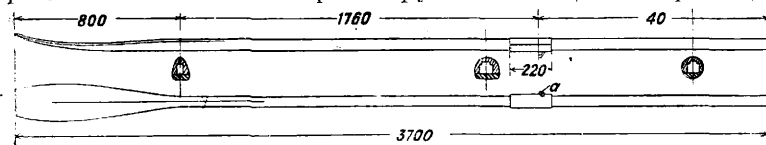
(военных судов) к веслам предъявляются особые требования; длина весел определяется длиной загребных (первых от рулевого) весел на шлюпке; концы остальных весел, вставленных в уключины, должны давать плавную линию соответственно линии борта. Длина распашных весел $3,6 \div 4,9$ м, а парных $2,4 \div 3,5$ м с гра-

дацией через 0,1 м. Весла судовых шлюпок делаются из ясеня и бука, реже ели, т. к. для весел требуется крепость и эластичность. Лопасть морских весел прямая по длине и переходит плавно с круглого веретена в ромбич. форму, оканчиваясь плоскостью. Весла спортивные сильно отличаются от весел шлюпочных. Лопасть делается короче, шире и вогнутой с рабочей стороны. Веретено яйцеобразного сечения. Валец не утолщается. Для академической гребли весла д. б. очень легкими и их делают пустотелыми от ручки до лопасти (фиг. 10). Веретено получает прямоугольную



Фиг. 9.

форму, сильно закругленную с лицевой стороны. На коже делается выступ *a* против скольжения весла в уключине (каблук). Весла байдарок (каяков) имеют лопасти с обоих концов несколько повернутыми одна против другой для удобства гребли. Весла канадских байдарок делаются короткими в виде лопаты, веретено заканчивается поперечной ручкой. Весла



Фиг. 10.

лодок по форме приближаются к веслам судовых шлюпок, но более грубы.

Ук л ю ч и н ы. Весло на борту должно иметь упор, чтобы двигать шлюпку. Обыкновенно упор делается в виде рогатки и называется уключиной. Торговые шлюпки имеют уключины, вставленные через гнезда, в к-рых уключины могут вращаться. У шлюпок специального назначения уключины пригоняются к гнездам и имеют внизу еще упор (степс), чтобы не стучать при гребле. Уключины спортивных шлюпок ставятся иногда не на борту, а на особых кронштейнах (см. *Спортивные суда*) за бортом—выносные уключины, имеющиеся у всех академических гичек.

Гребля. При гребле лопасть весла упирается в воду, и гребец, притягивая к себе валец, проталкивает шлюпку вперед по воде. Ноги гребца упираются в упорки, к-рые д. б. переставными для установки по росту гребца. Уключины ставятся на 370 мм от центра банки (скамейки) при высоте борта над банкой ок. 200 мм. При гребле одним веслом (распашная) одна рука держит ручку весла, а другая лежит на вальке. В минуту делается до 30 гребков. Для академической гребли устраиваются подвижные банки (сиденье двигается на

роliках). При заносе лопасти гребец, сгибая ноги, подтягивает сиденье к корме, при проходе лопасти в воде выпрямляет ноги и откатывается к носу. Одновременно корпус откидывается сильно и быстро назад, благодаря чему в работе гребли принимают участие и ноги гребца.

Лит.: Гельмерсен П., Морская практика, 2 изд., Л., 1924; Усиков П. и Лазарев В., Гребной спорт, Л., 1925; Нейман С., Das Beiboot, В. 1922; Brix A., Bootsbau, Praktische Schiffbau, 7 Auflage, Berlin, 1929.

Н. Лушев.

СУДА ПОДВОДНЫЕ, см. *Подводные лодки*.
СУДА-РЕФРИЖЕРАТОРЫ, суда, снабженные холодильной установкой и теплоизолированными трюмами. Холодильные

установки на судах применяются для перевозки охлажденных грузов (С.-р. в узком смысле); для охлаждения, замораживания и доставки в базовый порт рыбного улова (рыбоморозильные суда); для охлаждения и сохранения в свежем состоянии провизии для пассажиров и команды; для охлаждения муниципальных погребов и провизии на военных судах, а также для спасения судов путем наложения ледяного пластыря на пробоины [1*].

С.-р. делятся на два одинаково распространенных типа с трюмами, оборудованными полностью под рефрижераторный груз или же лишь частично; в последнем случае это обычно товаро-пассажирские суда, работающие на регулярных линиях, с холодильными камерами в промежуточных палубах; имеются и промежуточные типы. Для охлаждения применяют углекислотные и аммиачные *холодильные машины* (см.), применявшиеся ранее воздушные холодильные машины в настоящее время оставлены из-за громоздкости и неэкономичности как на коммерческих, так и на военных судах, где они долгие всего удерживались. Начиная с 1920 г. единичные суда мировой морской рефрижераторный флот с появлением надежных и экономичных углекислотных и аммиачных машин стал быстро расти; в 1928 году он составлял [1*]:

| Тип судов | Количество | Средняя вместимость (усл. т) | Общая вместимость в условных т (100 фт. ³ емк. = 1 т) |
|--|------------|------------------------------|--|
| А. Малые (менее 800 т) | 473 | 210 | 100 000 |
| Б. Большие (свыше 800 т) и малые, но имеющие сертификат Англ. Ллойда | 570 | 2 230 | 1 270 000 |
| Всего . . . | 1 043 | 1 340 | 1 370 000 |

Средний годового прирост вместимости составлял ок. 8%. Основным использованием мирового рефрижераторного тоннажа является перевозка мороженого и охлажденного мяса в Англию, дошедшая в 1928 г. до 880 000 т. Мясо доставляется из Аргентины, Австралии и Новой Зеландии на больших судах (кубатура до 570 000 фт.³). Из Австралии и Новой Зеландии перевозятся также масло и фрукты. Важными районами отправки фруктов являются также Ю. Африка, Калифорния и Флорида, центрами же потребления кроме Англии—Гамбург, Мар-

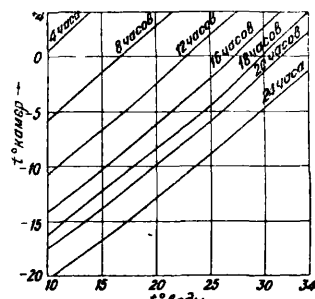
сель и Гавр в Европе и Нью Йорк в США с доставкой внутрь страны. В Европе имеется постоянный грузопоток масла и бэкона из Ирландии и Дании в Англию. Ряд других, более мелких грузопотоков, включая предметы роскоши (икра из СССР в Америку, тропич. фрукты из Голландской Индии в Европу и т. д.), а также все возрастающий, но не установившийся поток рыбопродуктов из сев. части Тихого океана (Дальне-Восточный край, Аляска) в США, Европу и Австралию обслуживаются холодильными камерами товаро-пассажирских судов (например «Гамбург-Америка-Линия») [20]. Довоенные рефрижераторные перевозки из России имели ничтожное развитие и обслуживались в значительной мере англ. судами; заключались они в вывозе масла из балтийских портов в Данию и Англию; имелись также небольшие перевозки мороженой рыбы с Дальнего Востока в Одессу [2]. К концу 1924 г. Совторгфлот имел дореволюционное наследство в виде холодильных камер на трех судах общей емкостью 752 усл. *т*; к 1 янв. 1930 г. число рефрижераторов Совторгфлота было доведено до 22 единиц с емкостью 11 445 усл. *т* при среднем годовом приросте в 80%. Такому темпу сопутствовало создание собственной научной базы [1] и кадров [2] специалистов.

По линиям С.-р. Совторгфлота группируются следующим образом. Балтийский экспорт масла и бэкона: 11 судов общей вместимостью холодильных камер 6 430 усл. *т*, мощностью установок 1 086 000 норм. Cal. Впервые созданный при советской власти экспорт мороженого мяса из Черного моря в Италию и Францию (т. н. Марсельская линия) и осенний вывоз фруктов из Севастопольского и потийского холодильников в Гамбург обслуживаются крупными рефрижераторными судами со специально оборудованными под перевозку фруктов и мороженого мяса трюмами; общая мощность холодильных установок этих судов превышает 6 000 000 норм. Cal. Пароходы линии Одесса—Владивосток имеют также холодильные камеры небольшого размера для перевозки туда фруктов, вин, минеральных вод, обратно—рыбы. Это направление имеет все данные, чтобы стать впоследствии одним из основных (рыба).

Нормальной задачей судового холодильника является поддержание низкой t° груза, погруженного из портового холодильника. Обычные t° перевозки: мороженое мясо и рыба $-8 \div -12^{\circ}$, масло -5° , охлажденное мясо 0° , фрукты и яйца $+1^{\circ}$, консервы, сельдь-иваси, минеральные воды $+10 \div +15^{\circ}$. Наивысшие t° морской воды: для Балтийского моря $+25^{\circ}$, для Средиземного и Черного $+28^{\circ}$, для тропиков $+30^{\circ}$; t° воздуха принимается на $0-15^{\circ}$ выше. Изоляция холодильных камер должна сколь возможно уменьшать проникновение в них тепла; холодильная машина должна отводить проникающее извне тепло. При данных размерах камер, типах изоляции и машины возможность поддержания в камерах низкой t° зависит от наружной t° и числа часов работы машины; пример диаграммы, выражающей t° камеры в ф-ии t° воды и числа часов работы машины для рефрижератора «Курск», дает фиг. 1. Подобную диаграмму можно построить в общем виде характеристич. кривых [1, 4, 21] для судов с аммиачными и углекислотными машинами. Однако если судно должно охлаждать принимаемый груз, особенно фрукты, то мощность установки должна рассчитываться в зависимо-

сти от потребной скорости охлаждения фруктов с учетом тепла, ими выделяемого [20, 5, 22].

Холодильное оборудование (машина и изоляция) обходится за границей ок. 100 р. золотом за m^3 нетто-емкости. Тот факт, что рефрижераторный груз, как легкий, может приниматься к перевозке лишь с оплатой по объему камер, а не по весу груза, накладывает отпечаток на всю конструкцию судового холодильного оборудования, делая основной задачей экономию места. Холодильная изоляция выполняется почти исключительно из пробки высшего качества; нормальная конструкция ее следующая:



Фиг. 1.

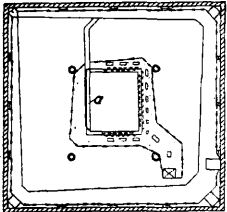
к шпангоутам и бимсам болтами крепятся деревянные стойки (доски толщиной в 45—65 мм), которые выступают над шпангоутами и бимсами на 10—60 мм; к ним пришивается обшивка, обычно из двух рядов 20-мм досок с прокладкой двойного слоя изоляционной бумаги. Пространство же между стальными листами коргуса и деревянной обшивкой заполняется либо плотно забитой крошеной пробкой либо уложенными на горячем гудроне с перекрытием швов пробковыми плитами. Расчет такой изоляции [6, 1, 23, 24] представляет вследствие наличия железных «тепловых мостиков» ряд особенностей по сравнению с сухопутными холодильниками; в общем при очень хорошем выполнении и наличии 50-мм пробки над шпангоутами и бимсами (не считая примерно 200-мм пробки от борта или палубы до кромки шпангоутов и бимсов) можно снизить средний приведенный коэффициент теплопередачи до 0,5 Cal/ч. $^{\circ}C \cdot m^2$. Тепловыми мостиками служат также промежуточные палубы и переборки [5, 1, 23]. Ранее применявшаяся изоляция с воздушной прослойкой, или отодвигая от борта, в настоящее время совершенно отброшена в мировой технике, т. к. помимо потери кубатуры она влечет за собой вероятность продувания [15] изоляции и ее отсыревания, т. к. теперь установлено, что проникновение влаги происходит с теплой стороны изоляции [8, 24, 25]. Чтобы облегчить ремонт повреждений бортов судна, проложенных трубопроводов и т. п., иногда применяют съемную изоляцию специальной конструкции [7]. Кроме теплопередачи сквозь изоляцию необходимо учитывать проникновение в камеры тепла вместе с наружным воздухом, проходящим сквозь неплотности люков и т. п. вследствие деформации судна и работы вентиляторов; количество воздуха составляет от 2 [26] объемов в сутки (условных объемов—пустого трюма) при рассольном, до 4—при воздушном охлаждении, также д. б. учтено тепло, освобождающееся при работе вентиляторов воздухоохладителей. Мощность холодильных машин д. б. такой, чтобы, работая 18 часов в сутки, они отводили все проникающее за сутки в камеры тепло; необходимость же охлаждения груза и самих камер перед погрузкой означает надбавку в 20—50% к нормальной мощности. Для того чтобы отводить постоянно проникающее в камеры извне тепло, не давая ему проникать в груз, последний

не должен вплотную прикасаться к изоляции, для чего предусматриваются рейки и защитные планки не менее 50 мм вышиной [10, 11, 18]. В самом грузе для обеспечения от раздавливания и достижения равномерности t° укладывают прокладки, роль которых возрастает, если груз подлжет охлаждению на самом судне; нормальная удельная кубатура грузов при этом получается следующая (в m^3/m):

| | |
|--|-----|
| Фрукты и мороженое мясо | 2,8 |
| Охлажденное мясо | 3,7 |
| Яйца | 3,4 |
| Масло в ящиках | 2,1 |
| Рыба мороженая, масло в бочках | 2,3 |

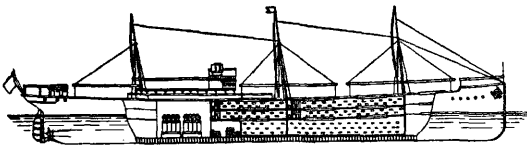
Для отведения проникающего тепла в случае охлаждения трюмов рассольными змеевиками последние равномерно распределяют по всем теплопередающим поверхностям (палубы, борта, переборки), включая пространство под люками; подлючные змеевики однако весьма неудобны в эксплуатации и ведут к риску проливания рассола в трюм. Рассольные змеевики изготовляют из цельнотянутых стальных труб 38/48 мм, сваренных (в пределах каждой секции) впритык электросваркой, причем соединение систем производится с помощью муфт. Для достижения равномерности и хорошей регулировки t° в камерах на больших судах применяют специальные многотемпературные рассольные схемы [12, 27].

Все более возрастающая роль фруктовых перевозок и подтвержденная научными исследованиями [29] необходимость смены воздуха привели к широкому распространению в воздухе судового охлаждения с помощью вынесенных воздухоохладителей [28, 30, 31]. Последние в целях экономии кубатуры и для улучшения обслуживания зачастую выносят в специальные рубки на верхней палубе несмотря на то, что это приводит к добавочной потере холода; наиболее компактные конструкции воздухоохладителей: батарейный с поперечными трубками [13] и рашиговский [14, 20]. Последние как оросительные одинаково хорошо работают и при t° ниже нуля, т. к. не требуют оттаивания снеговой шубы и являются универсальным оборудованием, способным поддерживать в камерах любые t° при перевозке любых грузов с регулируемой влажностью в широких пределах. Неудобством их является некое осложнение схемы установки сравнительно с батарейными закрытыми. Канализация воздуха производится либо путем закры-



Фиг. 2.

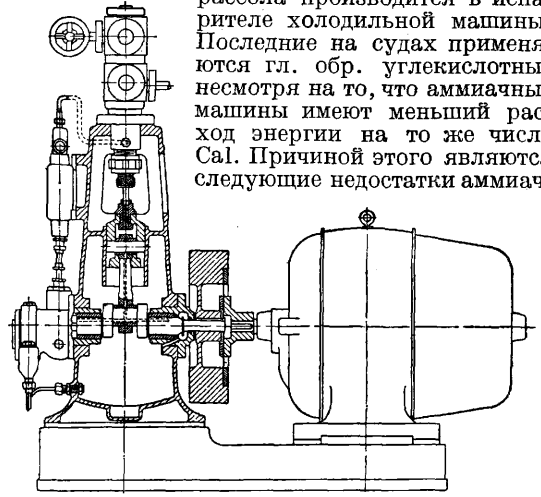
тых каналов (фиг. 2), причем для парализования вредного влияния проникающего сквозняк теплого воздуха под ним создается в воздушная завеса с помощью окружающего люк всасывающего канала a и специального нагнетательного отсоса, либо путем создания вдоль бортов широких каналов-коридоров—коффердамов во всю высоту промежуточной



Фиг. 3.

палубы, как это делается на судах для перевозки бананов (фиг. 3).

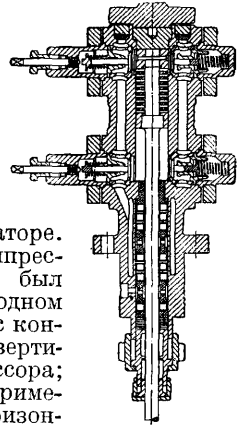
В обеих системах—рассольной и воздушной—тепло отнимается от воздуха рассолом, протекающим либо в трюмных змеевиках, либо в змеевиках воздухоохладителя, либо в орошаемом слое колец Рашига. Охлаждение же рассола производится в испарителе холодильной машины. Последние на судах применяются гл. обр. углекислотные несмотря на то, что аммиачные машины имеют меньший расход энергии на то же число Cal. Причиной этого являются следующие недостатки аммиач-



Фиг. 4.

ных машин [9]: их обычно нельзя ставить в общем машинном отделении; обслуживание их сложнее (кроме очень больших судов с рашиговскими воздухоохладителями); конденсаторы их нельзя выполнять из медных труб, как углекислотные, что влечет за собой разбедание их морской водой. Конденсаторы и испарители на судах применяются как правило погруженные в жидкость, из расчета 1 000 Cal/ m^2 поверхности змеевика; расчетная разность t° ок. 5°; разность t° рассола при входе и выходе 2—3°, то же и для охлаждающей воды в конденсаторе.

Классическим типом компрессора для паровых судов был раньше вертикальный, на одном валу с паровой машиной, с конденсатором, соединенным вертикальной станиной компрессора; для больших же судов применяют 2-цилиндровые горизонтальные машины с конденсатором в фундаменте. В последнее время однако в связи с увеличением числа теплоходов основным типом судовой холодильной машины становится вертикальный быстрходный (250—500 об/м.) многоцилиндровый [35] компрессор с принудительной смазкой через колеччатый вал, на одном валу с электромотором или соединенный с ним через редуктор [20]. Фиг. 4 дает разрез через 1-цилиндровый компрессор этого типа датского з-да «Сабро» [34], а фиг. 5—разрез цилиндра с охлаждением сальника и с пусковыми приспособлениями для разгрузки электромотора (нажимные шпиндели для оставления открытыми всасывающих клапанов). Судовые аммиачные машины отличаются лишь конструкцией и материалом цилиндров, рама или станина остаются теми же.



Фиг. 5.

Самый корпус судна в последнее время также начинают конструировать с учетом рефрижерации: устраиваются промежуточные палубы большей высоты для улучшения использования их кубатуры под рефрижераторный груз, применяются для набора профиля малой высоты для уменьшения тепловых мостиков и т. д.

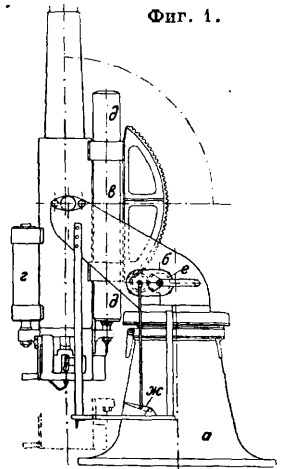
Речные С.-р. в отношении холодильного оборудования мало отличаются от морских; зато суда рыбоморозильные [16] имеют совершенно своеобразное оборудование для замораживания рыбы, отличающееся значительно от сухопутных рыбоморозилок [17].

Для охлаждения провизионных камер при наличии грузовой холодильной установки применяется ответвление от нее части холодильного рассола [18]; в последнее время однако для этой цели стали применять и отдельные машины-автоматы, напр. Одиффрен-Сингрюн, а также системы непосредственного испарения [32], последнее однако не м. б. рекомендовано. В отдельных случаях на реках применяют баржи-рефрижераторы с изоляцией, но без охлаждения [33], например на Темзе, где они служат для приемки мороженого мяса с прибывающих в Лондон океанских судов и дальнейшей развозки его; t° в них повышается лишь медленно из-за наличия большой аккумуляции холода в груде.

Лит.: 1) Иоэльсон Е., Развитие холодильной техники на водном транспорте СССР, «Холодильное дело», М., 1930, 4; 2) Карцев А., Холодильные средства товарищества «Тихоокеанские морские промыслы С. Грушецкий и К^о», «Труды областного съезда деятелей по холодильному делу в Одессе», 1940; 3) И. П., Подготовка специалистов-холодильщиков для морского торгового флота СССР, «Холодильное дело», М., 1930, 7—8; 4) Иоэльсон Е., Диаграммы расчетов по рефрижераторным судам, «Водный транспорт», Москва, 1929, 2; 5) Сми с А., Выделение продуктами влаги и тепла при хранении на холодильниках, пер. с англ., «Холодильное дело», Москва, 1930, 7—8; 6) Ниточкин А., Расчет изоляции рефрижераторных судов, там же, М., 1930, 3; 7) Иоэльсон Е., Сменная изоляция, «Холодильное дело», М., 1930, 9—10; 8) Мейер Э., Исследования над влажностью в газобетонных стенах холодных складов, пер. с англ., там же, М., 1930, 1; 9) Иоэльсон Е., Холодильные устройства для перевозки скоропортящихся грузов (комментарий к правилам Регистра СССР), «Водный транспорт», М., 1930, 12 и «Холодильное дело», М., 1930, 7—8; 10) Регистр Союза ССР, Правила классификации и постройки морских стальных судов 1930, М., 1930; 11) Иоэльсон Е., Укладка рефрижераторных грузов на морских судах, «Скоропортящиеся продукты и холодильное дело», М., 1929, 10; «Водный транспорт», М., 1929, 9; 12) Даниловский (Реферат по англ. статье А. Гринфильда), Многотемпературные рассольные схемы, «Холодильное дело», М., 1930, 6; 13) Иоэльсон Е., Заметки об англ. хладотехнике, там же, М., 1930, 3; 14) Цыдзин В., Характеристика основных аппаратов, применяемых в современном холодильном машиностроении, там же, М., 1930, 7—8; 15) Ниточкин А., Испытание холодильной установки на теплоходе «Адриярия», там же, М., 1930, 9—10; 16) Дмитриев Д., Применение холода на промысловых судах, там же, М., 1930, 4; 17) Замораживание рыбы в рассоле на траулерах, реферат с англ., там же, Москва, 1930, 6; 18) Иоэльсон Е., Холодильная установка парохода «Курск», «Скоропортящиеся продукты и холодильное дело», М., 1929, 2; «Водный транспорт», М., 1928, 8; 19) Refrigeration as Applied to the Salvage of Ships from «Escher Wyss News», «Ice a. Cold Storage», L., 1930, v. 33, 391; 20) Bleiken В. u. Gramoll E. d., Ladungskühlanlagen, «Wert-Reederei-Hafen», В., 1929, Jg. 10, Н. 1; 21) Joelson E., Temperatur-Hubvolumen Diagramme für Schiffkühlanlagen, «Die Kälte-Industrie», Hamburg, 1928, Jg. 25, Н. 12; 22) Smith A. J., Temperature Conditions in Refrigerated Holds Carrying Apples, Department of Scientific a. Industrial Research, Food Investigation Board, Special Report, L., 1926, 27; 23) The Leakage of Heat into Ships Insulated Holds, ibid., L., 1929, 34; 24) Joelson E., Die Berechnung von Schiffsisolierungen, «Ztschr. für die gesamte Kälte-Industrie», Berlin, 1930, Jg. 37, Н. 12, 1931, Jg. 38, Н. 1, 2; 25) Joelson E., Economic Marine Insulation, «Refrigerating Engineering», N. Y., 1931, v. 21, 1; 26) Smith A. J., Experiments on the Leakage of Carbon Dioxide Gas from Unventilated Holds of Ships, Department of Scientific

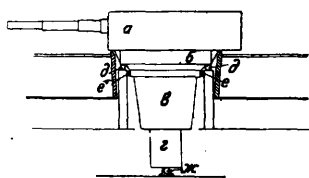
a. Industrial Research, Food Investigation Board, Special Report, L., 1925, 24; 27) Greenfield A., Practical Refrigeration of Ships, «Ice a. Cold Storage», L., 1929, v. 32, 370; 28) Kidd F. a. West C., The Problems of Apples Transport Overseas, Department of Scientific a. Industrial Research, Food Investigation Board, Special Report, L., 1924, 20; 29) Brown Heart in Australian Apple Shipments, ibid., L., 1925, 22; 30) Bruce W. J., Ocean Carriage of Fresh Fruit, «Cold Storage Produce Review», L., 1926, v. 29, 349; 31) Griffiths E. a. Davies R., Ocean Transport of Fruit under Refrigeration from South Africa, Capetown, 1926; 32) W. G., Die Kühlanlage des neuen Dieselmotor-Passagierschiffes «Johan van Oldenbarnevelt» der Stoomvaart Maatschappij «Nederland», Amsterdam, «Die Kälte-Industrie», Hamburg, 1931, 1; 33) Insulated a. Refrigerator Barges for the Carriage of Perishable Foods, Department of Scientific a. Industrial Research, Food Investigation Board, Special Report, L., 1923, 15; 34) Holtzen E., A Short Description of «Sabroe» Compressors for Ships Refrigerating Plants, Separate Impression of Bulletin of the Danish Association of Refrigeration, Aarhus, 1928; 35) Markham E., High Revolution Compressors for Marine Refrigeration, «Proceedings of the Fourth International Congress of Refrigeration», L., 1924, v. 1. Е. Иоэльсон.

СУДОВАЯ АРТИЛЛЕРИЯ, артиллерия, устанавливаемая на военных судах. Материя а л н а я ч а с т ь. Судовая артиллерия разделяется на главную и вспомогательную. К главной артиллерии относятся орудия диаметром канала 20,3—40,6 см, предназначенные для боя с главными силами противника (линейными кораблями и крейсерами). Вспомогательная артиллерия разделяется на п р о т и в о м и н н у ю, предназначенную для действия против торпедных кораблей и разведчиков (75—152,2 мм), и з е н и т н у ю—для стрельбы по самолетам и дирижаблям (37—127 мм). По типу орудия относятся к п у ш к а м для прицельной стрельбы. Конструкция пушек отличается большой длиной канала (см. ниже таблицу) и рассчитана на применение большого заряда, притом одной величины. Увеличение дальности стрельбы осуществляется в них не увеличением заряда, а только увеличением угла возвышения. По условиям заряжания и устройству оболочки заряда орудия разделяются на п а т р о н н ы е (заряд заключен в металл. гильзу) и к а р т у з н ы е (заряд вкладывается в специальных шелковых мешках — картузах). Кроме того бывают орудия полуавтоматические, у которых следующие заряжания производятся силой отдачи, и автоматические, у которых отдачей производится заряжание и сам выстрел, так что выстрелы следуют один за другим, пока стреляющий не остановит стрельбу. Для возможности безопасной, быстрой и меткой стрельбы орудия на кораблях устанавливаются на специальных установках, называемых о р у д и й н ы м и с т а н к а м и. Орудийный станок вместе с орудием называется с и с т е м о й и состоит из следующих частей (фиг. 1, зенитное орудие): основание а—неподвижная часть (фундамент), прикрепленная болтами к палубе корабля, на которой стоит вся установка (в башенных установках основанием служит кольцо фундамента); поворотная часть б служит для вращения орудия в горизонтальной плоскости и состоит из вилкообразного вертлюга со станинами и поворотно-



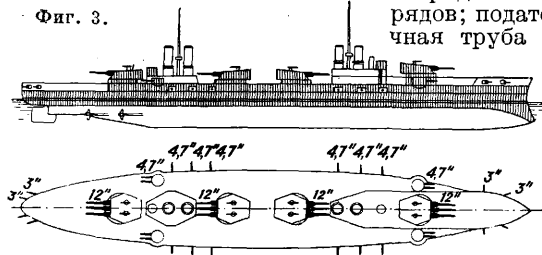
Фиг. 1.

го механизма; качающаяся часть *в* служит для придания орудью углов возвышения и снижения; компрессор *з* служит для поглощения силы отдачи, развивающейся при выстреле; накатник *д* служит для накатывания орудия после выстрела в первоначальное положение; подъемный механизм *е* служит для наведения орудия (он придает качающейся части установки вместе с орудием требуемый угол возвышения или снижения); прицельное приспособление служит для прицеливания и состоит из механизма с 2 оптич. трубами; спусковое приспособление *ж* служит для производства выстрела из орудия. Станки с орудием устанавливаются или непосредственно на палубе — п а л у б н ы е станки или в башнях — б а ш е н н ы е станки. Башенная установка имеет следующие главные части: 1) вращающийся ствол с центральной трубой; 2) броневые рубки на крыше башни для управления стрельбой; 3) станки для орудия с компрессорами и накатниками;



Фиг. 2.

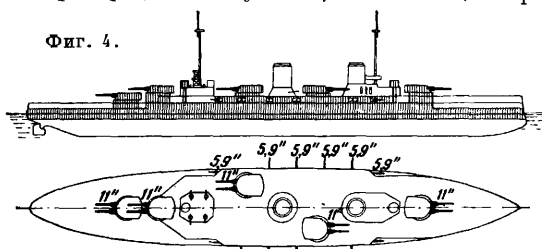
4) электрические и ручные приспособления для вертикального и горизонтального наведения; 5) электрические и ручные приспособления для вращения башни; 6) прицельное приспособление с оптическими трубами; 7) электрич. и ручные приспособления для подачи снарядов и зарядов; 8) электрич. и ручные приспособления для открывания и закрывания затвора; 9) приспособления для автоматического заряжания при определенных углах возвышения и снижения; 10) приспособления для крепления башни по походному — для устранения вращения, передвижения и приподнимания башни при качке; 11) приспособления для отопления и вентиляции башни. Отдельные части башенной установки следующие (фиг. 2): боевое отделение *а* — верхняя часть башни, где помещается орудие со станками и постом управления механизмами башни; боевое отделение защищается броней и имеет вертикальные вырезы, в которые проходят стволы орудий; рабочее отделение *б* находится под боевым отделением, в нем расположены электрич. установки для действия механизмами заряжания и наводки; перегрузочное отделение для перегрузки поданных из погребов снарядов и зарядов; податочная труба *в*,



Фиг. 3.

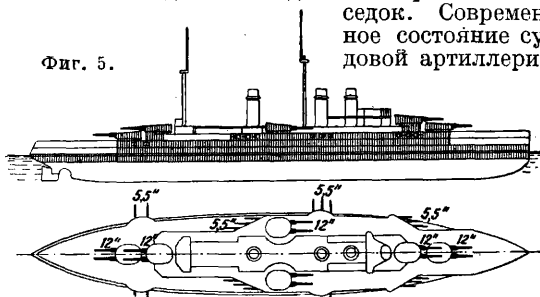
внутри которой сделаны направляющие для подачи снарядов и зарядов из погребов; зарядный и снарядный погреба *г* — нижняя часть башни, где хранятся снаряды и заряды. Погреба могут находиться и по бокам башни. Башня всей своей тяжестью лежит на клепаном цилиндрич. барабане. Для облегчения вращения между вращающейся частью башни и барабаном кладутся шары *д*, а с боков вокруг вращающейся части уста-

навливаются катки *е* для уцентрирования башни. Питание электроустановок производится от судовых динамомашин, провода входят в башню в самом низу около штыря *ж* башни. Башня д. б. прочно соединена с судовым корпусом в целях распределения усилий, возникающих при



Фиг. 4.

стрельбе, на возможно большее число продольных и поперечных связей. На кораблях башни размещаются так, чтобы иметь возможно больший угол обстрела по горизонту; наиболее характерные случаи размещения башен: линейное (фиг. 3), эшелонное (фиг. 4) и ромбическое (фиг. 5). Стрельба из орудия ведется снарядами, к-рые в зависимости от назначения имеют различные устройства (см. *Снаряды*). Заряды, порох и снаряды помещаются в погребах, к-рые для защиты от попадания неприятельских снарядов устраиваются ниже уровня воды и по возможности вдали от теплых помещений корабля, т. к. высокая температура уменьшает стойкость пороха (см. *Судовые системы*). Для подачи снарядов и зарядов из погреба к орудию проведена система подачи в виде элеваторов или беговых дорожек. Современное состояние судовой артиллерии



Фиг. 5.

характеризует таблица (см. таблицу), показывающая основные элементы С. а. современных флотов. В последнее время в процессе соперничества между империалистич. странами осуществляются работы в области совершенствования судовой артиллерии. Т. к. международными договорами стабилизированы предельные величины калибров (16", 8", 6"), то усилия сосредоточиваются на усовершенствовании (модернизации) артиллерийских линкоров в пределах того же калибра и на конструировании все более и более совершенных образцов важнейшей 8-дюймовой пушки, а также зенитных орудий и специальных приспособлений для борьбы с подводными лодками. В США в течение 1930 г. начато перевооружение сильнейших линкоров новыми переделанными 16" орудиями, каковое получил линейный корабль «Мерилэнд»; то же предполагается сделать с линкорами, вооруженными 14" орудиями, начиная с линкора «Миссисипи». Аналогичный процесс происходит в Англии и во Франции, а также в Японии и в Италии. Значительный прогресс наблюдается и в производственной технич. области (новые стали, методы обработки орудий), дающий возможность достижения более высоких качеств,

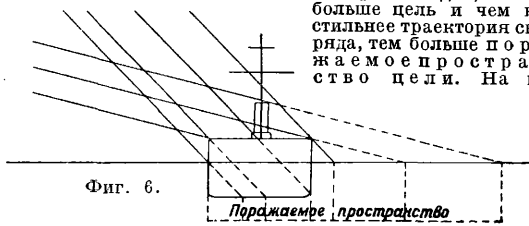
Характеристика состояния судовой артиллерии (I—средняя и легкая судовая артиллерия; II—крупная судовая артиллерия).

| Название или тип корабля | Калибр в мм (дм.) и длина в калибрах | Вес орудий в т | Вес снаряда в кг | Нач. скор. снаряда в м/сек | Число выстрелов в минуту | Наиб. угол возвышения в градусах | Дальность в км (в казельтовых) |
|-----------------------------------|---|----------------|------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| I | | | | | | | |
| А н г л и я | | | | | | | |
| Лин. корабли и крейсера | $\frac{152(6'')}{50}$ | 8,7 | 45,3 | 890 | 10 | 20÷35 | 23(124) |
| Hood | $\frac{140(5,5'')}{50}$ | 6,3 | 37,2 | 900 | 10 | 30 | — |
| Линкоры и крейсера | $\frac{76}{50}$ | — | 5,6 | 780 | 20 | 30 | — |
| С Ш А | | | | | | | |
| Omaha | $\frac{152(6'')}{53}$ | 10,1 | 47,5 | 915 | — | — | 15,7(85) |
| Крейсера | $\frac{152(6'')}{152(6'')}{50}$ | 8,8 | 47,5 | 854 | — | — | — |
| Эсминцы | $\frac{102(4'')}{50}$ | 2,9 | 15,9 | 854 | 15 | 85 | — |
| | $\frac{76(\text{зенитн.})}{50}$ | 1,2 | 5,9 | 823 | 15 | 80 | — |
| Ф р а н ц и я | | | | | | | |
| Bretagne, Jean Bart | $\frac{140(5,5'')}{55}$ | 5,3 | 36,5 | 830 | — | — | — |
| На разных судах . . | $\frac{130(5,1'')}{40}$ | 3,4 | 35 | 734 | 8 | — | 16,8(90) |
| | $\frac{100(5,9'')}{75(\text{зенитн.})}$ | 1,5 | 13,4 | 720 | — | — | — |
| | | — | 8,5÷9,3 | 570÷525 | — | — | — |
| Я п о н и я | | | | | | | |
| Kongo | $\frac{152(6'')}{50}$ | 7,9 | 45,4 | 945 | 10(6) | 35 | — |
| Fuzo | $\frac{152(6'')}{50}$ | 8,9 | 45,4 | 930 | 9 | 30 | — |
| Nishin | $\frac{152(6'')}{45}$ | 7,5 | 45,4 | 918 | 10 | 30 | — |
| Tone, Iode, Moxama | $\frac{120(4,7'')}{50}$ | 3,3 | 20,4 | 914 | 12 | — | — |
| II | | | | | | | |
| А н г л и я | | | | | | | |
| Lord Nelson | $\frac{406(16'')}{50}$ | 110 | 1 050 | 800 | 2 | 30 | 40(216) |
| Hood | $\frac{381(15'')}{45}$ | 98,5 | 885 | 850 | 1,2—2 | 30 | 28,3(152,5) |
| Queen Elisabeth . . | $\frac{381(15'')}{42}$ | 96 | 885 | 760 | 1,2—2 | 20 | 22,5(121,5) |
| Tiger | $\frac{343(13,5'')}{45}$ | 80 | 635 | 800 | 1,5—2 | 20 | 22(119) |
| С Ш А | | | | | | | |
| Maryland | $\frac{406(16'')}{45}$ | 105 | 952 | 854 | 1,3 | 30 | 32(172,5) |
| New Mexiko | $\frac{356(14'')}{50}$ | 81,7 | 635 | 854 | — | 30 | 27,8(150) |
| Pennsylvania | $\frac{356(14'')}{45}$ | 64,8 | 835 | 793 | — | 15 | 19,5(105) |
| Arcansas | $\frac{305(12'')}{50}$ | 57,2 | 394 | 900 | — | 15 | 20,4(110) |
| Pittsburgh | $\frac{203(8'')}{45}$ | 19,1 | 118 | 839 | — | — | — |
| Ф р а н ц и я | | | | | | | |
| Bretagne | $\frac{340(13,4'')}{45}$ | 66,3 | 510 | 800 | — | 23 | 24(130) |
| Jean Bart | $\frac{305(12'')}{45}$ | 55,8 | 436 | 780 | — | — | 20,4(110) |
| Duquesne | $\frac{203(8'')}{50}$ | 20,4 | 123 | 895 | — | — | 29,6(160) |
| Ernest Renan | $\frac{164(6,5'')}{45}$ | 8,1 | 55 | 865 | — | — | — |
| Я п о н и я | | | | | | | |
| Mutsu | $\frac{406(16'')}{45}$ | — | 993,4 | 850 | — | 35 | 32,4(175) |
| Ise, Fuzo, Kongo . . | $\frac{356(14'')}{45}$ | 85 | 635 | 770 | 1,35 | 25 | — |
| Nishin | $\frac{203(8'')}{45}$ | 18,3 | 113,4 | 867 | 1,2 | — | — |

быстроты изготовления и замены расстрелянной внутренней трубы (см. *Пушечное производство*). Тактическими свойствами судовой артиллерии являются: универсальность—способность поражать надводные, подводные, воздушные и береговые цели; дальность, граничащая у крупных калибров с дальностью видимого горизонта; меткость, позволяющая обстреливать подвижные цели на предельной дистанции; скорострельность и большие скорости полета снаряда, обеспечивающие успешность стрельбы по быстроходным целям; разрушительное действие снарядов, пробивающих толстую броню и делающих громадные равные бреши в небронированных частях корабля. Отрицательными свойствами являются: большие веса арт. установок и сравнительно малая успешность стрельбы по подводным и воздушным целям.

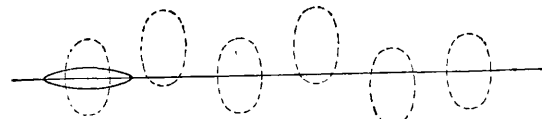
Артиллерийские стрельбы на море в основном не отличаются от методов стрельбы, принятых в сухопутной и береговой артиллерии. По характеру стрельба м. б. стрельбою одиночных орудий и залпами.

В зависимости от начальной скорости снаряда, угла возвышения и дистанции стрельбы траектории м. б. настильными и навесными. Из фиг. 6 видно, что чем больше цель и чем настильнее траектория снаряда, тем больше поражение в пространстве.



Фиг. 6.

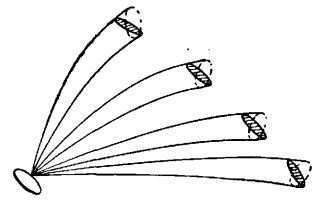
Точность попадания при артиллерийских стрельбах оказывают влияние следующие причины: 1) под действием случайных причин (неточность выделки снаряда, различия в качестве пороха и в весе заряда и пр.) снаряды при одной и той же установке орудия ложатся не в одну точку, а покрывают некую площадь в виде эллипса, растнутого по дальности. Это явление называется рассеиванием, а поражаемая площадь—эллипс



Фиг. 7.

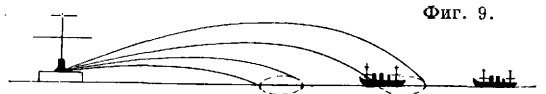
сом рассеивания; наиболее кучно снаряды ложатся у центра эллипса рассеивания. Различаются два вида рассеивания—по дальности и боковое. Наибольшее поражение бывает тогда, когда центр эллипса рассеивания совпадает с центром цели; 2) помимо случайных причин на полет снаряда влияют причины постоянного характера—ветер, отклонение снаряда вследствие его вращения (деривация), ход стреляющего корабля, движение цели и пр.

Эти явления требуют для правильной установки прицела и целика введения ряда поправок, часть которых учитывается заранее и определяется из таблиц стрельбы, а другие—путем проверки установки орудия пристрелкой. Корректируя всплески падающих снарядов, достигающих у крупных калибров 60 м высоты, добиваются расположения $1/3$ залпа на недолете. При таком положении центр эллипса рассеивания будет совпадать с центром цели, и вероятность попадания будет наибольшей. Определив аргументы стрельбы, переходят на ведение огня на поражение. Вследствие движения стреляющего корабля и цели через некий промежуток времени эллипс рассеивания снаряда начнет сползать с цели, почему во время стрельбы необходимо учитывать величину изменения расстояния в единицу времени (ВИР) и соответственно изменить установки прицела и



Фиг. 8.

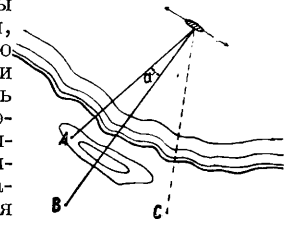
целика (фиг. 7). При стрельбах на поражение применяются два метода: 1) метод струи (фиг. 8)—управление огнем ведется так, чтобы эллипс рассеивания снарядов все время удерживался на цели; метод дает наибольшую успешность, но применение его возможно, если ВИР не



Фиг. 9.

превышает 4—5 кабельтовых в мин. (кабельтов—100 морских сж.), 2) метод завесы (фиг. 9) применяется при стрельбах по быстро движущимся целям.

По характеру управления огнем стрельбы одиночного корабля подразделяют на центральное и плутонговое. В первом случае управление огнем сосредоточено для всех орудий в руках старшего артиллериста корабля. Этот вид стрельбы дает лучшие результаты, но требует исправного состояния средств связи на корабле. Если связь между центральным постом управления артиллерийским огнем и башнями или орудиями нарушена или приходится вести огонь одновременно по нескольким целям,



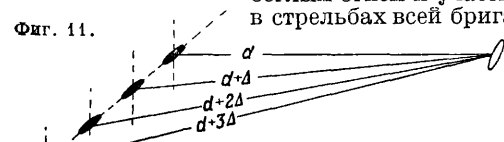
Фиг. 10.

то переходят на плутонговую стрельбу. Каждый плутонг, т. е. группа из 2—3 орудий, расположенных в одном помещении, ведет стрельбу самостоятельно. Успешность плутонговой стрельбы гораздо ниже центральной и требует большой тренировки управляющих огнем.

При стрельбах по берегу различают 2 вида стрельб: 1) по видимой цели и 2) по невидимой цели. В первом случае стрельбы производятся как с якоря, так и на-ходу. Стрельба по невидимым целям в большинстве случаев производится с неподвижно стоящего корабля и сущность ее сводится к следующему: на берегу выбирается вспомогательная точка наводки *A* с расчетом, чтобы угол α между направлением на нее и направлением на цель *B* не превышал наибольшей величины отклонения целика (фиг. 10). Определив для установки прицела расстояние до цели по карте, целику дают установку, приняв во внимание снятый с карты угол α . При стрельбе орудие наводит на вспомогательную точку наводки *A*, и снаряды будут ложиться вблизи цели *B*. Корректировка производится или с поднятого на корабле привязного аэростата, или с самолета, или с наблюдательного пункта на берегу *C*, связанного с кораблем радиотелеграфом или радиотелефоном. Успешность стрельбы по берегу всецело зависит от способностей корректировки. При стрельбах по воздушным целям управление огнем плутонговое. Большие скорости полета самолетов и трудность корректировки разрыва в трех плоскостях позволяют применение лишь метода завесы. Успешность стрельбы вообще не велика. Сосредоточенные стрельбы нескольких кораблей по одной цели преследуют задачу нанесения противнику сильного удара в кратчайший срок. Различаются два вида стрельб—централизованные и децентрализованные. При первом огнем управляет флагманский артиллерист. Из фиг. 11 видно, что каждый корабль должен точно удерживать свое место в строю, чтобы ввести в стрельбу соответствующие поправки. Этим стесняется маневрирование и уничтожается инициатива отдельных кораблей. Всякая ошиб-

ка в месте хотя бы одного корабля увеличивает рассеивание, а следовательно уменьшает вероятность попадания. Управление огнем в бою требует особо надежных средств связи. Положительные свойства централизованной стрельбы: возможность использования в бою полной скорострельности калибра, ведение огня залпами или беглым огнем и участие в стрельбах всей брига-

Фиг. 11.



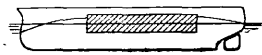
ды (до 4 кораблей). При де-

централизованных стрельбах каждый корабль управляет огнем самостоятельно. Чтобы при кор-

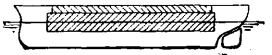
ректировке падений снаряда не спутать всплесков своих снарядов со всплесками снарядов других стреляющих кораблей, стрельба ведется по очереди, благодаря чему падает скорострельность. Опыт показал, что для такой стрельбы больше 3 кораблей соединять не следует, т. к. иначе падает % вероятного попадания. Положительные свойства—свобода маневрирования, инициатива отдельных кораблей соединения и простота управления огнем, не требующая связи. Сосредоточенные стрельбы применяются в бою лишь при наличии численного превосходства над противником или в первый период боя. Иначе неповрежденные корабли противника к концу боя могут решить его в свою пользу. Действительность артиллерийских стрельб—степень вреда, наносимого противнику. Стрельба м. б. успешной по количеству попаданий, но мало действительной, если они не поразят его живучести, и, наоборот, мало успешной, но действительной, когда один снаряд выводит корабль из строя или значительно понижает его боеспособность. Разрушительное действие С. а. зависит от рода снарядов и от условий попадания. Бронепробивные снаряды могут пробивать броню, равную своему калибру, только на близких дистанциях, когда снаряд попадает под углом, близким к нормали. При выборе основных родов снаряда для боя руководствуются дистанцией и курсовым углом цели, т. к. от них зависит угол встречи снаряда, а следовательно и пробивная способность последнего. Для суждения о правильном выборе снаряда строятся диаграммы для своего калибра и брони противника, пользуясь к-рыми можно определить не только род снаряда, но и выгодные для себя дистанции боя. Маневрирование кораблей в артиллерийском бою не м. б. произвольным и должно подчиняться определенным тактич. требованиям, служащим для повышения успешности своего огня и понижения ее у противника. Основанием для выбора позиции артиллерийского боя служат: дистанция, курсовой угол и пеленг на противника (пеленгом называется направление на противника, взятое по компасу). Правильному решению при выборе двух первых элементов способствует изучение диаграмм пробиваемости. Выбор пеленга зависит от ряда условий: солнца, ветра, волнения и пр. Надо стремиться поставить корабль в положение, при котором эти элементы способствуют успешности стрельбы. Большое значение в артиллерийском бою имеет тактич. скорость корабля, т. е. способность его сближаться или удаляться от цели, используя при этом всю свою артиллерию. Тактич. скорость зависит от скоро-

сти хода корабля и курсового угла. Очевидно, что из 2 кораблей с одинаковым ходом большей тактич. скоростью будет обладать тот, у к-рого вся артиллерия действует на более острых курсовых углах. В основном требования артиллерии к маневрированию корабля в бою сводятся к следующему: 1) для повышения успешности своей стрельбы необходимо следить, чтобы ВИР не превышал 5—8 кабельтовых, т. к. иначе невозможно применение метода струи, дающего наибольший процент попадания; 2) маневрировать на постоянных курсовых углах, т. к. при этом во время боя можно использовать всю артиллерию и вместе с тем облегчается управление артиллерийским огнем; 3) для понижения успешности стрельбы противника при накрытиях изменять время от времени свой ВИР так, чтобы неприятель не мог его быстро определить, что достигается маневрированием на артиллерийском зигзаге. Курсы при этом меняются через 2—4 минуты.

Различают два вида зигзагов—траверзный и зигзаг на острых курсовых углах. Такое маневрирование в первом случае будет сбивать противника по прицелу, а во втором—по целику. В целом боевое маневрирование при стрельбе сводится к занятию и удержанию избранных позиций, т. е. условий, содействующих успешному ведению артиллерийского огня. Защита современного корабля от действия неприятельской артиллерии достигается у крупных кораблей бронированием (см. *Броня, Судостроение*). Лучшим видом защиты явилось бы покрытие всего корпуса корабля (бортов и палубы) толстыми броневыми плитами, способными не пропускать ни одного снаряда. Но вес брони настолько велик, что подобная защита является невозможной (вес бронированной башни, вооруженной 305-мм орудиями, равен 1 100 т). Вооружение, механизмы, запасы и пр. отнимают от тоннажа корабля большую часть и на долю защиты остается не более 30—35 % от веса корабля. В настоящее время приняты 2 системы бронирования линейных кораблей: 1) американская система (фиг. 12)—наиболее жизненные части ко-



Фиг. 12.



Фиг. 13.

рабля (механизмы, котлы, погреба, башни, рубки) покрываются толстой броней до 406 мм (высота броневоего пояса, защищающего пловучесть, доходит до 4 м); 2) англо-германская система (фиг. 13), при к-рой защищается не только пояс по ватерлинии (пловучесть), но и пояс остойчивости корабля за счет утоньшения брони главного броневоего пояса и уменьшения его высоты. Большое внимание в последние годы уделяется бронированию палубы от навесных попаданий снарядов и авиабомб. Для лучшего сопротивления бронированию бронируются 2—3 палубы с общей толщиной защиты до 125—150 мм. Палубная броня крейсеров колеблется 37 ÷ 50 мм, и только японские крейсера постройки 1924 г. имеют бронированную палубу толщиной 127 мм (см. *Броня и Военные суда*). В. Свободин и Е. Ляпидевский. Лит.: Ш в е д е Е., Военные флоты, Л., 1926.

СУДОВАЯ РАДИОСТАНЦИЯ, комплекс радиостанций, установленных на морском или речном судне. С. р. состоит из следующих основных частей: 1) передающее устройство (см. *Передатчик, Радиопередатчик*), 2) приемное устройство (см. *Ламповый приемник*), 3) источник

питания передающего и приемного устройств; часто С. р. придают еще специальные устройства, обеспечивающие безопасность плавания: автоматич. податчики сигналов тревоги и бедствия, *пеленгаторы* (см.). В зависимости от ряда условий (протяженность рейса судна, размеры последнего и др.) количество и типы указанных выше частей С. р. варьируются для различных судов. Радиосвязь (см. *Беспроволочная связь*) на морском транспорте играет главенствующую роль среди всех видов связи, поскольку другие виды связи дают сравнительно ограниченные дальности действия. Ок. 80% всех С. р. имеют еще *искровые передатчики* (см.); в СССР на морских судах Наркомвонда ламповые передатчики составляют ок. 60% общего количества судовых передатчиков. На большинстве С. р. имеются ламповые приемники. Радиосвязь на водном транспорте слагается из следующих основных операций, определяющих требования к аппаратуре С. р.: 1) прием циркулярных сообщений, передаваемых береговыми радиостанциями (сигналы времени, сообщения о погоде, пресса и др.); 2) двусторонняя телеграфная связь С. р. с береговыми и другими судовыми радиостанциями для передачи и приема сообщений, касающихся эксплуатации судна, и частных радиограмм; 3) прием и передача сигналов, имеющих отношение к обеспечению безопасности судоходства (сигналы тревоги и бедствия и др.); 4) двусторонняя телефонная связь С. р. с береговыми и судовыми радиостанциями, обеспечивающая разговор по телефону между пассажирами судов и берегом; 5) медицинское обслуживание судов по радио. Второй и четвертый виды радиосвязи имеют весьма большое развитие на морских линиях, связывающих Европу с Америкой. Для указанных видов радиосвязи по международным правилам, установленным впервые в Вашингтоне в 1920 г., используется несколько диапазонов частот. Так, для целей связи на расстояниях порядка до 800 км пользуются обычно диапазоном частот $f=375 \div 500$ kHz (длины волн $\lambda 800 \div 600$ м); $f=500$ kHz ($\lambda=600$ м) является международной частотой вызова и бедствия. Для связи на большие расстояния между судами и берегом, а также для связи между береговыми (портовыми) радиостанциями используется диапазон частот $125 \div 167$ kHz ($\lambda=2 400 \div 1 800$ м); частота вызова в этом диапазоне равна 143 kHz ($\lambda=2 100$ м). Максимальное допустимое колебание частоты для С. р., работающих частотой <550 kHz ($\lambda > 545$ м), — 0,1% (по международному соглашению в Гааге в 1929 г.). Тот же самый допуск колебания частоты установлен для береговых радиостанций. Передача прессы для судов за границей производится очень часто мощными длинноволновыми передатчиками ($f < 30$ kHz, $\lambda > 10 000$ м). В последнее время за границей и в СССР в практику радиосвязи на морском и речном транспорте весьма прочно вошли *короткие волны* (см.) ($f > 3 000$ kHz, $\lambda < 100$ м). В силу специфики условий распространения этих волн их использование обычно имеет место на линиях связи, протяженность которых превышает 600—800 км. Частоты связи в коротковолновом диапазоне до сих пор не регламентированы каким-либо международным соглашением. К аппаратуре С. р. предъявляется ряд требований, отличающих С. р. от радиостанций сухопутной. 1) Питание передатчиков осуществляется с помощью двигателей-генераторов

(см. *Преобразователь*), приводимых в действие от судовой электр. сети постоянного тока. Генератор вырабатывает или постоянный ток, подводимый прямо к катодам и анодам ламп передатчика, или переменный ток, подводимый к выпрямителю передатчика. С целью обеспечения надежности работы передатчиков С. р. часто устанавливается на судне резерв питания. Для маломощных передатчиков С. р. питание обычно берется от двигатель-генераторного устройства, подающего ток звуковой частоты (порядка $700 \div 1 000$ Hz) на аноды ламп передатчика. 2) Ограниченные размеры радиорубки на судне, а также малые размеры мачт и протяженности судна заставляют предъявлять жесткие требования к размерам и мощностям передатчиков С. р. Это приводит к тому, что средняя мощность передатчиков С. р. колеблется от 0,25 до 0,5 kW и редко превышает 1 kW (для крупных океанских судов). 3) Большая проводимость морской воды позволяет обходиться без применения специальных заземлительных устройств для судовой радиосети (см.), что облегчает конструирование антенного устройства С. р.; заземление производится на металлич. обшивку судна. Сравнительно малые потери в заземлении дают высокий КПД судовой радиосети. 4) Необходимость обеспечения циркулярной передачи С. р., а также сравнительно малые размеры судов не позволяют применять направленные излучающие радиосети, что приводит к понижению дальности действия радиостанции сравнительно с современными коммерческими радиостанциями в случае передачи и к повышению уровня помех в случае приема. 5) Эксплуатационные требования приводят к необходимости обеспечения быстрого перехода на передатчике с одной частоты на другую, а также с передачи на прием и обратно. Это требование осуществляется применением штурвалов от элементов настройки контуров передатчика; штурвалы выводятся на переднюю панель (управления) передатчика. На крупных судах, где имеется несколько передатчиков, применяется кнопочная система управления, монтируемая на центральном пульте радиорубки. Современные конструкции С. р. дают возможность перехода передатчика с одной частоты на другую в течение ок. 30 сек. и вместе с тем обеспечивают быстрый пуск любого из передающих и приемных устройств С. р. 6) В устройствах для телефонных разговоров пассажиров судна с берегом требуется применение дуплексной работы приемно-передающего устройства на судне. Ряд крупных океанских судов, курсирующих между Европой и США, имеет дуплексные установки для телефонии на коротких волнах между судном, с одной стороны, и Лондоном и Нью-Йорком, — с другой; частоты корреспондирующих станций отличаются на ~ 200 kHz; передатчик и приемник управляются с помощью голоса. 7) Обеспечение навигации требует применения устройств, позволяющих в любой момент определять местонахождение судна, когда оно находится вне порта. Как известно, для этой цели служат разнообразное устройства, напр. *пеленгаторы* (см.), *радиомаяки* (см.) и др. 8) Специфические условия работы С. р. требуют применения защиты этих устройств от разрушающего влияния морской воды, воздуха, насыщенного парами воды, высокой t° и др. 9) В силу большой скученности всякого рода механических и электрических установок на судне радиоприем на нем является более затруднительным,

чем на суше, вследствие влияний (помех), испытываемых от этих установок. Источниками помех служат электрич. машины, магнето бензиновых двигателей, вибрации судна и ряд других; велики также помехи от С. р., работающих на смежных частотах одного и того же сильно насыщенного диапазона частот, отведенного для С. р.; поэтому на С. р. радиоприемные устройства д. б. с более высокой *избирательностью* (см.), чем приемные устройства на суше. 10) Вибрации судна налагают на условие получения стабильности частоты передатчиков более жесткие требования, чем для стационарных радиопередатчиков. Амортизация передающих устройств д. б. вследствие этого более совершенной. 11) По решению Международной радиоконференции (Вашингтон, 1920 г.) все суда, оборудованные передатчиком, должны также включать в свое оборудование специальный, аварийный передатчик. Он должен обеспечивать передачу сигналов тревоги и бедствия, а также радиосвязь в течение некоторого промежутка времени даже и тогда, когда приведен в негодность (напр. залит водой) основной источник питания С. р., помещающийся обычно в трюме судна ниже *ватерлинии* (см.). Аварийный передатчик в основном состоит из аккумуляторной батареи весьма большой емкости для питания передатчика в течение минимум двух часов и собственно передатчика. Передатчик этот берется или искровым (напр. в СССР) или тональным (как в США); в последнем случае имеется двигатель-генератор, питаемый аккумуляторами и дающий на аноды ламп передатчика ток звуковой частоты. Все устройство аварийного передатчика устанавливается выше уровня ватерлинии судна. Мощность аварийного передатчика порядка до 100 W; частота 500 kHz. Сигналы тревоги состоят из посылок 12 тире длительностью по 4 ск. каждое и перерывов между ними по 1 ск.; продолжительность сигнала тревоги 1 мин. Сигналы бедствия, следующие за сигналами тревоги, состоят из след. посылок: а) три раза подряд дается слово «SOS», затем сообщают: б) позывные судна, терпящего бедствие, и в) географические координаты судна в момент подачи сигналов. Посылки сигналов бедствия периодически повторяются. С целью автоматизации посылки сигналов тревоги и бедствия в последнее время начинают входить в употребление автоматич. податчики сигналов тревоги и бедствия. Необходимость в таких устройствах имеется потому, что для автоматического приема сигналов тревоги существует и широко применяется аппаратура, работающая лишь в том случае, если продолжительность тире и пауз не отличается от нормальных (регламентированных) более чем на +0,5 ск. Поскольку однако ручная подача в условиях бедствия м. б. не вполне точной, нет абсолютной уверенности в том, что правильно сработает автоматич. приемник сигналов тревоги на судне, находящемся в районе бедствия. Автоматические податчики сигналов строятся или на принципе сочетания ряда дисков, вращаемых пружинной или электродвигателем, или на принципах, лежащих в основе автоматич. телефонии. Автоматич. приемники сигналов тревоги характеризуются селектором, выделяющим сигналы «SOS» из всех других, и представляют собой комбинацию различных электромагнитных реле с выдержкой времени. После приема правильно поданных сигналов тревоги селектор замыкает сигнализационную цепь, включающую оптич.

(свет) или акустические (звонок) устройства, извещающие персонал судна о принятии сигналов тревоги.

Ламповые С. р. по своим схемам не отличаются от обычных ламповых *радиопередатчиков* (см.); о схемах, характеристике и типе конструкции искровых С. р. см. *Искровой передатчик*.

Лит.: Wilson W. a. Espenschied L., Radiotelephone Service to Ships at Sea, «Bell System Techn. Journ.», N. Y., 1930, v. 18, 7; Angwin A., Ship a. Shore Terminal Equipment, «Electrical Communication», 1930, 9, July; Lee A. G., Radio Communication Services of British Post Office, «Proc. of the Inst. of Radio Eng.», N. Y., 1930, v. 18, 10; Heising R. A., Effect of Shore Station Location upon Signals, *ibid.*, 1932, v. 20, 1; Anderson C. H. a. Lattimer J. E., Operation of Ship-Shore Radiotelephone System, *ibid.*, 1932, v. 20, 3; Burnes I. F., The Communication System of the Radiomarine Corporation of America, *ibid.*, 1932, v. 20, 3; Purves Thomas, Ship-Shore Radio-Telephony, «The Electrician», L., 1930, v. 104. **Н. Сивтов.**

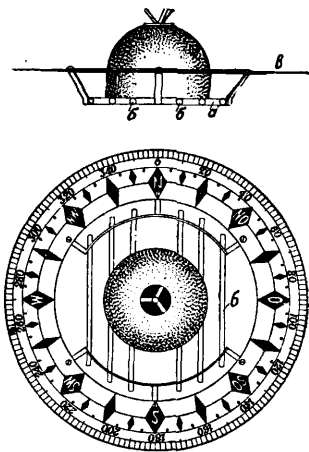
СУДОВОЙ КОМПАС, мореходный инструмент,

служащий для определения положения на горизонте главных стран света и непрерывного указания курса корабля во время плавания. Существует два типа С. к.: магнитные и механические — гироскопические (см. *Волчок* и *Электронавигационные приборы*). Действие первых основано на свойстве магнитной стрелки, свободно вращающейся вокруг вертикальной оси, устанавливаться в каждом месте земли по определенному направлению, именно в плоскости магнитного меридиана данного места. Действие вторых основано на свойстве быстро вращающихся тел сохранять постоянство направления оси вращения в пространстве. Поместу своей установки на корабле С. к. разделяются на главные, путевые, боевые и шлюпочные. Главные компасы устанавливаются наверху, на открытых местах, на мостиках, на крышах рубок и т. д. По главному С. к. назначается курс судна и производится определение его места во время плавания (см. *Навигация*). Путевые С. к. устанавливаются во всех постах управления кораблем, и по ним рулевой ведет корабль по заданному курсу. Боевые С. к. устанавливаются в боевых рубках и других защищенных броней постах управления. Шлюпочные С. к. простого устройства и малого размера применяются при плавании на яхтах, шлюпках и мелких промысловых судах.

По роду своего устройства магнитные С. к. бывают «сухие», у которых магнитные стрелки находятся в воздухе, и «с картушкой в жидкости», где магнитные стрелки помещаются в жидкости (42° винный спирт).

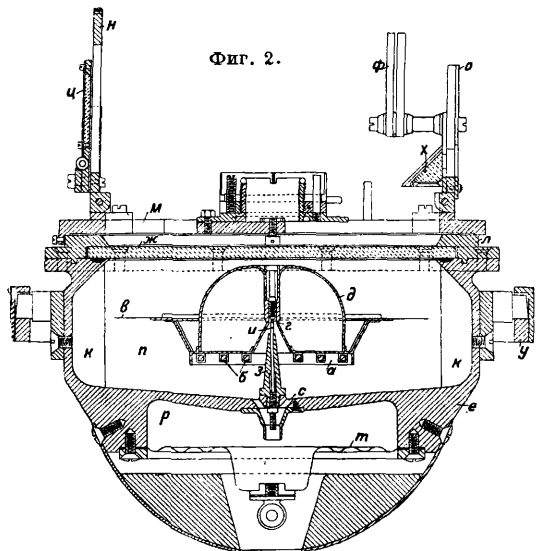
Кроме того С. к. именуются еще по диаметру своей картушки: «8-двоймовые» (200 мм), «7¹/₂-двоймовые» (193 мм), «5-двоймовые» (127 мм) и т. д.

Главной частью магнитного С. к. является *картушка* — круглая алюминиевая оправка а (фиг. 1 и 2), несущая на себе систему из нескольких пар магнитных стрелок б. Стрелок в картушке всегда бывает четное число (от 2 до 8,



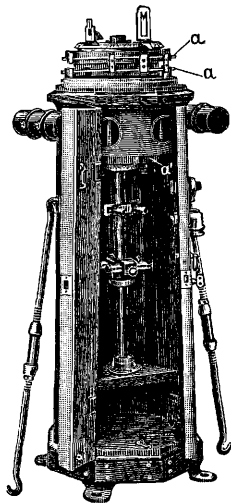
Фиг. 1.

большей частью 6). Стрелки делаются или круглого сечения диаметром 1,7 мм или квадратного 3,3×3,3 мм (различной длины: от 49,1 до 77,2 мм) и располагаются параллельно друг другу одноименными полосами в одну сторону. Концы стрелок располагаются по окружности. По краю ободка картушки наклеивается бумажный (для сухих) или целлюлоидный (для компасов с картушкой в жидкости) кружок 6,



разбитый по часовой стрелке на градусы от 0 до 360° через 1 или 1/2° и на румбы. Диаметр 0—180° картушки совпадает с магнитной осью системы стрелок, причём 0° обозначает N картушки. В центре \ast картушки укрепляется точка z —небольшой твердый камень (сапфир или агат) с выемкой внизу. Вес сухой картушки ок. 13,5 г. У компасов с картушкой в жидкости картушка делается более тяжелой и имеет в центре пустотелый металлич. поплавок ϕ , пловучесть которого уменьшает вес картушки. Картушка помещается внутри котелка e (фиг. 2)—медного или бронзового сосуда цилиндрической или полушаровой формы, закрытого сверху стеклянной крышкой $нс$. В центре дна котелка укрепляется колонка z , в которую ввинчивается выступающая из нее шпилька $и$. На стальное или иридиевое острие этой шпильки и накладывается своею точкой картушка a . Подобное устройство обеспечивает минимальное трение при поворотах картушки, а также делает С. к. очень чувствительным, т. е. способным указывать малейшие изменения курса корабля. На противоположных концах одного и того же диаметра котелка укреплены две вертикальные проволоки или тонкие пластинки $кк$, служащие курсовыми чертами. Вертикальная плоскость, проходящая через курсовые черты, называется диаметральной плоскостью С. к.; при установке С. к. на корабле она совмещается с диаметральной плоскостью последнего. Тогда деление картушки, приходящееся против носовой курсовой черты котелка, непосредственно указывает компасный курс корабля. На крышке котелка наносится градусные деления от 0 до 360°—азимутальный круг С. к. и помещается пеленгатор $м$ —линейка с диоптрами $и$ и $о$ для определения направлений—пеленгования с корабля на береговые пред-

меты или небесные светила. Пеленгатор вращается вокруг шпильки, вделанной в стеклянную крышку котелка, или (как на фиг. 2) скользит по азимутальному кругу. Глазной визор (мишень) $о$ снабжен двумя откидывающимися цветными стеклами ϕ и призмой $х$, позволяющей отсчитывать румб пеленга на картушке компаса, не отнимая глаза от визора. Предметный визор снабжен откидным черным зеркальцем $ц$ для взятия пеленга солнца. Наливаемая внутрь котелка жидкость, в которой вращается картушка, имеет назначением погашать колебания последней при качке. Вследствие большого трения магнитная система картушек в жидкости делается больших размеров и с большим магнитным моментом, чем у сухих С. к.; у сухого С. к. магнитный момент картушки ок. 300 ед. CGS, а у С. к. с картушкой в жидкости он достигает 1 500÷2 500 ед. CGS. Для предоставления жидкости возможности изменять свой объем с изменением t° в котелке устроены две камеры: верхняя $н$, где помещается картушка и к-рая д. б. сплошь заполнена жидкостью, и нижняя $р$, заполненная частично жидкостью, а частично воздухом. Обе камеры сообщаются между собой несколькими каналами $с$, расположенными вблизи центрапокатой стенки, разделяющей обе камеры. При расширении жидкости часть ее переходит по каналам из верхней камеры в нижнюю, сжимает заключающийся в последней воздух и слегка растягивает волнистую диафрагму $т$, закрывающую снизу нижнюю камеру. При уменьшении объема жидкости часть последней под давлением воздуха, собравшегося в верхней части нижней камеры, переходит из нижней камеры в верхнюю и не дает образоваться в ней паровому пузырьку. Котелок С. к. на карданном подвесе $у$ устанавливается на пружинный подвес $а$ и $к$ то у $з$ (фиг. 3)—деревянного шкалика, прочно прикрепляемого четырьмя болтами к палубе корабля. Сверху нактоуз закрывается медным колпаком (на фиг. 3 снят) сферич. или конич. формы, защищающим котелок и внутренность нактоуза от непогоды и содержащим в себе осветительный прибор для освещения компаса ночью. В медном колпаке имеются закрываемые ширмами застекленные окна. Так как при пользовании медными колпаками ночью со стороны видно много света, чем в военное время корабль может выдать свое место, существуют глухие боевые крышки, в которых освещение судовым компасом производится посредством двух небольших питаемых переменным током электрических лампочек. Боевая крышка плотно надевается на котелок судового компаса и не дает света по сторонам, обеспечивая полную невидимость со стороны освещения компаса. Внутри нактоуза в девиационном приборе $а'$ помещаются магниты—уничтожители девиации, а снаружи для той же цели к нактоузу прикрепляется мягкое железо в виде отрезков газовых труб, круглых брусков, шаров и пр.



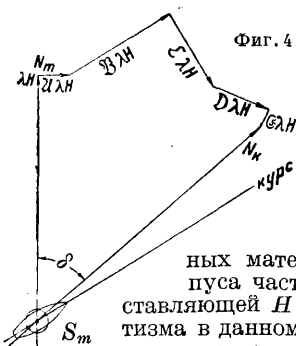
Фиг. 3.

Главнейшим недостатком магнитного С. к. является зависимость его показаний от магнитного состояния корабельного корпуса. Под действием судового железа, намагничиваемого полем земли, магнитная стрелка устанавливается в плоскости к о м п а с н о г о м е р и д и а н а, составляющего с плоскостью магнитного меридиана угол, называемый д е в и а ц и е й (δ). В магнитном отношении различают два вида железа: твердое и мягкое. Твердое железо трудно намагничивается, но сохраняет полученные магнитные свойства довольно долгое время; мягкое железо обладает обратными свойствами—легко намагничивается, но столь же легко и теряет свои магнитные свойства по удалении из магнитного поля. Учет влияния судового железа, которое бывает двух родов и в целом представляет собой тело неопределенной формы, в математической форме возможен пока только лишь для частного случая нахождения железного бруска в однородном и слабом магнитном поле (таким магнитным полем и является земное). Именно для этого случая французский геометр Пуассон дал гипотезу, сводящуюся к двум положениям: 1) намагничивание железной массы произвольной формы пропорционально намагничивающей силе, если эта сила постоянного в данной массе направления, и 2) получающаяся магнитная ось имеет в данной массе постоянное направление, не совпадающее в общем случае с направлением намагничивающей силы. Возьмем прямоугольную систему координат с началом в центре магнитной стрелки и разложим силу магнетизма T на три составляющие: X , Y и Z . Каждая из этих составляющих будет намагничивать мягкое железо корабля, к-рое следовательно начнет действовать на северный конец магнитной стрелки силами mX , nY и lZ , имеющими по Пуассону постоянное относительно корабля направление и пропорциональными силам X , Y и Z . Разложив силы mX , nY и lZ , а также силу F' (постоянную по величине и направлению) от магнетизма твердого железа (а также и магнетизма мягкого железа, вызываемого им) по трем избранным осям и затем просуммировав их по каждой оси в отдельности, получим ур-ия Пуассона

$$\begin{aligned} X' &= X + aX + bY + cZ + P \\ Y' &= Y + dX + eY + fZ + Q \\ Z' &= Z + gX + hY + kZ + R, \end{aligned}$$

являющиеся основанием всей теории девиации. Указанные ур-ия, не содержа в явном виде курса корабля, были преобразованы Арчибалдом Смитом, к-рый

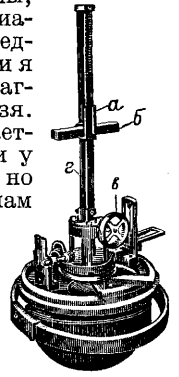
все эти силы свел к 6 силам, сохраняющим в данном месте земли свою величину и не зависящим от курса корабля. Силы эти следующие: λH —некая непоглощенная экранирующими массами диамагнитных материалов судового корпуса часть горизонтальной составляющей H силы земного магнетизма в данном месте; эта сила и направлена по магнитному меридиану $N_m S_m$ (фиг. 4) данного места и заставляет компасную стрелку удерживаться в меридиане; λH —сила, перпендикулярная к $N_m S_m$ и производящая п о с т о я н н у ю на всех курсах



Фиг. 4.

девиацию; λH и $\mathcal{E}H$ —силы, обязанные остаточному магнетизму твердого железа судового корпуса и направленные параллельно курсу (λH) и перпендикулярно ему ($\mathcal{E}H$); эти силы производят п о л у к р у г о в у ю девиацию, т. е. такую, которая при повороте корабля на 360° два раза обращается в 0; и наконец силы $\mathcal{A}H$ и $\mathcal{C}H$, вызываемые действием на мягкое судовое железо остаточного магнетизма твердого судового железа и направленные: первая параллельно зеркальному отражению магнитного меридиана в диаметральной плоскости корабля, вторая—перпендикулярно ей; силы эти производят четвертную девиацию, которая при повороте корабля на 360° четыре раза обращается в 0. Коэф-ты \mathcal{A} , \mathcal{B} , \mathcal{C} , \mathcal{D} и \mathcal{E} , называемые коэф-циентами девиации, представляют собой отвлеченные величины, характеризующие сравнительную величину возмущающих сил по отношению к направляющей силе λH . При поперечном крене корабля сила $\lambda \mathcal{C}H$ получает прибавку, креновую девиацию, пропорциональную углу крена: $\lambda \mathcal{C}H = \mathcal{C}H - \lambda \chi Ni$, где i —угол крена, а $\chi = \frac{tg \theta}{\lambda} \left[\frac{R}{Z} + (k - e) \right]$. При продольном крене будем иметь $\lambda \mathcal{B}H = \mathcal{B}H - \lambda \chi_1 Ni$, где $\chi_1 = \frac{tg \theta}{\lambda} \left[\frac{R}{Z} + (k - a) \right]$.

В этих ф-лах: θ —магнитный угол наклонения, а R , Z , λ , a , e и k —силы и коэф-ты трех ур-ий Пуассона. Т. к. указанные пять возмущающих сил на современных больших стальных судах достигают значительной величины, вследствие чего появляется девиация порядка $50-60^\circ$, то без предварительного у н и ч т о ж е н и я девиации на таких судах магнитным С. к. пользоваться нельзя. Уничтожение девиации заключается в искусственном образовании у С. к. сил, равных по величине, но обратных по направлению силам судового магнетизма. Тогда в результате совместного действия судового магнетизма и магнитных сил м а г н и т о в у н и ч т о ж и т е л е й с кусками мягкого железа девиация будет сведена до минимальных размеров и останется порядка $1-2^\circ$, что уже не имеет практич. значения.

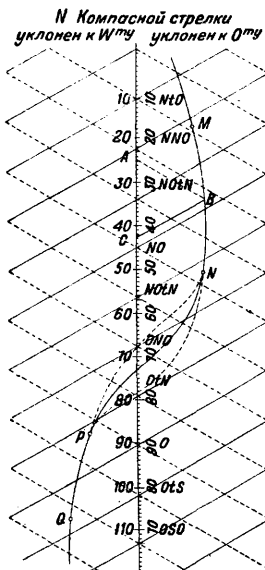


Фиг. 5.

Уничтожение полукруговой девиации состоит в уравнивании направляющих сил на двух противоположных компасных курсах. Для этой работы служит специальный прибор—д е ф л е к т о р. В нашем флоте употребляется дефлектор де-Колонга, служащий для измерения как горизонтальных, так и вертикальных сил. Дефлектор де-Колонга (фиг. 5) состоит из укрепленного в салазках a измерительного магнита b , к-рый помощью кремальерки c можно передвигать вдоль вертикальной шкалы z с делениями. Своим основанием дефлектор ставят на чашку пеленгатора т. о., чтобы N измерительного магнита совпал с N картушки С. к.; при этом постоянный магнит b отклоняет картушку на нек-рый угол от компасного меридиана. Поднима или опускаемая измерительный магнит, добиваются такого его положения, при к-ром картушка окажется отклоненной ровно на 90° . В этот момент сила, посылаемая дефлекторным магнитом, уравнивается направляющую силу судового магнетизма и следовательно равна ей по величине,

но обратна по знаку. Для уточнения момента равенства сил служит маленький магнитик, помещенный в основании дефлектора, перпендикулярно к измерительному магниту. По направлению этого перпендикулярного магнита и становится катушка в момент равенства сил. Отсчет, сделанный по левой шкале дефлектора, дает величину направляющей силы в относительных, т. е. дефлекторных единицах. Измерив направляющие силы на компасных курсах N и S, рассчитывают среднюю силу и, установив дефлекторный магнит на отсчет этой средней силы, вкладывают в нактоуз продольные магниты, помощью которых возвращают катушку в отклоненное на 90° от меридиана положение. Тогда продольная сила магнетизма корабля будет уничтожена. Проведая ту же работу на компасных O- и W-курсах, поперечными магнитами уничтожают поперечную судовую магнитную силу. Для измерения вертикальных сил ставят измерительный магнит дефлектора вертикально, вынимают перпендикулярный магнитик, а обыкновенную катушку заменяют наклонной с качающейся магнитной системой стрелок. Для этого приходится котелок с катушкой в жидкости заменять специальным сухим котелком. Вертикальные силы измеряют для уничтожения креновой девиации, появляющейся при качке судна. Чтобы креновая девиация была уничтожена, необходимо вертикальную судовую силу, как показывает теория, довести до величины $Z' = \frac{H'O + H'W}{2} \cdot \frac{Z}{H}$, где

$H'O$ и $H'W$ — направляющие силы, измеренные на корабле на магнитных O- и W-курсах, а Z и H — вертикальная и горизонтальная составляющие



Фиг. 6.

силы земного магнетизма, измеренные на берегу. Креновая девиация уничтожается вертикальным магнитом, висящим на цепочке внутри центрального прибора девиационного прибора. Четвертная девиация уничтожается подбором мягкого железа, дающего те же коэффициенты \mathcal{D} и \mathcal{E} , которые дает судовой корпус, но с обратными знаками. Эта работа выполняется частью на корабле, где из наблюдений определяются коэффициенты \mathcal{D} и \mathcal{E} , а частью на берегу, где производится подгонка компаса соответствующего железа. По окончании уничтожения девиации производится определение остаточной девиации по сравнению компасных пеленгов с магнитными, для чего в некоторых портах устраиваются специальные девиационные знаки. Остаточная девиация определяется для нескольких румбов, по которым интерполируют значения девиации для промежуточных курсов. Для удобства интерполирования выражают данные наблюдений в форме диаграммы Нэпир (фиг. 6), где в системе косоугольных координат (угол между осями равен 60°) наносятся на развернутой катушке компаса NS истин-

ные румбы (сплошные прямые) в фи-и компасных (пунктирные прямые). Так напр., компасный румб $NO 24^{\circ}30'$ (точка A) соответствует магнитному румбу $NO 42^{\circ}40'$: от A идут параллельно пунктирной прямой до пересечения с кривой в точке B и оттуда параллельно сплошной прямой до пересечения в точке C с основной осью. Обычно O-ые отклонения откладываются направо, W-ые — налево.

Помещение вблизи компаса магнитов-уничтожителей и мягкого железа для уничтожения девиации противоречит допущению Пуассона, что размеры магнитных стрелок малы по сравнению с расстоянием их до ближайших масс судового железа, и вызывает появление девиаций высших порядков: шестерной, восьмерной, десятерной и т. д. Теория показывает, что девиации высших порядков м. б. уничтожены рациональной конструкцией самой катушки — надлежащим расположением стрелок в катушке. Этот вопрос, один из наиболее интересных и трудных в теории девиации, был приближенно решен еще А. Смитом и вкостороне выяснен работами наших ученых А. Н. Крылова, П. А. Домогорова и В. М. Розенберг.

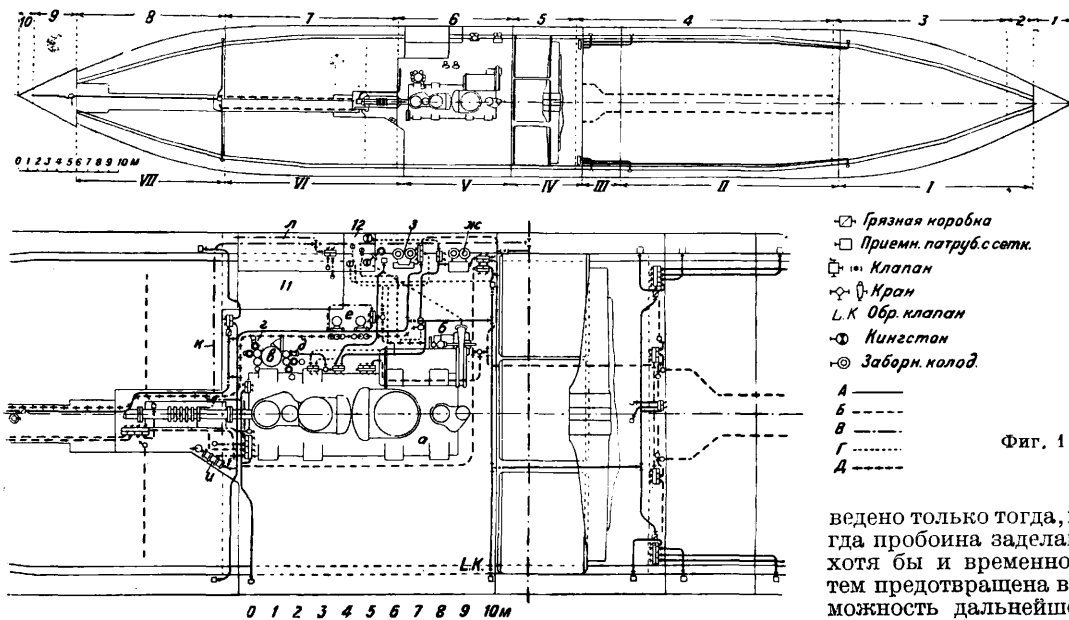
Лит.: Сакеллари Н., Описание мореходных инструментов, ч. 1, Л., 1928; Хлюстин Е., Девиация магнитного компаса, Л., 1927; Павлов В., Магнитный компас на корабле, 2 изд., П., 1918; Сакеллари Н., Лекции по девиации, ч. 2, Л., 1929 (литогр.); Крылов А., Вычисление делений дефлектора компаса, «Записки по гидрографии», 1887, вып. 2; его же, О расположении стрелок в катушке компаса, «Морской сборник», СПб, 1886, 5; Домогаров П., Теоретическая девиация, вып. 1, ч. 1, «Записки по гидрографии», 1919, т. 44; его же, Элементарная аналитическая теория дефлектора и его расчет, там же, 1923, т. 46; Розенберг В., К вопросу о расположении стрелок в катушке компаса, там же, т. 48, 1924; Домогаров П., Теоретическая девиация, ч. 2, там же, 1928, т. 54; Редигер Ф. и Оглобинский И., Руководство по девиации компасов, М., 1895; Покровский С. И., Магнетизм, Л., 1927; Крылов А., О земном магнетизме, П., 1922; Минорский И. Н., Жирноскоп. компас, П., 1916; Кудревич В. И., Теория гирокомпаса, компас, 2 изд., Л., 1929; его же, Элементарная теория и практика гирокомпаса, ч. 2.—Практика, Л., 1925; его же, О гирокомпасе Броуна, Записки по гидрографии, изд. Главн. Гидрограф. Управления, т. 46, 1923; Михайлов Д., Гирокомпасы Сперри марин VI и марка VIII, Ленинград, 1929; Палецкий П., Одограф Вильбе, Ленинград, 1926.

СУДОВЫЕ СИСТЕМЫ, совокупность трубопроводов, снабженных арматурой и обслуживаемых специальными механизмами, предназначенных для перемещения жидкостей или газов внутри судна в целях обслуживания его потребностей. Все системы как военных, так и коммерческих судов можно разделить на: 1) обеспечивающие живучесть судна, т. е. плавание его в нормальном состоянии или в случае аварии; 2) обслуживающие бытовые потребности личного состава. Резкую разницу между этими группами провести трудно, т. к. некоторые системы принадлежат к обеим указанным группам (вентиляция).

К 1 группе для коммерч. судов можно отнести системы: а) осушительную, б) балластную, в) пожарную, г) погрузочно-разгрузочную (для нефтеналивных судов). Для военных кораблей добавляют след. системы: д) водоотливную, е) спускную и перепускную, ж) затопления и орошения погребов боевых запасов, з) вентиляции, и) охлаждения погребов боевых запасов. Ко 2 группе систем как для военных, так и для коммерч. судов относятся: к) водопроводы пресной, береговой и соленой (заборной) воды, л) фановая и сточная системы, м) вентиляция судовых помещений, н) охлаждение судовых помещений, о) паровое отопление. Работа некоторых С. с. тесно связана между собою.

Основными требованиями, предъявляемыми к системам, являются простота и надежность устройства, полное обеспечение своевременного действия, наибольшая живучесть системы и полная гарантия в том, что сама система не вызовет потери судном или его отдельными отсеками живучести. Фиг. 1 схематически изображает главные С. с. грузового парохода. Судно разделено поперечными водонепроницаемыми пере-

ды, А—осушительный, В—балластный, В—питьевой воды и Д—различные трубопроводы. **Водоотливная система** предназначена для удаления больших масс воды, попавших внутрь военного корабля через пробоину от взрыва торпеды, мины или аэропланной бомбы или же через пробоину вблизи грузовой ватерлинии от действия артиллерийского огня. Удаление попавших в корабль масс воды м. б. произ-



Фиг. 1.

борками на следующие помещения: два передних грузовых трюма I и II, за которыми следует угольная яма III, котельное IV и машинное V отделения, затем два задних грузовых трюма VI и VII. Распределение цистерн и назначение междулонного пространства следующие. С носа таранной переборкой отделяется форпик 1, осушаемый помпой или донкой, устроенной на верхней палубе. За форпиком идет сухой танк 2, к к-рому примыкает балластная цистерна 3, используемая также в качестве цистерны пресной воды; наполнение последней производится через вентиляционные трубы. В корме междулонное пространство используется в качестве балластной цистерны 4, под котельным отделением—междулонное сухое пространство 5, затем следует цистерна питательной воды для котлов 6 и балластные цистерны 7 и 8, из к-рых первая м. б. употреблена для хранения пресной воды. Далее идет сухое отделение 9, в к-ром окончатываются дейдвудные трубы, самая оконечность кормы занята ахтерпиком 10. В машинном отделении помещаются цистерны для питьевой воды 11 и морской воды 12. На чертеже машинного и котельного отделений обозначают: а—главная паровая машина, б—циркуляционный насос охлаждающей воды для конденсатора, в—воздушный насос, г—главный питательный насос, д—осушительный насос (в, г и д работают от главной машины), е—вспомогательные питательные насосы, жс—балластный насос, з—паровой насос (для осушительного, балластного, забортного и питьевого трубопроводов), и—ручной насос для питьевой воды, к—труба для наполнения цистерны питьевой водой, л—нагнетательная труба от насоса питьевой во-

Обеспечить удаление воды из затопленного отделения при незаделанной пробоине водоотливная система не может. Количество воды, проникающей в час через пробоину площадью в 1 м², находящуюся на 6 м ниже грузовой ватерлинии, составляет ок. 30 000 м³. Т. к. современные пробоины имеют площадь до сотни м², а мощность всех водоотливных средств на самом большом военном корабле не превосходит 10 000 м³/ч, то очевидно, что обеспечить корабль такими мощными водоотливными средствами, которые могли бы откачать воду из него при незаделанной пробоине, невозможно. Водоотливная система служит также для удаления значительных масс воды из отделения, смежного с затопленным, куда вода может попасть вследствие фильтрации через переборки. Каждый значительный отсек военного корабля кроме концевых имеет свои независимые водоотливные средства. Автономность водоотливных средств каждого отсека впервые полностью осуществлена в русском судостроении, а затем заимствована Германией и другими странами.

Водоотливная система состоит из центробежных насосов (называемых турбинами), которые приводятся в действие электромоторами или гидромоторами. Мощность насосов колеблется от 250 до 750 м³ воды в час. Расчет мощности насоса для данного отделения ведется так, чтобы он мог после заделки пробоины выкачать воду из всего отделения в течение 0,5—1,0 ч.; вместе с тем мощность его д. б. достаточной для откачки фильтрационной воды, непрерывно поступающей из затопленного, смежного с данным отделением, в количестве 15—20% в час от объема затопленного отделения. Насосы уста-

ведено только тогда, когда пробоина заделана, хотя бы и временно, и тем предотвращена возможность дальнейшего притока воды извне.

навливают возможно ниже; они берут воду из-под себя, а иногда из соседнего отделения, не имеющего насоса. У конца приемной трубы ставят сетку для предохранения от засорения мусором. На военных судах отверстия отливных труб помещаются ниже грузовой ватерлинии в виду нецелесообразности прорезания брони отверстиями, а также в целях предохранения труб от разбития осколками снарядов. Каждая отливная труба снабжается невозвратным клапаном, препятствующим проникновению в нее воды снаружи, и винтовым клинкетом, разобщающим трубу от заборной воды. Диаметры отливных труб колеблются 175—250 мм; для них применяют стальные оцинкованные трубы. Электромоторы ставят на одном валу с насосом, причем корпуса их делают водонепроницаемыми. Такая установка достаточно компактна, а сами электромоторы надежно защищаются от разбития осколками снарядов во время боя. Недостатком установки является отсутствие доступа к электромотору во время его работы и следовательно невозможность его исправления в это время.

Простой по устройству, компактной и надежной является гидравлическая водоотливная система. Обычная отливная турбина снабжается гидромотором системы Ильина или турбиной Пельтона (см. *Двигатели гидравлические*), которые и приводят ее в движение. Сущность гидромотора состоит в том, что на одном валу с помпой насаживается двухступенчатая гидравлич. турбина, в к-рую поступает рабочая вода под давлением из пожарной магистрали. Отрабатывшая вода из гидромотора уходит в отливную трубу. Кпд такой установки равен ~0,5. При расходе воды на работу гидромотора 60 м³/ч и высоте напора в 8 м мощность помпы достигает 500 м/ч; помпа мощностью в 350 м расходует 39 м³/ч воды. Управление помпами происходит с нижней или средней палубы. На миноносцах для отливания воды иногда ставят паровые, гидравлич. или комбинированные паро-гидравлич. эжекторы. Парогидравлич. эжектор (фиг. 2) состоит из стального раструба *a*, расположенного у дна судна. К раструб присоединяется тройник *b*, заканчивающийся заостренной насадкой *в*. От одной ветви тройника труба идет к паровой магистрали, а от другой к пожарной магистрали. Вода в последнюю нагнетается под давлением 15—18 atm специальными помпами.

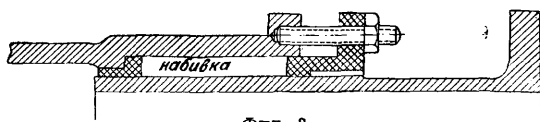


Фиг. 2.

Струя воды, пущенная в эжектор через одну ветвь тройника, создавая разрежение, выкачивает воду из трюма. Такое же действие оказывает и струя пара, в-кую можно пропускать через вторую ветвь тройника, предварительно разобшив пуск воды от напорной магистрали. Кпд эжектора незначителен, чем вызывается большой расход пара или воды.

Осушительная система на коммерческих судах служит для удаления небольших количеств воды, попавшей внутрь судна, например при отпотевании обшивки судна из-за фильтрации воды вследствие нарушения в некоторых местах плотности заклепочных соединений, случайного попадания воды через люки, горловины и другие отверстия в палубе, от заливания подшипников и т. п. На военных кораблях осушительная система удаляет также и остатки воды по-

сле работы водоотливной системы. Своевременное удаление трюмной воды из грузовых трюмов весьма важно для предохранения перевозимых грузов, и кроме того длительное пребывание в трюме судна воды вызывает разъедание краски и следовательно ржавление корпуса судна, чем обуславливается быстрый его износ. Для надежного осушения трюмов устраивают сборные колодцы, в к-рые вода поступает самооттеком. Перепускание воды из одних помещений в другие на коммерч. судах применяется редко во избежание нарушения целостности водонепроницаемых переборок и усложнения системы установкой на переборках клапанов и клинкетов, управляемых помощью штоков с палубы, до к-рой доведены переборки. На коммерч. судах без двойного дна вода скопляется у килля. Для обеспечения стока воды к месту ее естественного сбора во флорах и стрингерах делают сточные отверстия диаметром 50—100 мм; в вертикальных полках днищевых флорных угольников делают проточные отверстия размером 25 × 25 мм. На судах со вторым дном обычной конструкции сборные колодцы образуются с обоих бортов крайними стрингерами. Они называются льялами и снизу цементируются. Если настилка второго дна имеет уклон к диаметральной плоскости, то кроме бортовых колодцев делают средние колодцы в виде водонепроницаемого кармана в двойном дне глубиной около половины высоты второго дна. В машинном и котельном отделениях устраивают еще поперечные сточные колодцы, выделяемые из второго дна двумя водонепроницаемыми флорами; к ним ведут проточные отверстия от бортовых колодцев. Поперечные колодцы снабжают невозвратными клапанами, автоматически закрывающимися в случае повреж-



Фиг. 3.

дения наружной обшивки в пределах колодца. Объемы колодцев и льял не должны быть меньше 0,17 м³. Поперечные колодцы простигаются на 1—2 шпангоутные шпации. Для измерения количества воды в колодцах применяют ф у т ш к и, причем от трудно доступных мест выводят измерительные трубки на палубу. Для удаления воды из колодцев и льял на коммерч. судах применяют почти исключительно центральную систему осушения с расположением насосов или иных отливных средств в машинном отделении. Автономная система применяется на несамодвижущихся и парусных судах, где осушение производится помощью ручных насосов.

От осушительной системы требуется: 1) возможность независимого осушения отдельных трюмов как в прямом положении судна, так и при крене его; 2) безопасность от случайного затопления через трубопровод других помещений. Для выполнения первого условия в каждом помещении, подлежащем осушению, и к каждому сборному колодцу, или льялу, подводят приемные трубы. Все трубы подводятся в целях осуществления независимого осушения отдельных трюмных помещений к клапанам распределительным коробкам (фиг. 3), от к-рых идут приемные магистрали к насосам, предназначенным для осушения трюмов. Для обеспечения второго условия все распределительные коробки всегда снабжают невозвратными клапа-

ния водяного балласта отсеков второго дна и концевых цистерн является общепринятым. Количество балласта колеблется 15–20% от полной грузоподъемности дедейт, причем больший % относится к меньшим судам. Балластная система должна включать в себя: 1) устройства для приема водяного балласта; 2) устройства для перемещения балласта как по длине, так и по высоте судна; 3) устройства для полного или частичного удаления балласта. Балластная система обычно используется для приема и удаления пресной и питательной воды, хранящейся в некр-ых из цистерн второго дна. Концевые цистерны и цистерны второго дна заполняются самотеком, т. к. они расположены ниже уровня грузовой ватерлинии. Остальные виды цистерн снабжаются насосами, причем для некоторых типов цистерн возможно наполнение частично самотеком и частично насосами. Опораживаются цистерны посредством насосов. Система заполнения и опораживания цистерн централизована в машинно-котельных отделениях, хотя встречаются автономные установки для концевых цистерн. При централизованной системе на каждой балластной цистерне имеются самостоятельные отрезки труб, ведущие к распределительным клапанам в коробках, устанавливаемым в машинных и котельных отделениях. От коробок проходят приемные магистрали к насосам подобно устройству, применяемому для осушительной системы. Приемные коробки соединяются также с морем при помощи кингстонов для возможности заполнения цистерн самотеком. Наличие распределительных клапанов в коробках дает возможность не только опорожнить любую цистерну при помощи насоса, но и заполнить ее самотеком. В виде общего правила приемники балластного трубопровода располагаются в цистернах второго дна ближе к их кормовым концам. Число приемников для широких и плоскодонных цистерн—3: один у килля и два по бортам. Для концевых отсеков достаточно одного приемника у килля. На нефтеналивных судах для обслуживания носовой балластной цистерны устанавливают специальный балластный насос с механич. приводом. Все балластные цистерны д. б. снабжены воздушными трубками для удаления или поступления в них воздуха при заполнении или опорожнении их, а также приспособлениями для измерения количества водяного балласта. Наружные концы воздушных трубок выводятся выше грузовой ватерлинии на переборочную палубу, причем концы трубок отгибаются на 180° для предохранения от попадания в трубки грязи и воды. Для измерения количества воды применяются футштоки, для чего устанавливают измерительные трубки. Прокладка трубопровода балластной системы производится или вне второго дна или внутри его через вырезы во флорах. Последняя прокладка вызывает неудобства при производстве работ, при осмотре, а также при разборке и ремонте. Преимущества заключаются в исключении возможности повреждения груза при порче трубопровода. Не допускается прокладка трубопровода через цистерны пресной воды из-за опасения испортить пресную воду при повреждении труб. Через нефтяные цистерны прокладка труб не рекомендуется. Материал для труб такой же, как и для осушительной системы, причем при прокладке труб внутри второго дна применяют исключительно чугунные трубы. Конструкция клапанных коробок совер-

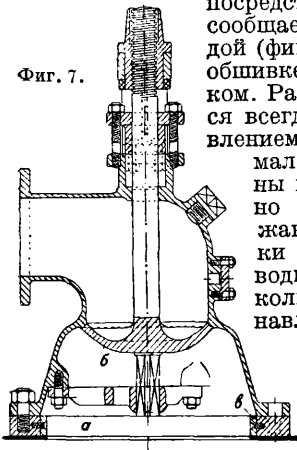
шенно схожа с таковой для осушительной системы, но клапаны нельзя делать невозвратными, т. к. через распределительные коробки приходится не только опораживать, но и заполнить цистерны. Приемные трубы делают чугунными и заканчивают раструбами. Для обслуживания балластной системы применяют паровые и электрич. насосы. Паровые насосы устанавливаются непосредственно поршневого типа дуплекс. Во избежание ударов во всасывающем трубопроводе применяют воздушные колпаки. Электрич. насосы применяют поршневого или центробежного типа, последние весьма компактны и легки. Производительность насосов колеблется от 60 до 300 т/ч; скорость воды в магистралях не должна составлять более 2 м/сек. Все отливные отверстия выводят выше грузовой ватерлинии и снабжают невозвратными клапанами. Отливные трубы делают медными, хотя для экономии применяют и стальные цельнотянутые. Балластные насосы стандартизованы.

Система для уничтожения крена и диферента применяется исключительно на военных кораблях и служит для выравнивания крена и диферента, возникших вследствие пробоя, полученных в бою, для чего прибегают к затоплению соответствующих противоположных отсеков, чем создается момент, обратный кренящему или диферентующему моментам. При этом осадка увеличивается, но уничтожаются нежелательные наклонения корабля, мешающие стрельбе. Для автоматич. перепуска воды из каждого бортового отсека одного борта в соответствующий отсек другого иногда делают трубы большого диам., идущие во втором дне поперек корабля. Бортовые отсеки, как наиболее удаленные от диаметральной плоскости, наиболее удобны для уничтожения крена. В нек-рых случаях устраивают большие водопротоки между бортовыми отсеками. Иногда затапливают бортовые угольные ямы, причем вода для затопления берется от ближайших кингстонов. Для уничтожения диферента в носу и корме оставляют свободные отсеки, к-рые при заполнении их водой создают необходимые диферентующие моменты. Противокренная магистраль идет над вторым дном по всей длине корабля. Она присоединяется к кингстонам для затопления погребов. Магистраль клапанами делится на части, соответствующие каждому кингстону. От магистрали идут отрезки в каждый из бортовых отсеков или в каждую из угольных ям или нефтяных цистерн. Каждый отрезок заканчивается разобщительным клапаном, управляемым штоком со средней палубы. Подобным же способом от кингстона ведется трубопровод в носовые и кормовые отделения для уничтожения диферента. Управляя с палубы клапанами, можно перепускать воду из одного отсека в другой, как в противоположный, так и в отстоящий от него на нек-ром расстоянии. Трубы изготовляют из тех же материалов, как и трубы балластной системы.

Система затопления и орошения погребов боевых запасов. Если в самих погребах или поблизости их произойдет пожар, то необходимо принимать специальные меры, чтобы избежать взрыва боеприпасов, от которого может произойти гибель корабля. Такая же опасность может иметь место, если t° в погребах превзойдет допустимую для хранения данного сорта пороха. В этих случаях необходимо срочно и быстро затопить погреба водою, для чего при-

меняется система затопления погребов. Она состоит из отдельных групп, сообразно группам погребов боезапасов. С магистралью каждой группы соединяется кингстон, от магистрали же отходят ответвления в каждый погреб. Кингстон представляет собою клапан, посредством к-рого корабль сообщается с забортной водой (фиг. 7): а—отверстие в обшивке, б—клапан со штоком. Раскос клапана делается всегда наружу, чтобы давлением воды клапан прижимался к седлу. Кингстоны изготовляются обычно из бронзы. Во избежание разъедания обшивки от действия морской воды ставится цинковое кольцо в. Кингстон устанавливается на втором

Фиг. 7.

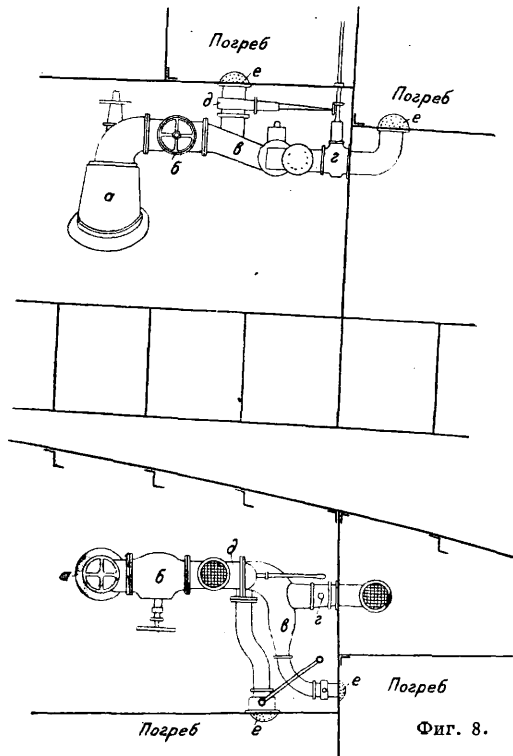


дне; к наружному дну проходит клапанный патрубок. Согласно практике плавания кингстон держат постоянно открытым, поэтому (фиг. 8) рядом с кингстоном а ставят затворный клапан б, вслед за к-рым идет магистраль затопления в. Для разобщения какого-либо погреба от магистрали, если его не требуется затоплять, ставится разобщительный клапан г, если отрезок горизонтален, или клинкет

д, если отрезок вертикален. Устье каждого из отрезков прикрывается сетками е во избежание попадания в погреб посторонних веществ. Штоки от клапанов выводятся на среднюю палубу, кингстон же открывается из того отсека, где он расположен. Время затопления погреба д. б. минимальным. Вода в погреб поступает

самотеком. Во избежание воздушной пробки при затоплении необходимо ставить воздушные трубки, если не имеется естественных отверстий. Воздушные трубки устанавливаются так же, как и для балластной системы. Для удаления воды из затопленных погребов имеются спускные клапаны, отводящие воду в трюм соседних отделений, откуда вода удаляется средствами водоотливной или осушительной систем. Потолок неких погребов находится выше грузовой ватерлинии, поэтому полностью такие погребы затопить самотеком нельзя—затопление будет происходить только до уровня грузовой и то весьма медленно. В этом случае применяются орошение погребов, для чего над стеллажами сверху проводят отрезки от пожарной магистрали, снабженные рядом отверстий. Вода, поступающая под большим давлением, смачивает дождем снаряды и заряды до того момента, пока погреб не будет затоплен, и этим понижает t° . Система орошения ставится не только у погребов, помещающихся у грузовой ватерлинии и выше ее, но и у остальных погребов.

Пожарная система служит для тушения пожаров, возникающих на корабле, а также подает воду для мытья палуб. От нее же проводят отрезки для котельных душей; от нее подается рабочая вода в гидромоторы, служащие для приведения в действие отливных турбин; от нее берут отрезки для продувания кингстонов; наконец водою от нее часто пользуются для охлаждения частей механизмов. Пожарная магистраль д. б. постоянно заполнена водою. Т. к. в начале тушения пожара желательно иметь напор в магистрали до момента пуска помпы в ход, то у мостиков или в другом возвышенном месте судна устанавливается водонапорный бак емкостью 1—3 т. Пожарная система изготовляется из бронзовых труб или труб красной меди, т. к. стальные трубы от действия морской воды, находящейся под большим давлением, быстро разъедаются. На военных кораблях для предохранения от пробития пожарная магистраль идет на большей части своей длины под нижней броневой палубой, имея отрезки вверх и вниз. В целях обеспечения действия пожарной системы во время боя, когда надобность в ней особенно велика, устраивается кольцевая магистраль, т. е. на большей части длины корабля идут магистрали с обоих бортов. Обе магистрали соединяются между собой несколькими мостиками, причем у каждого мостика ставят разобщительные клапаны. Вообще магистраль по длине рядом разобщительных клапанов делится на несколько частей для возможности пользования ею во время боя. Каждая часть сообщается с отдельной помпой, причем эти же помпы обслуживают и осушительную систему. Каждый отрезок, выходящий наверх, имеет клапан, к-рый можно открывать с палубы, чем достигается разобщение отрезка от магистрали в случае ее повреждения. Отрезки заканчиваются рожками с кранами, а возле них помещают вышки со свернутыми шлангами. Помпы, обслуживающие магистраль, берут забортную воду через кингстоны и накачивают ее в магистраль под напором 10—18 атм. На отливных трубах от каждой помпы устанавливают невозвратные клапаны, а на неких и манометры. Во избежание повышения давления выше нормального при закрытых кранах помпы снабжаются предохранительными клапанами, через к-рые вода удаляется за борт. Помпы применяют такого же типа, как для осушитель-



Фиг. 8.

д, если отрезок вертикален. Устье каждого из отрезков прикрывается сетками е во избежание попадания в погреб посторонних веществ. Штоки от клапанов выводятся на среднюю палубу, кингстон же открывается из того отсека, где он расположен. Время затопления погреба д. б. минимальным. Вода в погреб поступает

ной и балластной систем. От пожарной магистрали проводят отростки в шахты котельных отделений, где устраивают души для заполнения водой отделений, наполнившихся паром вследствие аварии котла или паропровода. Мелкий дождь конденсирует пар в шахтах и облегчает выход кочегарам.

Каменный уголь способен при продолжительном хранении самовозгораться. Для наблюдения за i° устраивают i° -ные трубки с отверстиями, идущие от низа ямы до палубы. Время от времени в эти трубки опускают термометры. Для тушения возникшего пожара применяют пар, т. к. он быстро заполняет весь объем ямы, чем способствует быстрому тушению пожара. Пар особым трубопроводом подводят в нижние части угольных ям. На судах, где главные двигатели работают на нефти или иной легко воспламеняющейся жидкости, а в особенности на судах, перевозящих подобный жидкий груз, вода для тушения пожара является непригодной. На нефтеналивных судах для тушения пожара применяются инертные газы: углекислота (CO_2), азот и четыреххлористый углерод, причем наиболее часто применяется CO_2 . Т. к. она является ядовитым газом, то применение ее для помещений, где могут находиться люди, должно производиться с большой осторожностью. Для полного прекращения пожара в помещение достаточно ввести CO_2 в количестве ок. 20—25% объема помещения. Существует несколько патентов для тушения пожаров по указанному принципу. Наибольшее применение на нефтеналивных судах получил патент «Lux». Батарея из баллонов с жидкой CO_2 разбивается на ряд групп, обслуживающих определенные участки судна, куда и проводят трубки. Управление запорными кранами выводится в центральный пост, откуда можно заполнить газом любое помещение. Бутыли с CO_2 в жидком состоянии под давлением в 50 atm при 15° имеют патентованное приспособление, позволяющее ее в жидком виде довести до места пожара. Без подобного приспособления CO_2 стала бы испаряться в отростках магистрали, вследствие чего возникла бы опасность замерзания и закупоривания трубок в нужный момент. Каждая бутылка заключает 20,5 кг жидкой CO_2 и может заполнить объем в 51 м³. С момента начала пожара достаточно 10 мин., чтобы заполнить CO_2 все помещение. Отдельные группы бутылей соединяются между собой системой клапанов, так что при истощении CO_2 в одной группе ее можно подать из других. Применение CO_2 не наносит вреда ни самому помещению ни грузам и предметам, находящимся в нем. В несколько видоизмененном виде эта система м. б. использована и для тушения пожара в полузакрытых помещениях вроде кочегарного отделения. Для тушения горячей жидкости в открытых местах применяются пеногонные аппараты (см. *Ценное тушение*). При горении огнеопасных жидкостей пена плавает по поверхности жидкости, изолируя ее от доступа воздуха. Пена нейтральна и поэтому безвредна, так что предметы, покрытые пеной, по удалении ее пригодны к дальнейшей службе. Чтобы потушить горящую нефть или иную горящую жидкость, необходимо покрыть ее слоем пены толщиной ок. 13 см. Эта система м. б. приспособлена для тушения совершенно закрытых помещений: нефтяных ям, грузовых трюмов и т. п. Установка м. б. централизована, причем раствор подается в требуемое помещение под

давлением сжатого воздуха. Обычно устанавливают 2 резервуара; во время работы одного другой не работает, являясь запасным. По истощении первого в работу вступает второй, а первый заряжается. Все устройство просто и при наличии запаса сухого препарата обеспечивает непрерывное и немедленное действие прибора. Трубопровод этих устройств состоит из железных труб и клапанов небольшого диаметра.

Погрузочно-разгрузочная система для нефтеналивных судов. Для погрузки и выгрузки нефти с барж, с пристани и в открытом море (последнее только для военных кораблей) нефтеналивные суда снабжают особым трубопроводом. Должно иметься минимум 2 нефтяные магистрали вдоль всей длины цистерн с ответвлениями для накачивания в каждую из них и 2 грузовых насоса. Насосы помещаются раздельно, ближе к оконечностям судна, в особых отделениях и присоединяются к одной поперечной всасывающей и продольной напорной магистралям, снабженным разобщительными клапанами в целях взаимозаменяемости. Устройство грузовых магистралей на палубе зависит от условий погрузки и нагрузки. В общем имеет 1—2 магистрали с 4 и более ответвлениями. К последним присоединяются гибкие рукава, соединяемые с береговыми магистралями или с баржей. Для погрузки в море магистраль продолжается в нос или в корму, откуда гибким рукавом сообщается с судном. В трюме проводят 2 магистрали, причем м. б. осуществлена: а) система с двойным всасыванием, когда имеются 2 отдельные магистрали, каждая из которых забирает груз из любой цистерны; б) кольцевая система, когда помощью поперечной магистрали образуется кольцо с всасыванием лишь с того борта, по которому идет магистраль. Наибольшее применение имеет система п. а, хотя она тяжелее и дороже. Она дает возможность перекачивать или откачивать груз из любой цистерны, и если одна из магистралей будет выведена из строя, то полностью м. б. использована вторая. Для вязкого груза предусматривается подогревание его. Имеются также фильтры, а также грязевые коробки. Насосы применяют того же типа, как и для осушительных и балластных систем.

Водопроводы. Условия службы требуют снабжения судна питьевой пресной (береговой) и соленой (заборной) водой. Береговая вода проводится в командные помещения, буфеты, камбузы для мытья посуды, в бани, ванны, в прачечные и т. п. Соленая (заборная) вода проводится в ватерклозеты, бани, ванны, души и для охлаждения подшипников различного рода. Соленая вода накачивается в расходную напорную цистерну помпой, обслуживающей пожарную систему. Иногда устанавливается и специальная помпа, берущая воду от кингстона. От расходной цистерны начинается магистраль, проходящая вблизи верхней палубы и подающая воду в надлежащие помещения. Магистраль делается из стальных или красной меди труб diam. ок. 50 мм. Иногда напорные цистерны пожарной системы и цистерна соленой воды объединяются в одну. Для снабжения питьевой водой устанавливается и с п а р и т е л ь, или *опреснитель* (см.) для опреснения морской воды. От опреснителя небольшой помпой вода перекачивается в пробную цистерну, где определяется пригодность ее. Из последней самотеком вода поступает в цистерну для хранения пресной воды, причем последняя внутри покрывается

толстым слоем цемента. Цистерна может пополняться водой и с берега, для чего с верхней палубы проводится в нее труба. Из цистерны вода небольшой помпой подается в напорную цистерну, помещаемую у мостиков. От последней начинается магистраль, идущая по всей длине судна и снабжающая помощью отступков необходимые помещения. В некоторых случаях требуется подогрев воды (в буфетах и т. п.), для чего устанавливают подогреватели. Последние представляют собою пустотелые цилиндры, в которых поступающая вода нагревается змеевиками, через которые пропускается пар. Таким же способом производится кипячение воды в самоварах.

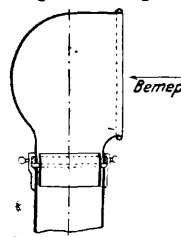
Магистраль питьевой воды проводится с верхней палубы и состоит из железных труб диам. около 50 мм, и отступков 12÷25 мм. Береговая вода накачивается также специальными помпами в междудонные или трюмные цистерны, откуда перекачивается в напорную цистерну. Из последней идет магистраль, проходящая вблизи верхней палубы и подающая воду в надлежащие помещения. Запас пресной береговой воды зависит от того количества, которое необходимо для питания котлов. Все напорные цистерны ставятся возможно выше. Цистерны снабжаются горловинами—для чистки и воздушными трубками—для удаления воздуха. Для подогревания воды зимой предусматривается особое приспособление.

Фановая и сточная системы. Для удаления грязной воды от умывальников, ванн, из камбузов и т. п. служит сточная система. Грязная вода из указанных мест отводится по трубам и цистернам грязной воды, откуда особыми помпами или непосредственно удаляется за борт. От ватерклозетов, а иногда и умывальников сточные трубы соединяются в общую фановую трубу, к-рая отводится за борт. В конце ее ставится невозвратный клапан. Если выводное отверстие находится выше грузовой ватерлинии, то во избежание грязных потеков, оно прикрывается тонким кожухом. Для промывания ватерклозетов применяется соленая вода, поступающая от магистрали к промывательным чашкам и писсуарам.

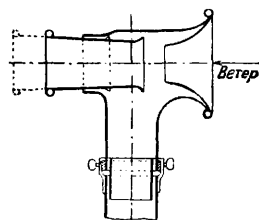
Расчет сечений трубопроводов всех водяных систем производится обычными способами с той лишь разницей, что в судовых водопроводах, обладающих незначительной длиной, но изобилующих поворотами, изменениями сечений, крутыми коленами, различными запорными приспособлениями и пр., главной причиной потерь давления является не трение жидкости в трубах, но гидравлич. потери от местных сопротивлений.

Судовая вентиляция имеет целью доставление в различные помещения в необходимом количестве свежего воздуха и удаление из них испорченного. Вентиляция м. б. естественная и искусственная. Естественная вентиляция происходит через открытые люки, иллюминаторы и т. п., почему м. б. применена лишь для помещений, находящихся под верхней палубой. Искусственная вентиляция достигается подведением и удалением воздуха в вентилируемые помещения через особо устроенные каналы. Ее можно разделить на вдувную (нагнетательную) и вытяжную в зависимости от того, нагнетается ли в помещение воздух или же вытягивается из него. При искусственной вентиляции каналы м. б. или в виде отдельных труб или в виде магистрали с ответвлениями в вентилируемые помещения. Вентиляционные трубы изго-

товляют из железных оцинкованных листов толщиной 1,5 мм и до 3 мм в местах, где могут легко повредиться. Сечение труб бывает круглое, прямоугольное или квадратное в зависимости от местоположения и удобства проводки. При проводке труб обращается внимание на уменьшение вредных сопротивлений вследствие наличия крутых изгибов, резких перемен сечений и т. п. На боевых судах не допускается пересечения главных водонепроницаемых переборок вентиляционными каналами. Для перемещения воздуха по каналам создается напор одним из следующих способов: а) разностью t° воздуха в канале и в окружающем пространстве (естественная тяга в дымовых трубах); б) давлением ветра или воздуха при движении судна; в) механическим путем посредством вентиляторов. Первые 2 способа на практике совмещаются и называются механической или искусственной вентиляцией. Для этой цели служат особые колпаки, возвышающиеся над палубой и называемые дефлекторами. Наиболее простым является дефлектор в виде раструба (фиг. 9). Раструб поме-



Фиг. 9.



Фиг. 10.

щается над вентилируемым помещением и может устанавливаться в любом положении относительно ветра. В зависимости от его расположения относительно ветра можно получить вдувную или вытяжную вентиляцию. Для вентиляции большого помещения в разных концах его ставятся 2 дефлектора, причем один из них является вдувным, а второй вытяжным; труба первого дефлектора продолжается до пола помещения, а второго кончается у его потолка. Раструбы выбиваются из тонкой листовой стали по частям, к-рые затем склепываются или свариваются. Форма дефлекторов оказывает большое влияние на их эффективность при вытяжной вентиляции, поэтому появилось большое количество различных конструкций специальных вытяжных (эжекторных) дефлекторов (фиг. 10). Количество воздуха, проходящего через дефлекторы, прямо пропорционально площади сечения трубы, ее высоте и разности t° —наружной и внутренней. Дефлекторы непригодны для вентиляции нижних помещений судна, т. к. многочисленность помещений, подлежащих вентиляции, вызывает ослабление палуб прорезанными в них отверстиями и загромождение междупалубных пространств большим количеством труб. Особенно значение имеют указанные обстоятельства для военных кораблей, где совершенно недопустимо прорезание броневых палуб большим числом отверстий. Поэтому большое применение, а на военных кораблях почти исключительное, получила механич. искусственная вентиляция, осуществляемая центробежными вентиляторами (см.). Последнюю обеспечивается независимость вентиляции от состояния атмосферы и осуществляется возможность регулировки количества перемещаемого воздуха в соответст-

вии с потребностью. При вдувной механич. вентиляции ток свежего воздуха, ударяясь с силой и омывая нагретые поверхности, быстро охлаждает их, поэтому она применяется для вполне изолированных помещений, в к-рых необходимо энергичное охлаждение нагреваемых механизмов, т. е. в машинных и котельных отделениях. Действие вытяжной вентиляции менее энергично в смысле охлаждения предметов—получается большая равномерность вентиляции, поэтому она применяется для жилых помещений. На судах применяются вентиляторы низкого давления, дающие напоры не свыше 200 мм водяного столба. Один и тот же вентилятор м. б. вдувным и вытяжным в зависимости от места присоединения труб. Для вдувной вентиляции воздухопровод из вентилируемых помещений присоединяется к выходному отверстию кожуха, при вытяжной вентиляции—к приемному отверстию. Двигатели применяются: а) электрические, б) паровые и в) турбины; последние два типа—почти исключительно для вентиляции машинных и котельных отделений, электрич. вентиляторы—для вентиляции судовых помещений. Последнее объясняется разбросанностью помещений, а также потребностью применения двигателей малой мощности. В машинных и котельных отделениях больших судов применяется вдувная и вытяжная вентиляция, осуществляемая в большинстве случаев турбовентиляторами. В жилых помещениях делается обычно вытяжная вентиляция, причем свежий воздух притекает естественным путем через люки, двери и т. п. Если помещения находятся под несколькими палубами, то рассчитывать на свободный приток свежего воздуха не приходится—с верхней палубы проводится вентиляторная шахта, через к-рую свежий воздух самотеком поступает в помещения. Если труба обслуживает несколько помещений, то она делается с отверстиями, снабженными заслонками. В помещениях, вблизи к-рых находятся помещения с дурным воздухом (ватерклозеты, гальюны, камбузы), исключительно вытяжная вентиляция не делается, т. к. этим привлекается в вентилируемое помещение воздух из указанных мест.

В зависимости от цели устройства вентиляцию можно еще разделить на следующие категории: а) вентиляция с одновременным увлажнением и охлаждением воздуха; б) вентиляция с одновременной осушкой воздуха и его охлаждением; в) вентиляция с одновременным подогреванием воздуха; г) вентиляция с одновременной очисткой воздуха от отравляющих веществ. При вентиляции одновременно с увлажнением и охлаждением воздуха получается понижение t° до 5° с повышением влажности от 30 до 75%. Увлажнение и охлаждение достигаются распыливанием пульверизаторами воды, нагретой при давлении 4—5 atm до 120—130°. Вентиляция с одновременной осушкой и охлаждением воздуха применяется гл. обр. для погребов боезапасов на военных кораблях, не допуская повышения t° свыше 20° . При этом избегается влажность и воздух возобновляется в достаточной мере, чтобы выделяющиеся газы при разложении пороха не представляли опасности. Вентиляция с одновременной очисткой воздуха принадлежит к числу активных средств газозащиты.

Точные нормы судовой вентиляции для торговых судов установить трудно, они диктуются местными условиями. По правилам Регистра

СССР при естественной вентиляции пассажирских кают площадь сечения трубы на одного пассажира для судов дальнего плавания не менее 15 см^2 , на судах внутренних морей—не менее 8 см^2 и не менее 5 см^2 для остальных судов. Для кают, прилегающих к нагретым помещениям, нормы увеличиваются на 30%. Диаметры труб естественной вентиляции лежат в пределах $0,25 \div 0,5 \text{ м}$.

Для военных кораблей число обменов воздуха в час определяется следующими нормами: машинные и котельные отделения, отделение динамомашин, аккумуляторные ямы 60—80; жилые помещения 6—8; ванны, лазарет, хлебопекарни 10; камбузы, гальюны, ватерклозеты 15; погреба боезапасов, смежные с отделениями, в к-рых имеются источники тепла, 20; башни, казематы 15—20; операционная 20; радиорубка с безламповыми приборами 20—30; помещение для опреснителей и коридоры паровых труб 30—40. Скорости воздуха в трубах изменяются в широких пределах и зависят от многих причин. При рациональной проводке труб средние значения скоростей не должны превосходить 10 м/сек . Скорость у вдувных отверстий жилых помещений не должна превосходить 1 м/сек . Если в этих случаях получаются большие скорости, то на конец трубы одевается поворотное колено для отвода воздуха, т. е. вводится добавочное сопротивление. Скорость вытягивания воздуха из жилых помещений не должна превосходить 3 м/сек . Употребительными скоростями являются: а) у приемных отверстий вдувной вентиляции из атмосферы не более 10 м/сек , б) у выдувных отверстий вытяжной вентиляции в атмосферу не более 10 м/сек , в) у выдувных отверстий вдувной вентиляции в трюмных помещениях $2,5 \text{ м/сек}$, г) у приемных отверстий вытяжной вентиляции из трюмов 4 м/сек . Часовая производительность вентилятора в м^3 определяется из соотношения $Q = nq$, где n —число обменов в час, а q —объем вентилируемого помещения. Расчет производительности вентилятора и размеров труб производится по обычным формулам (см. *Вентиляторы и Вентиляция*).

Охлаждение судовых помещений. Для хранения мяса и других скоропортящихся продуктов, а также для получения льда применяют специальные рефрижераторные машины. Для перевозки скоропортящихся грузов в массовом количестве строят *суда-рефрижераторы* (см.).

Вентиляция и охлаждение погребов боевых запасов. Пороха, находящиеся в зарядах, обладают способностью выделять летучие газы, могущие вызвать взрыв боезапасов, а следовательно и гибель судна. Нагревание погребов, находящихся рядом с источниками тепла, несмотря на изоляцию вызывает разложение пороха. Поэтому погреба боезапасов снабжают выдувной и вытяжной вентиляцией, причем нагретаемый воздух предварительно охлаждают. Все погреба делят на несколько групп, причем каждая группа имеет автономную рефрижераторную установку. Применяют охлаждение помощью воздухоохлаждавателей, т. к. во избежание просачивания рассола трубы в погреба не проводят. Имеют применение как внутренний, так и наружный циклы. Стенки погребов тщательно изолируются. t° погреба поддерживается не выше 25° . Во избежание обледенения труб рассол поддерживают при t° 5— 10° . Вдувные трубы располагаются у потолка погреба, а вытяжные—у пола. Для лучшего рассеивания вду-

ваемого воздуха и улавливания высасываемых газов трубы делаются на несколько отрошков.

Паровое отопление. Во всех жилых и служебных помещениях судна устанавливается паровое отопление; в отапливаемых помещениях устанавливаются калориферы, к которым подводится пар низкого давления (до 2 atm , в крайнем случае не выше 3). Применение пара низкого давления отчасти обусловливается быстротой его конденсации, при которой выделяется скрытая теплота парообразования, передаваемая через стенки калорифера воздуху помещений. Пар берется от магистрали вспомогательных механизмов или от вспомогательного котла и подается в магистраль парового отопления по трубкам красной меди diam. до 50 мм. Для уменьшения давления до 2 atm применяют детандеры или редукционные клапаны (см. Клапаны). Во избежание случайного повышения давления ставится предохранительный клапан, который рассчитан на наибольшее давление рабочего пара в системе. Перед детандером ставят сепаратор, назначение которого заключается в осушении пара. Действие сепаратора основано на резком изменении направления движения пара, чем достигается выделение частицы воды; вначале ставится разобшительный клапан. Таким путем схема движения пара такова: от магистрали свежего пара через разобшительный клапан в сепаратор, детандер, предохранительный клапан и разобшительный клапан в магистраль, к-рая разветвляется на оба борта к калориферам. Часто отопление разбивается на группы, каждая из которых обслуживается самостоятельной магистралью. Группы м. б. таковы: а) к камбузам, буфетам, самоварам и хлебопекарне; б) к подогревательным аппаратам в банях кочеваров и команды; в) для отопления командных помещений; г) для подогрева напорных водопроводных систем и т.п. Для обогрева кингстонов и подводных клапанов в зимнее время к ним также подводится пар. Пар распределяется по магистралям из распределительной клапанной коробки; магистрали проводятся под палубами, хотя могут идти и по палубе снаружи обогреваемых помещений. Ток пара к отрошкам в калориферах делается нисходящим, чтобы конденсационная вода увлекалась паром по направлению движения. Как паровые, так и конденсационные трубы поддерживаются подвесками, а при проходе их через водонепроницаемые переборки устанавливаются патрубки с фланцами. Калориферы делают змеевидные с ребрами и без ребер, ребристые батареи и радиаторы (см. Отопление). Каждый калорифер м. б. включен или выключен из действия разобшительными клапанами. Опыт показал, что выгодно применять большое количество калориферов с небольшой поверхностью нагрева. В жилых помещениях калориферы ставят преимущественно около бортов. Отопление должно гарантировать не менее 17° с возможностью регулирования темп-ры в каждом помещении. Нагревательная поверхность рассчитывается так, чтобы $0,1 \text{ м}^2$ приходилась на $1,7 \div 2,8 \text{ м}^3$ объема помещения для кают, прилегающих к бортам, и на $6 \div 7 \text{ м}^3$ для внутренних помещений. Трубопровод для отвода конденсационной воды из грелок проводят у бортов или продольных переборок. Трубы не изолируют, но во избежание возможности ожогов о них прикрывают прорыженными металлическими кожухами. Отростки собираются в магистрали, а последние в собирательную коробку. Из коробки вода поступает в теплый ящик или в особые цистерны,

помещенные в трюме. Из них вода поступает в хранилище пресной воды. Чтобы заставить пар конденсироваться в калориферах, за собирательными коробками устанавливают конденсационные горшки. Кроме парового на суднах находит также применение электрич. отопление; оно мало экономично, но очень удобно, т. к. им можно пользоваться в любой момент. С. Яковлев.

СУДОВЫЕ УСТРОЙСТВА, совокупность механизмов и приспособлений для обслуживания различных потребностей судна в целом во время хода и на стоянке. Устройства, служащие для перемещения жидкостей или газов, выделяются особо в *судовые системы* (см.). Силовые установки, питающие С. у. и системы, образуют самостоятельную группу судовых вспомогательных механизмов (машин); при этом механизмы, обслуживающие главные силовые установки судна, относятся к последним, т. е. к группам вспомогательных механизмов машинных, котельных, моторных отделений.

С. у. служат для удержания судна на месте (якорное, швартовое); для передвижения и управления судном (буксирное, рулевое); для перемещения грузов, запасов, отбросов и пассажиров (грузовое, подъемное, мусорное); для сообщения с берегом и другими судами (шлюпочное, связь); для безопасности и удобства пассажиров и команды (шлюпочное, леерное и тентовое).

1. **Якорное устройство** служит для удержания судна на месте во время стоянки в стороне от берега; оно состоит из якоря, якорного каната (цепи) и приспособлений для отдачи, подъема и хранения якоря. Якорь ложится на грунт, захватывая последний; якорный канат вытравливается с таким расчетом, чтобы часть цепи лежала на грунте и своим трением удерживала судно, предупреждая одновременно выворачивание якоря из грунта. К якорному устройству в целом предъявляются требования: а) возможность быстрой отдачи якоря и травления каната на желаемую глубину; б) надежность крепления на судне вытравленного каната в любом положении; в) возможность быстрого снятия с якоря и подъема его на судно; г) надежность уборки якоря по-ходному, во избежание отдачи его во время хода.

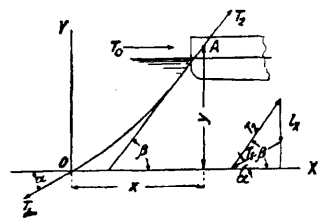
Якорь, зарываясь своими лапами в грунт, удерживает судно за якорный канат, пропущенный в отверстие (клюз) в борту в носовой его части. Обозначая через y (фиг. 1) высоту клюза A над дном, x — отстояние клюза от скобы якоря O по горизонтали, α и β — углы, составляемые цепью с горизонтом соответственно у скобы якоря и клюза, T_0 — горизонтальное усилие судна, воспринимаемое якорем, T_1 и T_2 — натяжения каната у скобы якоря и у клюза, p — вес погонной единицы каната в воде, l_x — длину каната между точками A и O , получаем для цепной кривой провисания каната ур-ние:

$$y = \frac{T_0}{p} \left[\sec \alpha \left(\operatorname{ch} \frac{xp}{T_0} - 1 \right) + \operatorname{tg} \alpha \operatorname{sh} \frac{xp}{T_0} \right],$$

откуда

$$l_x = \frac{T_0}{p} \left[\operatorname{tg} \alpha \left(\operatorname{ch} \frac{xp}{T_0} - 1 \right) + \sec \alpha \operatorname{sh} \frac{xp}{T_0} \right];$$

из этих уравнений получаем выражение длины



Фиг. 1.

каната в функции $x, y, a = \frac{T_0}{p}$ в виде уравнения:

$$\frac{l_1^2 - y^2}{2a^2} = \operatorname{ch} \frac{x}{a} - 1.$$

Для отсутствия усилий, выворачивающих якорь из грунта, необходимо, чтобы нижний конец цепи лежал на дне, т. е. чтобы угол $\alpha=0$; тогда, полагая $y=h$ глубине на стоянке, получаем следующую основную зависимость:

$$T_0 = T_1 = p \frac{l_1^2 - h^2}{2h}. \quad (1)$$

Из ф-лы (1) получаем, что для того чтобы $\alpha=0$, необходимо вытравить длину каната l_1

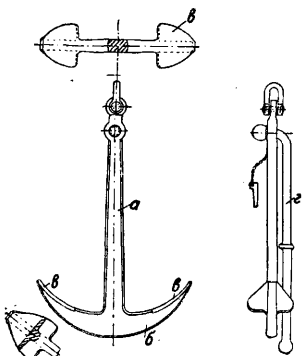
$$l_1 \geq \sqrt{\frac{2hT_0}{p} + h^2}. \quad (2)$$

Из ф-л (1) и (2) видно значительное влияние, которое оказывает вес погонной единицы каната на работу якоря, и становится понятным, что в качестве якорных канатов в настоящее время применяют всегда цепи.

Якорь можно разделить на 2 основных класса: а) с постоянными лапами (адмиралтейские); б) с поворотными лапами, которые м. б. со штоком или без него. Форма якоря должна обеспечивать при заданном весе наибольшую удерживающую силу; якорь должен забирать как можно скорее и держать хорошо на всяком грунте, при подъеме легко отделяться от грунта.

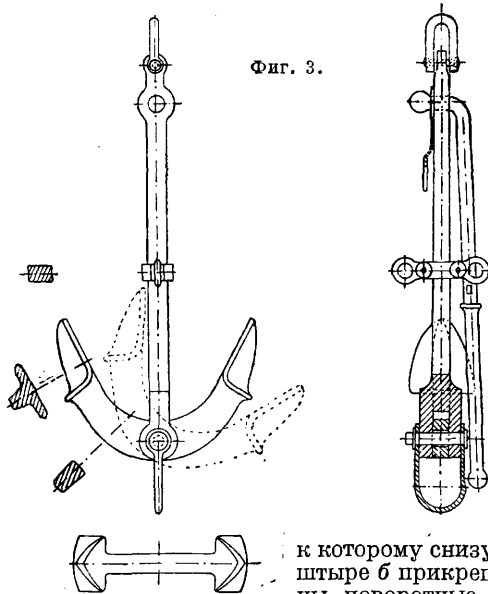
Отдача, уборка и изготовление якорей должны быть простыми, стоимость — минимальной; в наст. время применяются якоря: адмиралтейский, Тротмана (Портера), Холла, Мартина и др. Адмиралтейский якорь обладает весьма хорошей держащей силой, но неудобен для хранения и подъема; он применялся на судах парусного флота,

а в настоящее время сохранился на небольших судах. Адмиралтейский якорь (фиг. 2) отковывается из сварочного железа и состоит из веретена a с прямоугольным или овальным сечением, двух рогов b , откованных заодно с веретеном и оканчивающихся лапами $в$. В верхней части веретена имеется круглое отверстие, через которое проходит цилиндр, согнутый на одном конце шток $г$, расположенный в рабочем состоянии перпендикулярно к плоскости лап и убирающийся вдоль веретена. Размеры стандартизованы ОСТ 731 и 734 для весов от 0,075 до 3 т, причем применение его для весов свыше 1 т не рекомендуется. Якорь Тротмана (Портера) в отличие от адмиралтейского имеет поворотные лапы (фиг. 3); при сбрасывании и зарывании в грунт его нижней лапы верхняя прижимается к веретену и т. о. не получается торчащего кверху рога, как у адмиралтейского якоря; держащая сила меньше, чем у адмиралтейского; применяется гл. обр. на речных судах. Якорь Мартина имеет поворотные лапы, вращающиеся вокруг оси, лежащей в плоскости рогов; он зарывается в грунт обеими лапами, что увеличивает удерживающую силу, шток находится в одной плоскости с лапами; якорь удобен при подъеме, но лапы малоподвижны вследствие легкости



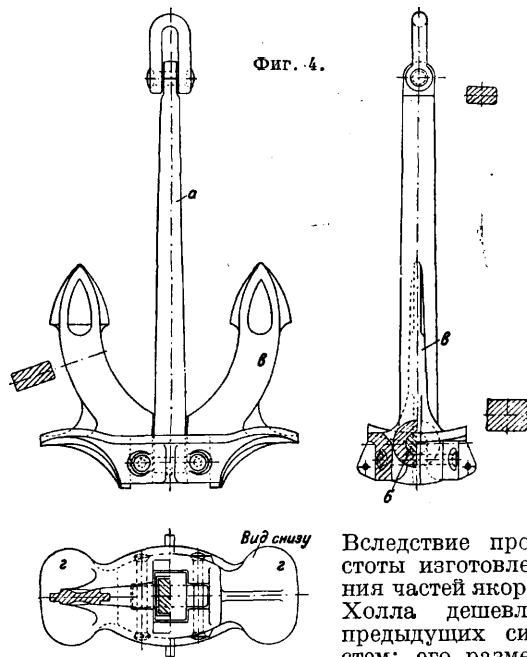
Фиг. 2.

оборжавления шейки лап. Наибольшее применение имеют якоря Холла (фиг. 4). Они изготавливаются без штока и состоят из веретена a ,



Фиг. 3.

к которому снизу на штоке $б$ прикреплены поворотные лапы $в$. Штырь укреплен в лапах двумя заклепками. Для того чтобы лапы поворачивались и врезались в дно при волочении штыря, лапы снабжены приливами $г$. Якоря без штока легко втягиваются при уборке в клюз, чем избегаются наличие торчащих снаружи частей.



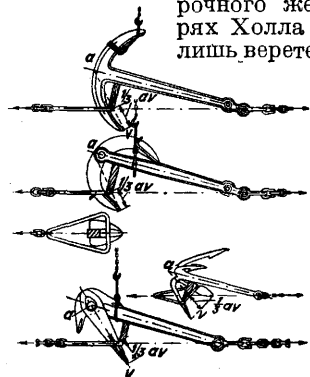
Фиг. 4.

Вследствие простоты изготовления частей якоря Холла дешевле предыдущих систем; его размеры стандартизованы ОСТ 733 для весов 0,10—8 т. Якоря других систем каких-либо существенных преимуществ по сравнению с описанными не имеют. Вес станкового якоря определяется по следующей приближенной ф-ле:

$$G = CD^{\frac{2}{3}},$$

где G —вес якоря в кг; D —водоизмещение

судна в m ; C —коэф-т, колеблющийся от 8,0 до 10,5. Якоря изготовляются коваными из сварочного железа, причем в якорях Холла коваными делаются лишь веретена, а головные части делаются из стального литья. Прочность якоря после изготовления проверяется на цепно-пробных станках, причем способ приложения усилия изображен на фиг. 5, а величина пробного усилия W в m определяется приближенно по Фле



Фиг. 5.

леблющийся для якорей весом 75 кг до 6 m от 19 до 26. Кроме станковых и запасного якорей на судне имеется для различных работ несколько якорей меньшего размера.

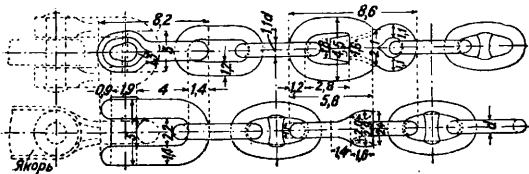
Якорные канаты изготовляются из отдельных кусков цепи, называемых смычками. Длина смычки равна 22,9 m (12,5 морских сж. по 6 фт.). Каждая смычка состоит из нормальных звеньев a (фиг. 6) с распорками. На концах смычки устанавливаются по 2 усиленных звена с распоркой b и без распорки e , служащих для плавного перехода к соединительным скобам g , соединяющим отдельные смычки. В цепные канаты вводятся вертлюги (фиг. 7), не позволяющие канату перекручиваться. Звенья канатов и принадлежности для работы с ними стандартизованы (ОСТ 1409, 1410, 1411, 1412, 1413, 1414). Вес 100 погонных метров каната с распорками определяется следующей приближенной формулой

$$G = 2 d^2,$$

где G —вес в кг, d —диам. железа в мм. Диам. железа определяется Ф-лой:

$$d = C \sqrt[3]{D}.$$

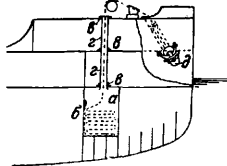
Здесь D —водоизмещение судна в m , C —коэф., равный по Ф-ле франц. адмиралтейства 2,85



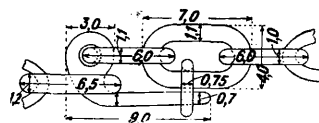
Фиг. 7.

или англ.—3,25. Цепной канат хранится в особом помещении, находящемся в носовой части судна и называемом цепным ящиком a (фиг. 8). Внутренний конец каната присоединя-

ется к корпусу судна посредством ж в а к а-галса b . Последний состоит из небольшого куска цепи, закрепленного за обух, прочно приклеенный к набору судна. Другой конец жвака-галса имеет на конце откидной крюк—глаголь-г а к (фиг. 9), служащий для быстрого разобщения каната от судна, без входа в цепной ящик. Внутри ящика d . б. достаточно места для работы команды при укладке каната. Из цепного ящика канат идет сквозь палубные клюзы e , устраиваемые над ними в палубе, и выходит на верхнюю палубу. Для защиты каната до выхода его на палубу между палубой и цепным ящиком устанавливается труба g . Наружу судна канат выходит через литые особые стальные трубы, называемые к л ю з а м и d . Диам. клюза колеблется 7÷10 диам. железа каната. Трубчатые клюзы с про-



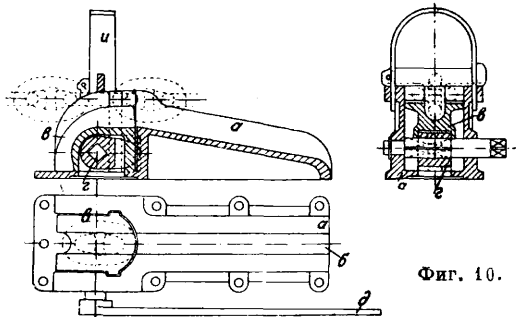
Фиг. 8.



Фиг. 9.

детым через них канатом легко пропускают воду. Более удобны клюзы, применяемые в итальянском флоте, имеющие форму жолоба, заканчивающегося лотком, и располагаемые на уровне палубы. Для удержания каната во время стоянки судна на якоре применяется цепной п а л у б ы й с т о п о р, представляющий собой кусок цепи из нескольких звеньев, на одном конце к-рого помещается глаголь-г а к, а на другом—соединительная скоба; он прикрепляется к палубе помощью обуха и глаголь-г а к о м захватывает требуемое звено каната. После подъема якорь подтягивают стопорами, в к-рых средние звенья заменены винтовой стяжкой—т а л р е п о м.

Кроме цепных стопоров при работах с канатом, применяются стопоры Легофа (фиг. 10). Они состоят из наклонной чугунной подушки a с прорезью b для вертикальных звеньев каната. В го-



Фиг. 10.

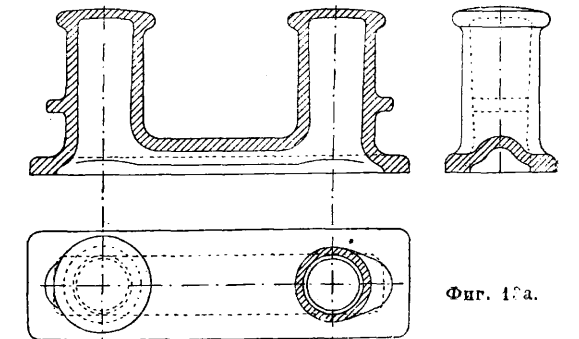
ловной части имеется колодка e , поднимающаяся или опускающаяся при помощи эксцентричного кулака g , поворачиваемого рукояткой d . При поднятой колодке канат свободно проходит по жолобу подушки; при опускании колодки горизонтальное звено упирается в выемку колодки, вследствие чего канат стопорится. При стоянке на якоре канат часто закрепляется на битенге, представляющем собою пустотелый чугунный или стальной цилиндр, крепящийся к набору судна. При подъеме якоря для выбирания каната применяются вертикальные (шпили) или горизонтальные (брашпили) ворота особого рода, приводимые в движение вручную, паровыми машинами или электромоторами. Шпиль изображен на фиг. 11; двигатель вращает вал a шпи-

II. Швартовое устройство. Работа по подъему якоря довольно продолжительна, поэтому якорным устройством пользуются в местах, не оборудованных для стоянки судов; в гаванях и на оборудованных рейдах суда ставятся на бочки, бридели или ошвартовываются у пристани. Бочка представляет собою кле-

пше трос между щеками, сближаемыми системой рычагов. Удобство их применения заключается в удобстве травления троса. Тросы хранятся на горизонтальных и вертикальных вьюшках с боковыми дисками.

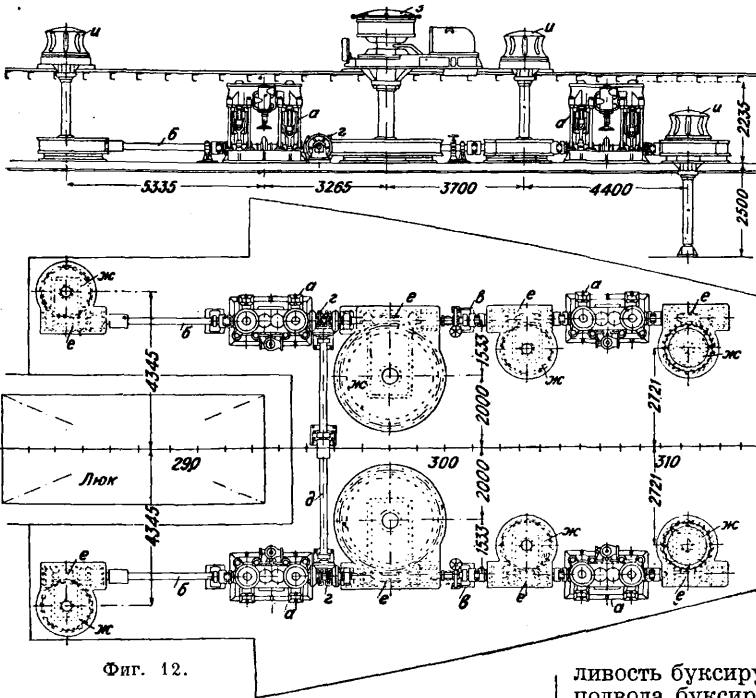
III. Буксирное устройство. Буксиры, ледоколы, речные пароходы, а иногда и грузовые пароходы имеют приспособления для буксировки судов. В наиболее простом виде оно состоит из бугеля, прикрепленного к палубе треного, на который навешивается буксирный гак; за последний захватывает конец буксирного троса (см. Судостроение речное). В более солидном устройстве буксирный бугель прикрепляется к переборке какой-либо надстройки и для разнесения усилий на большую поверхность связывается с близлежащими частями корпуса судна. Для возможности быстро разобшить буксирный канат от буксируемого судна гаки делаются шарнирными. Находят также применение пружинные гаки со спиральной ленточной пружиной, чем смягчаются возможные толчки. Буксирный гак помещается вблизи центра тяжести судна, чем обеспечивается лучшая поворот-

ливость буксирующего судна. Для обеспечения подвода буксирного троса на достаточной высоте над палубой устанавливаются буксирные дуги, обращенные выпуклостью вверх. На буксирах таких дуг устанавливается одна, а на речных судах несколько. Дуги идут поперек судна от борта до борта. Трос, идущий от буксирного гака, поддерживается дугами и в корме спускается к буксируемому судну. Для поддержания буксирного гака у места его закрепления устанавливается специальная

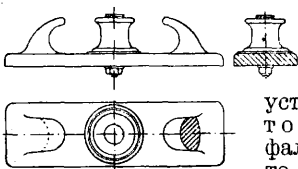


дуга, причем и сам гак закрепляется к дуге, чтобы при поворотах судна он имел возможность некоторого перемещения.

IV. Рулевое устройство. Для поворачивания судна на ходу оно снабжается рулем. Руль представляет собою погруженную в воду пластину, подвешенную к кормовой части судна в его диаметральной плоскости. При повороте руля в ту или иную сторону при ходе судна возникает нормальное к плоскости руля давление воды, дающее судну некоторый вращательный момент.



панный поплавок, поддерживающий цепь, идущую от якоря большого веса, лежащего на грунте и называемого мертвым. К верхней скобе бочки закрепляется швартовая цепь или перлинь судна. Бридели состоят из нескольких мертвых якорей, уложенных на грунт и соединенных тяжелым канатом. К последнему прикрепляются более тонкие длинные цепи, оканчивающиеся наверху поплавками. Судно вылавливает поплавок, поднимает цепь и ею крепится. У пристани судно удерживается швартовками или перлянми, к-рые крепятся к неподвижным основаниям, наглухо заделанным в грунт. Для пропуска



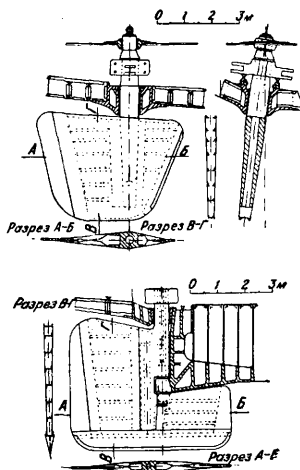
перлиней при постановке на бочку или у пристани в фальшборте судна устанавливают швартовые ключи. Если фальшборта не имеется, то вместо ключов ставятся киповые планки

(фиг. 13), к-рые для уменьшения трения и износа каната часто снабжаются роульсами. Сообразно направлению тяги швартовов, вблизи каждого швартового ключа или киповой планки устанавливают кнехты (фиг. 13а). Последние представляют собою чугунные или стальные тубы (иногда клепаные, а последнее время сварные), служащие для закрепления на них швартовов при стоянке судна. Как кнехты, так и киповые планки стандартизованы. В швартовом устройстве применяются тросовые стопоры, назначение которых аналогично назначению стопорных цепных канатов, иногда зажимные стопоры (Булливана, Карпентера и др.), зажимаю-

На речных судах иногда устанавливаются 2 руля, симметрично расположенных относительно диаметральной плоскости. На больших военных судах—2 руля, расположенных один за другим, причем площадь кормового—нормальная, а переднего (запасного) руля вдвое меньше. Всякое рулевое устройство кроме рулей имеет приспособления:

1) для возможности ограничения углов перекладки и для застопоривания руля в любом его положении; это приспособление составляет одно конструктивное целое с рулем; 2) для перекладки руля на некоторый угол и для контроля за положением руля во время его перекладки с мостика или рубки. Для этого служат: а) рулевые двигатели и машины, а также ручные штурвалы, служащие источником энергии для перекладки руля; б) рулевые приводы, передающие усилия, развиваемые в паровой машине, электромоторе или ином двигателе, рулю; в) телемеханические передачи для управления с мостика или рубки рулевыми двигателями, помещаемыми в корме; г) указатели положения руля и аксиометры, назначение к-рых состоит в обеспечении наблюдения над перекладкой руля.

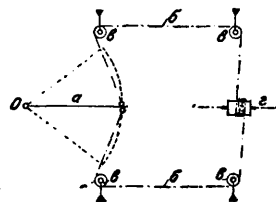
Руль (фиг. 14) состоит из пера *a*, рудерписа *b* и баллера *в*. Перо руля для легкости конструируется в виде литой рамы, отверстия к-рой с обеих сторон прикрываются стальными листами. На грузовых судах перо руля состоит из стального листа, прикрепленного к поперечинам рудерписа. Рудерпис имеет ряд выступов (петель) *д*, в к-рые вставляются штыри. На кормовой части ахтерштевня одно- или трехвинтового судна, называемой рудерпостом, имеются соответствующие петли с отверстиями для навешивания руля. В верхней части рудерпис имеет замковое соединение *г* с баллером (осью) руля. Для возможности вращения руля осевая линия баллера должна совпадать с осевой линией петель. Баллер проходит внутрь судна через отверстие в ахтерштевне, называемое гелм-портом. Это отверстие уплотняется сальни-



Фиг. 15.

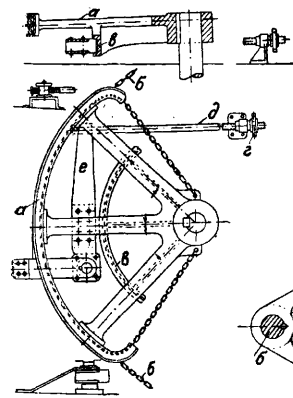
ком. Самая верхняя часть баллера называется головой руля. Подобные рули называются обыкновенными. Их перо расположено по одну сторону от оси вращения. Для облегчения перекладки руля часто применяются балансирные и реже полубалансирные рули. В них перо руля расположено по обе стороны от оси вращения, причем в балансирных рулях (фиг. 15, А) площадь, расположенная впереди от оси вращения, идет по всей высоте пера, а в полубалансирных (фиг. 15, Б)—лишь на части высоты. Эта часть площади называется балансирной частью руля. Отношение площади балансирной части к площади пера руля (главной части) называется степенью балансировки и. На современных судах степень балансировки равна 20÷30%. Балансирные рули применяются на двух- и четырехвинтовых судах. Балансирные рули подвешиваются сверху на упорном подшипнике, иногда шариковом. Площадь пера руля зависит от величины погруженной площади диаметральной плоскости. Величину последней можно принять равной LT , где L —длина

судна, T —его углубление. Таким путем $S = \frac{LT}{A}$, где S —площадь пера, A —коэф., изменяющийся в зависимости от типа судов и их максимальной скорости. Для линейных кораблей и линейных крейсеров $A=45-50$, для легких крейсеров, миноносцев $A=50-55$, для трансатлантич. быстроходных судов $A=50-70$, для грузовых судов дальнего плавания $A=40-60$, для судов каботажного плавания $A=30-40$. Рули делаются возможно большой высоты, т. к. опыты показали, что низкие широкие рули действуют хуже высоких, но более узких. Рулевые приводы состоят из двух частей: а) румпеля—одноплевого рычага, насаженного на голову руля и направленного по диаметральной плоскости (продольные румпели) или двухплечевого рычага, насаженного нормально к ней (поперечные румпели), и б) передачи: гибкого троса, тяг, секторов и винтов, к-рая передвигает румпель и сама приводится в движение рулевой машиной. На небольших судах перекладка руля осуществляется вручную штурвалом, от к-рого к румпелю идут цепи или тросы, согласно схеме (фиг. 16), где O —баллер руля, a —румпель, $б$ —штуртрос, перекинутый через блоки $в, в$ и намотанный на барабан штурвала $г$, приводимого во вращение вручную. Крупным недостатком подобного привода является значительная слабость в ненатянутом (нерабочем) конце штуртроса. Слабина дает повод к возникновению ударных нагрузок на штуртрос, а также вызывает неправильное наматывание штуртроса на штурвал. Для смягчения ударов в проводку включаются буферные пружины. Наиболее простым средством для уничтожения этого недостатка является применение секторных приводов, в к-рых румпель заменен сектором a (фиг. 17), на к-рый накладываются и крепятся оба конца цепного штуртроса $б$; для затормаживания руля устроен колодочный тормоз, действующий на тормозной сектор $в$ и подтягиваемый ручным маховиком $г$ через винтовую тягу $д$ и рычаг $е$. Более совершенен рулевой привод Гарфильда (фиг. 18), состоящий из зубчатого сектора a , насаженного вхолостую на голову ру-



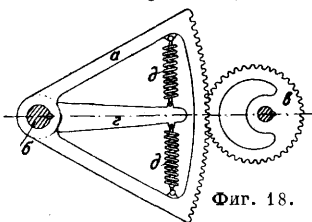
Фиг. 16.

ля б и сцепленного с шестерней в, к-рая насажена эксцентрично, чтобы при постоянном вращающемся моменте на ее оси момент на голове руля возрастал с приближением руля к борту, т. е. давление воды на руль при этом также возрастает. Кривая сектора соответственно отличается



Фиг. 17.

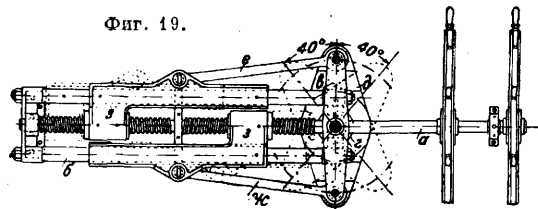
от дуги круга (более полого). Румпель в соединяется с сектором а при помощи буферных пружин д, работающих постоянно на сжатие. Наибольшим применением пользуется винтовой привод Дэвиса



Фиг. 18.

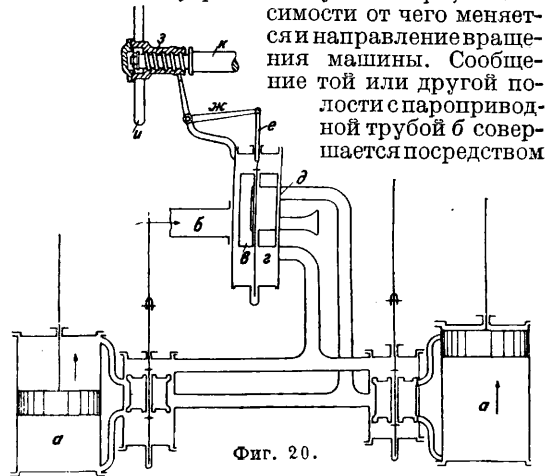
(фиг. 19): винтовой шпindelь а, одна половина которого имеет правую прямоугольную нарезку, а другая—левую и к-рый опирается с одной стороны на подшипник станины б, установленной на палубе судна, а с другой—на подшипник особой крестовины в, установленной на цапфе на голове руля г; поперечный румпель д, насаженный на голову руля, соединен при помощи шарниров тягами е и е с 2 ползунами-гайками з, навинченными на винтовой шпindelь а идвигающимися при вращении шпindelя параллельно его оси по направляющим тягам круглого сечения, к-рые связывают крестовину в и станину б. При вращении шпindelя в ту или иную сторону ползуны-гайки вращают

Фиг. 19.



тяг поперечный румпель д в том или ином направлении. Этот привод применяется при управлении вручную. При пользовании им для механич. управления рулем схема несколько видоизменяется, а именно крестовина в заменяется станиной, несущей рулевую машину и устанавливаемой на палубе в нек-ром удалении от головы руля. Главные элементы приводов Дэвиса, применяемых для управления вручную, для предварительных соображений м. б. приняты в функции от \varnothing головы руля по таким нормам: длина поперечного румпеля— $2g=4,3 D$; длина тяг— $l=4,9 D$; расстояние между центрами направляющих— $2e=1,77 D$; расстояние между центром параллельных путей шарниров тяг $2a=3 D$; длина нарезной части ползунунов $l_1-l_2=1,2 D$; длина привода от центра головы руля до центра подшипника станины $L_1=9 D$. Наружный и внутренний диам. винтового шпindelя $d_n=0,62 D$; $d_s=0,50 D$; диаметр тяг $d_1=0,42 D$; диам. направляющих $d_2=0,40$. Для производства ремонта руля голова последнего должна иметь возможность разобщаться от привода.

Когда сила одного или двух (максимум четырех) штурвальных оказывается недостаточной для вращения руля, то прибегают к постановке паровых или электрич. рулевых машин. Рулевые машины должны работать так, чтобы управление ими совершалось помощью вращения обычного ручного штурвального колеса, причем руль должен следовать движению штурвала и удерживаться на том угле, на к-рый он положен. Следовательно рулевая машина должна работать, когда вращается штурвал, и автоматически останавливаться, когда руль достигнет требуемого положения, причем в это время руль должен удерживаться машиною в этом положении. Это достигается посредством сервомотора, связывающего распределительный или пусковой механизм двигателя с одной стороны с вращением штурвала, с другой—с вращением рулевой машины или, что то же, с поворотом руля, причем действие их противоположно. Схема устройства паровой рулевой машины дана на фиг. 20. Два паровых цилиндра а, вращающих штурвал, имеют золотниковое парораспределение с



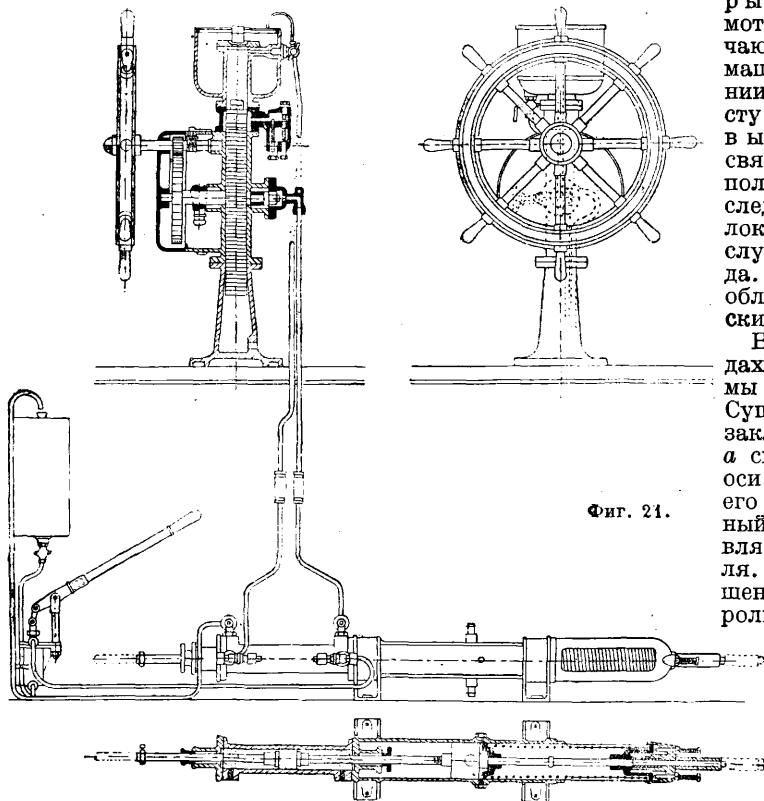
Фиг. 20.

спускового или дифференциального золотника в, перекрывающего в среднем положении, когда машина стоит, оба подводящие пар к цилиндрам окна г и д. Тяга е спускового золотника через коленчатый рычаг ж присоединена к гайке з, составляющей втулку штурвального колеса и, ходящую по винту, нарезанному на конце вала к рулевой машины. Вращением штурвального колеса гайка з перемещается в ту или другую сторону и спусковой золотник сообщает одно из окон г с паропроводной, а другое д с паротводной трубой; после этого машина приходит во вращение, и винт ж передвигает гайку обратно, пока золотник в не станет снова в среднее положение, после чего машина остановится. Управление рулевыми паровыми машинами осуществляется посредством штурвала, находящегося около машины или на посту управления. На случай порчи паровой рулевой машины предусматривают устройство ручных штурвалов, вал к-рых зубчатыми колесами соединяется с валом рулевого привода.

На больших судах рулевые приводы устанавливаются в румпельном отделении, к-рое отделяется водонепроницаемой переборкой от соседнего с ним рулевого отделения, где помещаются рулевые двигатели (паровая машина, электромотор и штурвалы для вращения вручную). На боевых кораблях приводы и машины должны

помещаться в отделениях, защищенных броней. Управление рулем производится с мостика, а на военных кораблях из: а) рулевой рубки, где устанавливаются штурвал и компас в мирное время; б) боевой рубки, где сосредоточивается все управление во время боя; в) боевого поста, в котором сосредоточивается управление на случай повреждения боевой рубки; г) рулевого отделения. Для установления связи между перечислен-

мой в посту управления. Машина служит для перекладки спускового золотника рулевой машины; д) электрическую передачу, являющуюся наиболее гибкой. На военном флоте применение электромоторов надежнее применения паровых машин, т. к. они могут вследствие герметич. оболочки работать и в затопленном отделении. Для обеспечения контроля за рулевыми двигателями и приводами служат а к с и о м е т р ы; конструктивно связанные с теле-

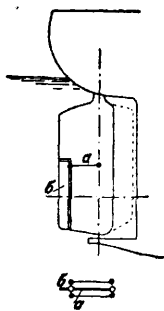


Фиг. 21.

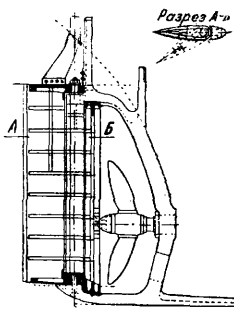
ными постами управления и рулевыми двигателями служат телединамич. (телемоторные) передачи, устанавливающие связь между штурвалом и спусковым золотником паровых машин. Телемоторные передачи можно подразделить на: а) валиковую передачу, в к-рой необходимая связь устанавливается валиками, соединенными муфтами; для изменения направления вводятся конич. шестерни и шарниры Гука. Эта передача обладает большими вредными сопротивлениями и в случае повреждения легко выбывает из строя. Кроме того слабина между зубами колес ведет к неточности всей передачи; б) гидравлич. передачу (фиг. 21), состоящую из отправительного цилиндра (м а н и п у л я т о р а), устанавливаемого в посту управления, из исполнительного цилиндра (т е л е м о т о р а), движение поршня к-рого связано со спусковым золотником машины. Оба цилиндра соединены медными трубками малого диаметра. Всю систему во избежание замерзания заполняют смесью воды с глицерином. Подавая в телемотор жидкость помощью манипулятора в том или ином направлении, получают осуществление желаемой передачи; в) тросовую передачу, применяемую при больших расстояниях, состоящую из 2 барабанов—одного связанного со штурвалом, а другого с золотником машины и троса; г) при помощи вспомогательной рулевой машины, устанавливае-

мой в посту управления. Машина служит для перекладки спускового золотника рулевой машины; д) электрическую передачу, являющуюся наиболее гибкой. На военном флоте применение электромоторов надежнее применения паровых машин, т. к. они могут вследствие герметич. оболочки работать и в затопленном отделении. Для обеспечения контроля за рулевыми двигателями и приводами служат а к с и о м е т р ы; конструктивно связанные с теле-

мотором рулевых машин, они отмечают положения золотника рулевой машины, т. ч. синхронизм в движении руля и стрелки аксиометра в посту управления отсутствует. Рулевые указатели конструктивно связываются с головкой руля, т. о. их положение показывает положение последнего, и степень синхронизма стрелок аксиометра и рулевого указателя служит мерилем достоинства привода. Высокой степенью совершенства обладают современные электрические рулевые указатели. В настоящее время на коммерч. судах находят применение рули системы Флеттнера, Эрца, Симплекса и др. Сущность руля Флеттнера (фиг. 22) заключается в том, что главный руль а свободно вращается около своей оси; у задней вертикальной кромки его пера помещается вспомогательный руль б, площадь к-рого составляет $\frac{1}{20} - \frac{1}{13}$ площади главного руля. Вспомогательный руль по отношению к главному играет такую же роль, какую играет главный по отношению к судну. Главное преимущество этого руля заключается в том, что рулевой машине приходится поворачивать лишь вспомогательный руль, вследствие чего мощность, затрачиваемая на действие рулевого устройства, весьма мала, а следовательно и вес устройства также мал. Какой-либо иной выгоды рули Флеттнера не имеют. Главный руль подвешен в пустелором баллере, внутри к-рого проходит валик, поворачиваемый рулевым приводом. Валик тягами соединяется с вспомогательным рулем. Руль Эрца состоит из



Фиг. 22.



Фиг. 23.

неподвижной и подвижной частей (фиг. 23). Обводы руля выполнены по плавной кривой, способствующей обтеканию воды без завихрений. Наличие неподвижной части уменьшает противодавление воды на нерабочую поверхность руля и несколько уменьшает вращающий момент. Применение рулей Эрца уменьшает мощность руле-

вых машин на 30%, причем вес всего рулевого устройства по сравнению с применением обычных рулей уменьшается на 10—20%. Кроме того несколько увеличивается при заданной мощности главных механизмов скорость хода судна. Рули Симплекс по форме и выгоды применения близко подходят к рулям Эрца.

V. Грузовое устройство коммерч. грузового судна состоит из следующих главных элементов: а) люков, прорезанных в палубах больших прямоугольных отверстий, окруженных вертикальными стенками (комингсы); б) грузовых стрел, представляющих деревянные или металлич. пустотелые укосины круглого сечения. Их устанавливают на мачтах, специальных колоннах (фиг. 24) или высоких вентиляторных трубах так, чтобы концы их (носки) приходились над грузовыми люками и могли выноситься с грузами или без груза на достаточную величину за борт; в) такелаж грузовых стрел (топенанты, оттяжки, блоки, ролики, подъемный шкентель, гак); г) грузоподъемных механич. лебедок (паровых, электрич.) с барабанами для выбирания и травления подъемного шкентеля. Лебедки располагаются на палубе вблизи мачты или колонны, на которой установлены стрелы. Иногда вместо стрел с такелажем и лебедками применяются подъемные краны, совмещающие в себе все элементы, составляющие грузоподъемное устройство при стрелах. Обычно грузовые устройства устраиваются автономными по отношению к каждому люку, хотя уже осуществлена система грузового устройства, имеющая признаки централизации. Число грузовых люков равно числу грузовых трюмов. Число трюмов и их длина определяются числом водонепроницаемых переборок, которые д. б. поставлены для обеспечения непотопляемости судна. Если обозначить коэф-тами: $\frac{L_1}{L} = K_1$ —отношение длины L_1 , которой надо располагать на судне для грузового устройства, к длине L судна между перпендикулярами; $\frac{\sum l}{L} = K_2$ —отношение суммы всех длин l люков к L ; $b : B = K_3$ —отношение ширины b люка к наибольшей ширине B судна; $S : LB = K_4$ —отношение полной площади люков S к площади прямоугольника, описанного на длину и ширине судна, то K_1 изменяется в пределах 0,613—0,730, средн. 0,683; K_2 —0,220—0,400, 0,327; K_3 —0,278—0,474, 0,364; K_4 —0,069—0,160, 0,119. Ширина всех люков делается одинаковой и лишь в оконечностях делается меньше из-за недостатка места. Окончательные размеры люков д. б. согласованы с типом грузового оборудования каждого люка и с наибольшим возможным габаритом груза. Устройство и оснастку грузовых стрел см. *Мачты судовые*. Длина стрелы определяется из ф-лы

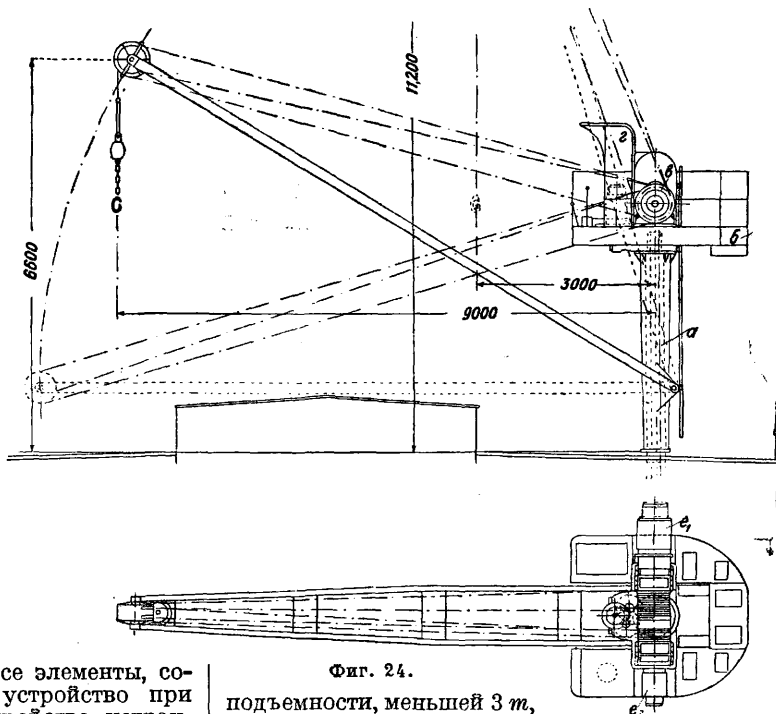
$$L = \sqrt{\left(d_1 + \frac{2}{3}l\right)^2 + (h_0 - h_1)^2},$$

где d_1 —расстояние от опоры стрелы до кромки

люка, l —длина люка, h_0 —расстояние по вертикали от нока стрелы до палубы и h_1 —высота точки опоры стрелы над палубой. Точно так же применима ф-ла

$$L = \frac{0,5B + m}{\sin \alpha \cdot \sin \beta},$$

где B —ширина судна, m —вылет стрелы за борт, α —угол поворота стрелы и β —угол ее наклона. Расчет стрел ведется на продольный изгиб. Стрелы при длине их, меньшей 13 м, и грузо-



Фиг. 24.

подъемности, меньшей 3 т, делаются деревянными, а вне этих пределов — металлическими. Приближенная ф-ла для расчета деревянных стрел будет

$$d = 6,7 \sqrt[4]{PL^2},$$

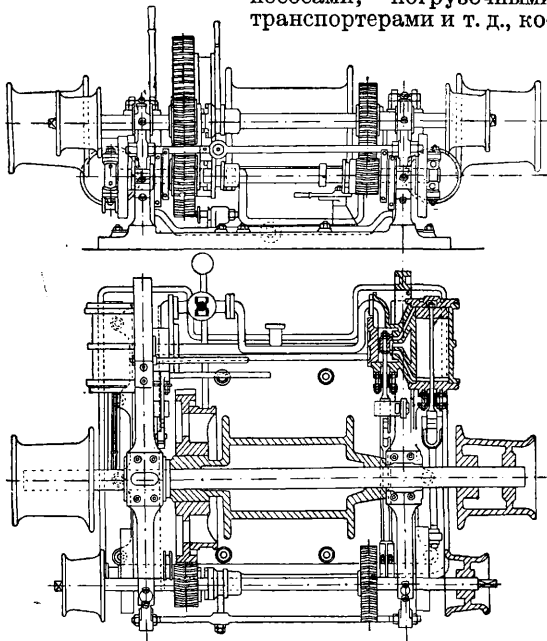
где d —диам. стрелы в см, P —грузоподъемность ее в т и L —ее длина в м. Для металлич. стрел применима следующая приближенная формула:

$$d_m = 2,25 \sqrt[3]{\frac{PL^2}{\delta}}.$$

Здесь d_m —средний диам. стрелы в см, δ —толщина стенки стрелы в см, значения остальных букв прежние. Минимальное число стрел на один люк—2, а при совместной работе двумя стрелами для возможности производства операций с обоих бортов—4. Скорость погрузки и разгрузки при нормальных скоростях выбирания и травления грузов зависит от числа грузовых люков и числа, расположения и способа использования грузовых стрел. Грузоподъемность стрел колеблется от 3 до 5 т, хотя практически при массовых грузах нормальная нагрузка стрел не превышает 1 т. Максимальная скорость погрузки на люк не превышает 36,0 т/ч. Грузовые лебедки разделяются на паровые, электрические, электрогидравлические, с двигателями внутреннего сгорания и ручные. Паровые лебедки (фиг. 24а) делаются с двойной передачей, хотя изредка применяются и с ординарной. На товаро-пассажирских судах во избежание шума от передач применяются лебедки

с качающимися цилиндрами. Паровые лебедки применяются преимущественно на пароходах; на теплоходах и парусных судах приходится прибегать к другим видам двигателей (электрич. моторы, двигатели внутреннего сгорания). Электрич. лебедки строятся как для постоянного, так и для переменного тока с цилиндрич. зубчатыми или червячными передачами. Применяются и гидроэлектрич. лебедки, приводимые в движение водостолбовым двигателем особой конструкции, у которого изменение направления вращения и регулировка скорости достигаются изменением направления и количества жидкости, подаваемой электронасосом. Таким путем между механич. частью лебедки и электромотором включается гидравлич. передача. Лебедки с двигателями внутреннего сгорания применяются редко и в исключительных случаях. На малых судах применяются ручные лебедки.

Грузовые устройства для погрузки жидких грузов состоят из системы трубопроводов и насосов (см. *Судовые системы*). Погрузка сыпучих грузов осуществляется элеваторами, зернонососами, погрузочными транспортерами и т. д., ко-

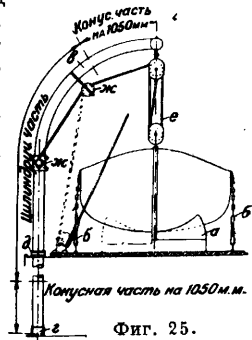


Фиг. 24а.

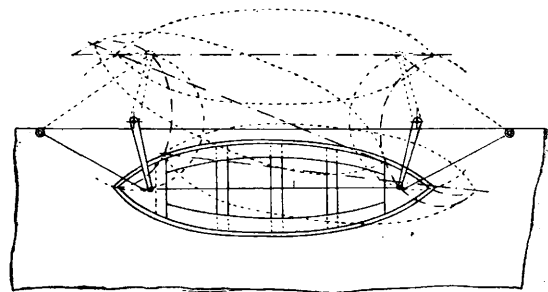
торые устанавливаются на берегу и составляют часть оборудования порта. Подъемные устройства для перемещения пассажиров, багажа, почты внутри судна осуществляются в форме лифтов обычной конструкции. Для подъема артиллерийских снарядов и зарядов применяют ручные или механич. элеваторы. Мусорные устройства (см. *Котлы паровые с уд о в ы е*) служат для удаления золы и мусора из котельной при угольном отоплении котлов; они состоят из мусорной лебедки или мусорного эжектора.

VI. Шлюпочное устройство. Всякое судно снабжается шлюпками, к-рые служат: а) для сношения с берегом в случаях, когда судно стоит на рейде; б) для выполнения работ, связанных с перемещением по воде вне судна, напр. для завозки якорей; в) для спасения личного состава и пассажиров в случае аварии судна; г) для обучения личного состава гребле

и управлению веслами; д) для специальных целей, напр. для десанта. На коммерч. судах число шлюпок в зависимости от величины судна устанавливается правилами классификационных обществ. Для военных судов число шлюпок определяется классами кораблей. Шлюпки хранятся возможно выше над уровнем воды, чтобы их не смыла волна. Устанавливаются шлюпки на рост-блоках а (фиг. 25). Последние, числом 2—3 для каждой шлюпки, состоят из деревянных колодок, обделанных по обводу шлюпки. Они обшиваются клеенчатой подушкой или кожей для предохранения наружной обшивки. Часто рост-блок, обращенный к борту, делается откидным на петлях, чтобы при спуске или подъеме шлюпки не поднимать ее высоко. Шлюпка, установленная на блоки, закрепляется по-походному особыми цепями—шлюпочными найтовыми б, во избежание ее перемещения при качке судна. Часто шлюпки помещаются выше верхней палубы на специальных бимсах—рострах. Для подъема и спуска шлюпок применяются шлюпбалки и стрелы и поворотные краны. Шлюпбалка представляет собою кованый целый или трубчатый стальной брус, изогнутый в верхней части, нижняя часть шлюпбалки (пята) опирается в башмак з, прикрепленный к борту судна, и поддерживается обоймой д. Для каждой



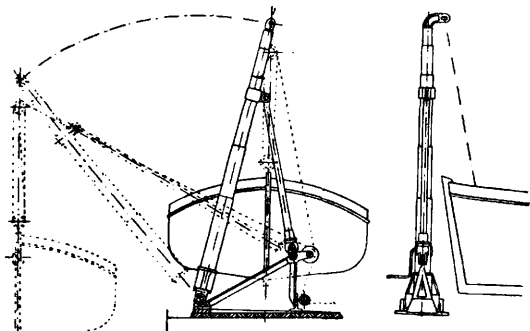
Фиг. 25.



Фиг. 26.

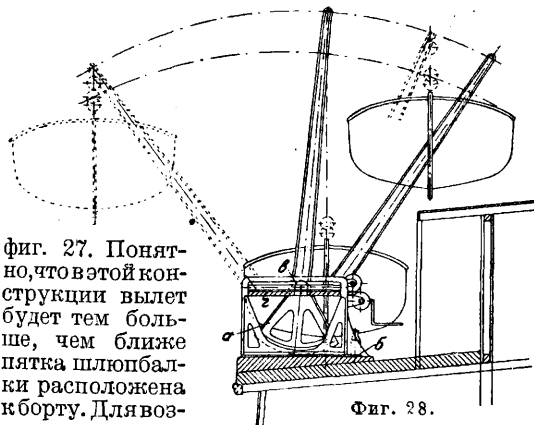
шлюпки устанавливается по 2 шлюпбалки надлежащей высоты, для того чтобы шлюпбалка могла свободно выходить из рост-блоков. Расстояние между шлюпбалками д. б. достаточным для уборки шлюпки на судно; каждая шлюпбалка должна последовательно одна за другой делать полуоборот, причем оконечности шлюпки не должны задевать за них (фиг. 26). Вылет шлюпбалки должен сообразоваться с шириной шлюпки и характером обводов судна и в общем д. б. таков, чтобы шлюпка при подъеме и спуске ее не задевала за борт судна. На концах шлюпбалки закладываются шлюпочные тали е, на к-рых и подвешивается шлюпка во время операций с нею. Операция спуска шлюпки состоит в следующем: шлюпка освобождается от крепления по-походному, откидываются внешние рост-блоки, шлюпка выводится за борт, поворачивая шлюпбалкой, и травятся одновременно тали обеих шлюпбалок при помощи ходовых концов (лопарей), идущих через направляющие ролики эн, установленные на

самой шлюпбалке. По спуске шлюпки тали выкладываются, т. е. шлюпка остается на плаву. Операция по подъему производится в обратном порядке. Для захватывания гака о м (крюком) талей шлюпки в ней имеются особые кольца с цепями, идущими к обушкам, закрепленным к бортам и штевням шлюпки (см. *Шлюпки судовые*). Когда шлюпка хранится на ро-



Фиг. 27.

сокой стойкой, называемой стандарсом. Шлюпбалка вставляется в стандарс и может в нем вращаться. Спасательные вельботы вместо обыкновенного обука для захватывания гака талей часто снабжаются специальным устройством, позволяющим моментально и одновременно освободить шлюпку от талей. Недостатком обыкновенных поворотных шлюпбалок является невозможность придать большой вылет. Последний необходим при спуске шлюпки у накренного судна. Этим недостатком не обладают заваливающиеся шлюпбалки, помощью которых можно вдобавок быстрее спустить шлюпку на воду. Существует много разновидностей заваливающихся шлюпбалок, но основная идея их конструкции состоит в повороте балки в плоскости, перпендикулярной борту для вывода шлюпки за борт. Конструкция такой шлюпбалки (сист. Колумбус) показана на



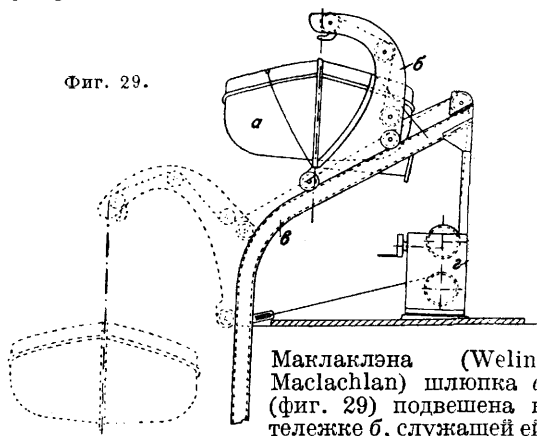
Фиг. 28.

фиг. 27. Понятно, что в этой конструкции вылет будет тем больше, чем ближе пятка шлюпбалки расположена к борту. Для возможности прохода лодок заваливающиеся шлюпбалки либо д. б. расположены сзади лодок либо по сторонам их; первое неудобно, т. к. уменьшает вылет при данной длине шлюпбалки, а второе, увеличивая общую длину шлюпочного устройства, затрудняет помещение требуемого количества шлюпок на палубе. Само заваливание происходит или помощью дополнительных талей или каким-либо механич. приводом, напр.

винтом. Недостатки заваливающихся шлюпбалок: затруднение в конструктивном выполнении, недостаточно рациональный способ хранения поднятых шлюпбалок и невозможность пользования одной и той же парой шлюпбалок для обслуживания нескольких шлюпок. Этими недостатками с сохранением преимуществ заваливающихся шлюпбалок не обладают шлюпбалки Велина, получившие большое распространение на пассажирских коммерч. судах.

Шлюпбалка Велина (фиг. 28) имеет в нижней части зубчатый сектор *a*, к-рый может катиться по зубчатым рейкам *b*, закрепленным на палубе. Качение сектора по рейке производится перемещением центра сектора *a* параллельно рейкам и осуществляется винтом *z*, приводимым во вращение рукояткой или мотором. Оснастка талей произведена так, что при выводе шлюпки с ростр-блоков и вываливании за борт они имеют все время горизонтальное движение. Сами шлюпбалки изогнуты в плоскости, параллельной диаметральной. В последнее время появились системы шлюпбалок (Велина-Маклаклена, Тейлора), у к-рых вываливание шлюпок за борт производится силой веса последних, как только будут отданы удерживающие шлюпку приспособления. В шлюпбалке Велина-

Фиг. 29.

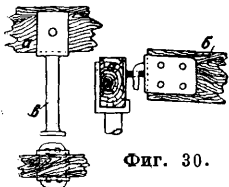


Маклаклена (Welin-Maclachlan) шлюпка *a* (фиг. 29) подвешена к тележке *b*, служащей ей

одновременно роострами. Тележка ходит по рельсу *в* из швеллерного железа. После того как будет отдано стопорное приспособление, тележка со шлюпкой скатывается вниз по рельсу, причем движение ее регулируют тормозной лебедкой *z*, на барабан которой наматывается шлюпочный подъемный трос. Дальнейшее травление этого троса, после того как тележка заняла положение, обозначенное на фиг. 29 пунктиром, производит посадку шлюпки на воду. Подъем производится электромотором. Для обслуживания шлюпок применяются также поворотные краны. Удобство кранов по сравнению с парными шлюпбалками состоит в возможности подвешивания шлюпки на одном стропе (тросе), вследствие чего легко сохранить горизонтальное положение шлюпок при спуске их на воду. В кранах получается полная механизация всех операций по обслуживанию шлюпки. Преимущественно краны применяются на военных кораблях, где все шлюпки сосредоточиваются почти в одном месте, т. е. для обслуживания их достаточно двух кранов. Скорость подъема при работе кранов равна приблизительно 20 м/мин. Иногда шлюпки поднимаются подъемными стрелами.

VII. Тентовое устройство. Для защиты верхней палубы от дождя и солнца по-

следняя перекрывается парусиновым тентом. В диаметральной плоскости судна устанавливаются съемный продольный деревянный брус *a*, от к-рого к бортам идут поперечные бруски *b*. Продольный брус *a* поддерживается стойками *c* с развилками на конце (фиг. 30). В зависимости



от местных условий стойки устанавливаются на кожухи дымовых труб, рубки и т. д. Один конец каждого поперечного бруса подвешивается помощью крючков, вдеваемых в обушки на продольной балке. Другой конец бруса крепится к специальной стойке, устанавливаемой у борта судна (фиг. 31). В верхней части каждой тентовой стойки имеется обушек, сквозь к-рый пропускается продольный трос (леер), натягиваемый винтовыми стяжками талрепам и. Сверх продольного и поперечных брусьев накладывается тент, кромки к-рого пришиваются к упомянутому выше продольному лееру. Тенты бывают солнечные и дождевые, причем последние изготовляются из более плотной парусины и устанавливаются для возможности ската воды с наклоном к бортам, для чего тентовые стойки снабжают вторым обушком, расположенным ниже конечного. На больших судах деревянные продольные брусья часто заменяются тросами.

VIII. Леерное устройство. Для ограждения личного состава и пассажиров от падения в воду на судах, не имеющих фальшборта, по краям верхней палубы и вышележащих палуб устанавливаются леерные стойки, между к-рыми протягиваются 2—3 ряда стального троса или тонкие прутки. Подобного рода устройство особенно важно для обеспечения безопасности личного состава во время качки судна, когда возможность падения в воду весьма велика. В некоторых случаях на пассажирских судах нижняя часть между леерными стойками забирается металлич. сеткой. В тех местах, где возможны частые погрузки, леерные стойки делаются откидными. Детали леерного устройства стандартизованы.

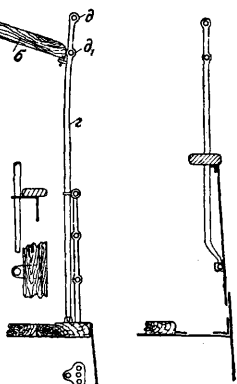
IX. Устройства связи служат: 1) для сообщения судна с другими судами или берегом и 2) для сообщения между помещениями внутри судна. К первой категории относятся радиоустановки, гидроакустич. приборы, световые сигналы (прожекторы, электрич. фонари), звуковые сигналы (свистки, сирены) и специальные сигналы (флаги, семафоры). Ко второй—судовые телефоны, переговорные трубы (акустические) и механич. судовые телеграфы (для передачи приказаний в машинные отделения).

Лит.: Шершов А., Устройство и теория корабля, СПб, 1912; его же, Практика кораблестроения, ч. 1—2, СПб, 1912; Невраж и В., Корабельная архитектура. Судовые устройства, ч. 1, СПб, 1911 (с атласом); Шершов А., Устройство и теория корабля, ч. 1, Л., 1930; Пондю и Н. В., Корабельная архитектура. Судовые устройства, вып. 1—4, Л., 1927; Пильский Г., Курс вспомогательных судовых механизмов и аппаратов, СПб, 1915 (с атласом); его же, Судовые вспомога-

тельные механизмы, вып. 1, СПб, 1906 (с атласом); Дормидонтов Н., Речное судостроение, Л., 1930; Цеханович В., Речное судостроение, ч. 2. Материал и конструкция речных стальных судов и их палубных надстроек, М., 1930; Яковлев С., Кораблестроительство и трюмное дело, ч. 2.—Корабельная архитектура, Л., 1929; Johow Foerster, Hilfsbuch für den Schiffbau, 5 Aufl., B. 1—2, B., 1928; Judaschke F., Die Grundlage des praktischen Schiffbau, Berlin, 1926; Schiffbau-Kalender, Jg. 5, B., 1929; Lovett W., A Complete Class-book Naval Architecture, 2 ed., L., 1918; Watson T., Naval Architecture, 3 ed., L., 1917; «Marine Engineering and Shipping Age», N. Y.; «Shipbuilding and Shipping Record», L.; «Schiffbau», B.; «Wert-Reederei-Hafen», B.

СУДОПОДЪЕМ, отрасль морской техники, имеющая своим предметом подъем со дна на поверхность воды и постановку на плав затонувшего судна. С С. тесно связано с судоспасательное дело—техника морских операций по спасению или подаче помощи судну, лишившемуся вследствие той или другой аварии способности самостоятельного управления. Судоподъемные и судоспасательные работы принадлежат к числу работ трудных и дорогих. Однако колоссальное развитие судоходства настоящего времени, частые аварии и миллионные ценности гибнущих при этом судов и грузов, спасение человеческих жизней, закупорка аварийным или погибшим судном судоходных путей—причины слишком важные, чтобы не признать подобные работы необходимыми или неизбежными.

Обследование затонувшего судна является первой рабочей операцией подъемной партии. На основании данных обследования составляется технич. проект С., выявляются потребные пловучие и судоподъемные средства и материалы, составляется календарный план С. и смета на него. Поэтому весьма важно дать обследовательной партии исчерпывающие задания и получить через нее подробные данные о затонувшем судне, об обстановке и условиях работ, напр. климатич. условиях (здоровый климат; малярия на Кавказе, цынга на севере); метеорологич. условиях (ветры свыше 5 баллов, туманы, дождливые периоды, морозы, t° воздуха и воды и пр.); гидрологич. режиме района (волна свыше 4 баллов, течения, прозрачность воды, приливы—отливы, ледоходы, ледоставы, разливы, малая вода); вопросах базирования (питание, размещение, жилье, отдых для команды, снабжение судов и партии водой, топливом, строительными и прочими материалами, вопросы ремонта судов, убежища в случае непогоды), приобретающих особую остроту в случае, когда судно лежит в глухом районе; вспомогательных средствах (возможность получения буксиров, катеров для связи, грузовых барж, кранов или киллекторов, вспомогательной рабочей силы и пр.). По самому судну необходимы следующие данные: 1) глубина затопления (от уровня моря до грунта) в носу, корме и с бортов; 2) глубина на судне (от уровня моря до выступающих частей—мачт, труб, рубок, шлюпбалок и до самого корпуса в носу, корме и с бортов); 3) положение судна (крен и диферент); 4) состояние (число и размеры пробоин, другие повреждения); 5) размеры (длина, ширина и глубина интрома); 6) число трюмов и поперечных переборок; 7) число и величина подводных и надводных отверстий (люки, кингстоны, иллюминаторы и пр.); 8) возвышение над грунтом в носу, корме и с бортов (от грунта до палубы, а для судов, лежащих вверх килем, от грунта по обводу корпуса до кила в 3—4 точках с каждого борта); 9) качество грунта (ил, песок, ракушка, гравий, глина, камень); воз-



Фиг. 31.

возможность подрезки троса под корпус, промывки, отсоса; течение на грунте, текучесть грунта, угол естественного откоса, наносы у бортов; 10) количество ила внутри корпуса и на палубе; качество (образец) его; 11) возможная разгрузка судна—грузы в трюмах, уголь в ямах, броня, орудия, снаряды. Все эти данные обследовательской партии в составе 1—2 водолазных станций (каждая из помпы с полным оборудованием при 3—4 водолазах), в зависимости от размеров судна и глубины затопления, может выяснить в 2—5 рабочих дней.

Предельные глубины С., с к-рых м. б. поднято затонувшее судно, до настоящего времени определяются предельной глубиной водолазных работ вообще, а практически—для работ в мягких водолазных скафандрах (см. *Водолазное дело*). Пределом глубины спуска для водолаза в мягком скафандре, в случае подачи ему воздуха атмосферного состава, при легкой работе в течение не более 2 часов, является глубина не свыше 90 м. Англичане при выработке своих водолазных правил, действующих сейчас и у нас, доводили глубину спуска до 60 м. В Испании для спасения ценностей с затонувшего у мыса Финистерра парохода производились спуски на глубину 55,5 м. У нас в 1909 г. с глубины 55 м поднята часть подводной лодки «Камбала», разрезанной пополам при столкновении; в 1917 г. в Финском заливе водолазами достигнута глубина 58 м; в 1927/28 г. поднята лодка в Черном море (400 спусков и работы на глубине до 53,5 м). Все эти спуски однако являются рекордными. Нормально водолазные правила допускают спуски и работу в мягких скафандрах до глубины 40 м. На большие глубины посылаются только особенно крепкие водолазы и только с их согласия. В последнее время делаются попытки достижения больших глубин путем применения жестких скафандров и панцирных водолазных аппаратов (см. *Водолазное дело*). Громоздкость, неповоротливость и малая производительность находящегося в этих аппаратах человека служат препятствием к применению их в судоподъемном деле. Подводному танку (см. *Водолазное дело*) вероятно предстоит большая будущность. Другая возможность увеличения рабочих глубин в удобных мягких скафандрах лежит в замене подаваемого водолазу сжатого воздуха газом искусственного состава—с уменьшенным количеством кислорода и заменой азота другим газом, напр. гелием, аргоном и другими менее растворимыми в крови и быстрее из нее выделяющимися и потому менее опасными в смысле кессонной болезни. В этом направлении опыты ведутся в Америке, и по нек-рым данным (сведения об учебных спусках на 120 и более м) уже достигнуты благоприятные результаты.

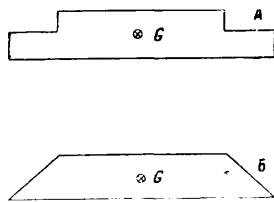
Основные условия для успеха судоподъема: 1) Приложение к судну подъемной силы P , равной или большей его подъемного веса D . 2) Обеспечение остойчивости системы (+ D — P) во все время всплытия и на поверхности. 3) Проверка достаточной прочности судна против приложенных к нему подъемных сил P . 4) Благоприятная погода во время С. и буксировки судна в порт. Первые три условия требуют технич. расчета, последнее д. б. положено в основание календарного плана работ.

Подъемный вес и ц. т. по длине и высоте судна определяют величину подъемных сил и их размещение по длине и высоте судна (т. е. в ко-

нечном счете необходимость и достаточность выбираемых подъемных средств), остойчивость судна и крепость его. Поэтому необходимо возможно подробно рассмотреть нагрузку по длине и высоте от каждой из составляющих частей подъемного веса. Для решения задачи можно или достать чертежи данного или близкого по типу судна (хотя бы продольный разрез и палубу), а также сводную ведомость нагрузки, или расчет постановки на волну, или же, если никаких данных нет, на основании данных обследования, согласно правилам военного судостроения или данным регистра классификационных обществ, рассчитать нагрузку по измеренным водолазами главным элементам судна. Нагрузку возможно разбить на следующие части. К о р п у с и о б о р у д о в а н и е — вес берут по имеющимся весовым данным или в процентах от водоизмещения. Распределение веса принимается по всей длине судна в виде трехступенчатой кривой (фиг. 1, А) или же трапеции (фиг. 1, Б), расположенной так, чтобы ц. т. их площади G совпал по длине с предполагаемым ц. т.

к о р п у с а судна. М е х а н и з м ы — главные и вспомогательные. К о т л ы и т р у б о п р о в о д ы. Вес определяют подобно предыдущему; распределение весов обыкновенно достаточно считать равномерно распределенным на пространстве машинных отделений. У г о л ь считают равномерно распределенным на пространстве бункеров. Количество его определяют по обмеряемой водолазами через палубные горловины степени заполнения бункеров. Ш к и п е р с к о е с н а б ж е н и е берут в процентах от водоизмещения. Распределение считают равномерным по длине судна. Вес и распределение б р о н и, а р т и л л е р и и м и н н о г о в о о р у ж е н и я определяют по весовым данным или подсчетам. К о м а н д а, п р о в и з и я, б а г а ж определяются в процентах от водоизмещения и равномерно распределяются на пространстве жилых помещений. Г р у з учитывается согласно собранным по документам или путем обследования данным о характере и количестве груза в каждом трюме. Сводная таблица всех приведенных нагрузок должна дать в сумме водоизмещение и центр тяжести по длине и высоте для судна в момент затопления его.

И л. Затопленное судно обыкновенно содержит внутри много ила. В зависимости от течения, мутности воды, пробин и отверстий, качества грунта, времени пребывания под водой и т. д. ил может оказаться в трюмах, на палубах и в помещениях нанесенным либо в небольших количествах, либо до уровня грунта, либо даже набитым под самую палубу, значительно выше грунта. Качество ила определяется по обмеру водолазов, а уд. в. (1,5—2,2 на воздухе) взвешиванием пробы его. Для судов с трудными доступными для водолазов внутренними отсеками (миноносцы, подводные лодки, суда вверх килем) количество ила приходится брать по опыту работ в данном районе, остерегаясь принять преуменьшенное количество. Для судов, поднятых «Эпроном» в Черном море, подводный вес ила составлял 15—35% от подъемного веса; нижний предел для судов, лежа-



Фиг. 1.

щих на киле, верхний—для судов с креном в 145° . Разгрузка и отсос ила делают возможным С. с меньшими силами и более компактными звеньями (тросы, цепи, скобы); корпус при этом испытывает также меньшие напряжения. С этой целью на коммерч. судах выгружают трюмы и бункеры, на военных—снимают артиллерию и главную бортовую броню. Разгрузку и отсос ила отмечают соответственным уменьшением ординат кривой нагрузки. С кривой нагрузки снимаются также грузы, отсутствие которых установлено тем или иным способом, напр. экипаж, недокомплект снарядов, или такие, вес которых в воде близок к 0, напр. вода, нефть, масло, провизия и пр. Необходимо также снять с соответствующих кривых веса долю их, обязанную потере P в весе тела, погруженного в воду. Эти потери будут

$$P = \gamma \Sigma v \approx \Sigma v,$$

где Σv —сумма вытесненных входящими в нагрузку предметами объемов воды (P — m , v — m^3 , γ —уд. в. воды). Практически обыкновенно потеря веса металлич. частей корпуса и машин считается равной $1/7$ и ц. т. потерь совпадающим с ц. т. нагрузки. Для грузов потерю веса в воде следует вычислить отдельно.

Воздух внутри. Под палубами (между бимсами или до уровня карленгсов люков) затонувшего судна имеется обычно нек-рое количество воздуха. Суда, лежащие с креном, могут иметь воздух также в верхних углах бортов под каждой палубой, а лежащие вверх килем—в каждом отделении. Большие количества воздуха могут оставаться в верхних частях междудонных, бортовых и других отсеков, особенно многочисленных на военных судах. Находящийся внутри корпуса воздух облегчает подъемный вес судна и изменяет положение его ц. т., что и д. б. учтено на кривой нагрузки. Особенно большую роль играет воздух, оставшийся внутри малоповрежденной подводной лодки, т. к. может оказаться достаточным приложением небольшого усилия для подъема ее на поверхность.

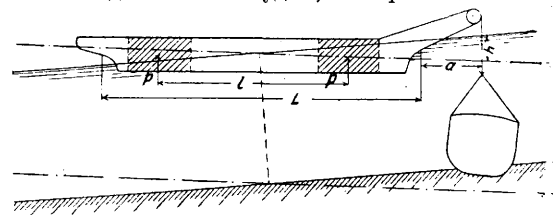
Присос. Если к судну приложить подъемную силу, равную подъемному весу, то судно еще не поднимется, т. к. его держит грунт, в который оно за время своего нахождения под водой б. или м. зарывается. Отрывной вес судна равен подъемному весу, увеличенному на держащую силу грунта, называемую обыкновенно силой присоса или просто присосом. Можно думать, что она м. б. разделена на следующие составные части: а) Собственно присос—разница между гидростатич. давлением столба воды на корпус сверху и снизу—из грунта. При плотном малопроницаемом для воды грунте эта составляющая может достигнуть большой величины в зависимости от глубины затопления. б) Прилипание—сцепление между тесно соприкасающимися частями грунта и корпуса. Эта сила по данным физики невелика. в) Трение зависит от формы погруженной в грунт части корпуса, уд. в. грунта, состава и угла коцуса обрушения его. г) Вырывание зарывшихся в грунт выступающих частей корпуса, винта при прямом положении судна, надстроек, орудий, площадок при кренах $>90^\circ$ потребует тем большей силы, чем большую массу грунта они д. б. сдвинуть и поднять с собой. Практика показывает, что сила присоса может достигать большой величины: для довольно илистых и водопроницаемых грунтов—до 20%

от подъемного веса. В проектах С. сила присоса принимается равной 30—100% от подъемного веса в зависимости от зарытия в грунт, качества грунта и намеченных подмывных работ. Меры для уменьшения силы присоса следующие: отмывка глубоко зарывшихся выступающих частей корпуса; промывка грунта под корпусом в нескольких местах струями воды и воздуха; подъем судна одной оконечностью вперед, несколько подмыв ее; удлинение времени действия подъемных сил.

Способы получения подъемной силы. 1) Плочки и краны. Основными их недостатками являются малая мореходность из-за прямоугольной формы понтона, а также высокой и тяжелой стрелы, и ограниченность подъемной силы из-за трудности согласовать работу более чем двух кранов одновременно. Основное условие при работе кранами—возможность быстрого перевода барабана подъемной лебедки на холостой ход в случае внезапного возрастания нагрузки (напр. вследствие разрыва шкентеля на втором кране); нередки случаи аварии и даже потоплений кранов в подобных случаях.

2) Килекторы. Подъемная сила 50, 100, 200 и выше m . Мореходны вследствие судовой формы своего корпуса и низко расположенной над водой стрелы (крамбола). По причине малого выноса крамболы не могут поднять судно на поверхность воды, но могут оказаться полезными для отрыва его от грунта, а также для переноса малых судов из открытого моря в порт, где уже могут работать краны.

3) Подъемные суда. Для подъема грузов (судов) до 2 000 m весьма удобны подъемные суда, представляющие собой те же килекторы, но с 2 крамболами, установленными в носу. Подъемная сила крамболов достигает 550 m . Кроме того суда эти м. б. притоплены принятием водяного балласта. В таком положении, после захвата за судно, обтяжки стропов крамболами и перекачки балласта в корму, подъемное судно немного поднимает груз и переносит его на более мелкое место, где вся операция повторяется сначала. Если p —вес перекаченной воды, D —водоизмещение килектора с водой и весом поднимаемого судна, l —перемещение по-



Фиг. 2.

длине ц. т. перекачиваемого балласта, R —продольный метацентрич. радиус килектора в этих условиях, L —длина килектора, h —высота подъема судна, a —вылет стрелы (фиг. 2), то

$$h \approx \frac{L+2a}{2} \cdot \frac{pl}{DR},$$

при этом

$$p \approx \frac{D}{4} \quad \text{и} \quad l \approx \frac{L}{2}.$$

Подъемные суда снабжают иногда мощным землесосным оборудованием и помпами.

4) Судадокки, напр. «Коммуна», представляют собой подъемные суда, предназначенные для подъема затонувших или для ремонта плавающих подводных лодок без ввода их в док:

(фиг. 3). Они состоят из двух судов *a*, связанных между собой в носу и корме надстройками, а в середине четырьмя арками *б*, снабженными каждой гиньями *в*; подвешенная с грунта или из воды лодка *д* (до 1 000 *т* весом) устанавливается на поворотные балки *з*, при подъеме лежащие плотно прижатые к бортам. Длина тросов гиней «Коммуны» позволяет произвести подъем с глубины до 55 м. Время подъема гиньями, после подхвата лодки, 2 часа. При помощи «Коммуны» в 1927 г. экспедицией подводных работ поднята с глубины свыше 30 м англ. подводная лодка L-55 подъемным весом в 1 000 *т*.

5) Судоподъемные винты. Способ С. винтами виден на фиг. 4. Две баржи (или понтона) *a* связаны между собой в жесткую систему при помощи балок *б*; вращением гаек *в* поднимают винты, соединенные с цепями, подведенными под судно. Вместо барж при небольшой глубине затопления м. б. забиты с обоих бортов судна сваи *з*, на к-рые и опирают балки *б*. После исчерпания всей длины нарезки винтов цепи подхватываются на стопоры, винты спускаются вниз и скобы их захватываются за ближайшие

звенья цепей. Перестройка ведется не больше чем на одной паре винтов одновременно и следующая перестраивается только после оттяжки первой. Употребительные на наших реках винты имеют наружный диам. до $d = 63$ мм, внутренний $d_в = 0,8 d$. Нарезка однониточная; угол подъема винтовой линии $\alpha = 4,5^\circ$. Длина нарезки 1,5—2,0 м. Допускаемая нагрузка 12—16 *т*. Винты м. б. спроектированы на большую (до 40 *т*) подъемную силу, но тогда придется ставить на каждый винт до 10 человек, тянущих за тросовые оттяжки, взятые за рукоятки. Равномерная работа людей при этом крайне затруднительна.

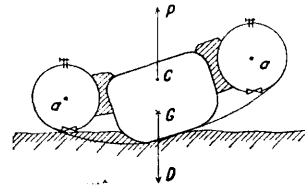
6) Понтоны жесткие. Металлич. ящики *a* (фиг. 5) прямоугольной или цилиндрич. формы заталкиваются у бортов затонувшего судна, прикрепляются к нему помощью подведенных под судно тросов, цепей или металлических полотенец и затем продуваются сжатым воздухом, выгоняющим из них воду. Для успеха подъема необходимо, чтобы: а) подъемная сила понтонов превышала отрывной вес судна, б) была обеспечена устойчивость системы (понтоны + судно) во все время всплытия и на поверхности, в) понтоны были закреплены против передергивания в поперечном и продольном направлениях при возможных кренах и дифферентах системы и г) продольная и местная прочность

судна была проверена в отношении действующих на него в местах стропов больших подъемных усилий. Понтоны бывают от 80 до 400 *т* и больше подъемной силы. По длине их разбивают на 3—4 непроницаемых отсека, продуваемых независимо друг от друга. Вверху под палубой имеются герметич. отсеки — воздушные ящики, поглощающие под водой вес понтона, сообщающие ему устойчивость на плаву и дающие возможность топить понтон небольшим краном. В небольших понтонах роль воздушных ящиков могут играть концевые отсеки и уложенный внизу чугунный или другой балласт. Продувание отсеков бывает двух систем: или через донцевые горловины (фиг. 6) или через отжимные

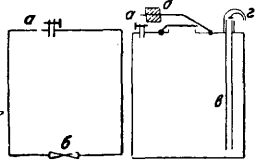
трубы (фиг. 7), где *a* — воздушные ниппели, *б* — горловина, *в* — отжимная труба, *з* — парусиновый рукав на трубе или другой невозвратный клапан, *д* — предохранительный клапан для выпуска излишнего воздуха при всплытии системы. Понтоны второй системы несколько более сложны, зато могут не иметь воздушных ящиков, т. к. воздух внутри их при потоплении не сжимается и следовательно вес их с глубиной не увеличивается. Большие понтоны — на 1 000—2 000 *т* и больше, напр. понтоны от пловучих доков, притапливаются возможно ниже, затем оттягивают закрепленные за поднимаемое судно стропы лебедками и, откачав балласт, несколько приподнимают судно и переводят его на более мелкое место.

7) Мягкие понтоны. В последнее время в связи с успехами аэростатостроения получают распространение мягкие понтоны. Они бывают круглой, овальной или цилиндрич. формы и м. б. разделены на 2—3 независимых отсека, имеющих свои воздушные вентили, отжимные отверстия и предохранительные клапаны (напр. по типу аппендикса). Оболочка в зависимости от размеров понтона сделана из 2—4 слоев парусины или прорезиненной материи с проклей-

кой между парусиной слоев натуральной резины. Для сохранения формы и прикрепления подъемных стропов понтоны или закладывают в тросовую сетку, к к-рой и крепят стропы, или пришивают с боков пояски *a* (фиг. 8), в к-рые запускаются металлич. прутья *б*. Подъемные тросы сверху, у понтона, разветвляются и концы ветвей своими коушами одеваются на прутья *б*. Мягкие понтоны недолговечны, но недороги в постройке. Большим преимуществом их



Фиг. 5.



Фиг. 6.

Фиг. 7.

Фиг. 8: A diagram of a soft ponton. It shows an oval-shaped ponton with a central horizontal beam (a) and several vertical supports (b) extending downwards. The beam and supports are used to attach lifting ropes.

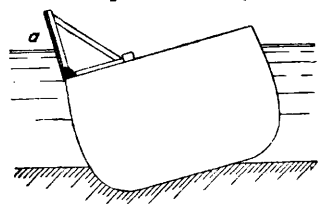
Фиг. 8.

*11

является малый вес (100-т понтон весит ок. 1,5 т) и возможность легкой доставки в любой отдаленный или глухой пункт.

8) Ц и л и н д р ы. Американцы с успехом применяют для С. небольшие цилиндрич. баллоны емкостью ок. 20 т. Цилиндры располагаются у бортов судна вертикально и крепятся к нему каждый за одну-две точки, напр. за иллюминаторы, за дыры в борту, просверленные пневматич. сверлилкой водолазами, и пр.

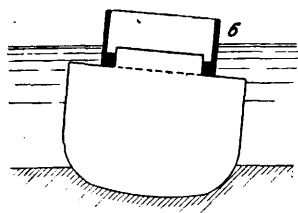
9) К о ф ф е р д а м. К о л о д ц ы. У судна, затонувшего на небольшой глубине, надстраивается временный (обыкновенно деревянный) борт—коффердам *a* (фиг. 9) или оба бор-



Фиг. 9.

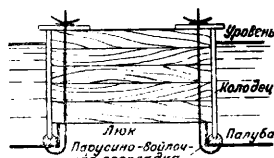
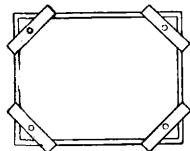
та, после чего вода из судна выкачивается и оно всплывает. Вместо надстройки целых бортов, в случае крепкой палубы, м. б. построены только колодцы *б* (фиг. 10) над люками и другими палубными отверстиями. Деревянные доски обшивки конопатятся и обшиваются парусиной для непроницаемости. Устройство колодца *б* шахты над люком показано на фиг. 11.

10) Внутренний объем корпуса м. б. использован для получения значительных подъемных сил. а) После закупорки верхних частей корпуса в отсеки судна подается сжатый воздух, к-рый, отжимая из корпуса воду, сообщает отсекам пловучесть и следовательно уменьшает подъемный вес. Закупорка имеет ту особенность, что д. б. рассчитана на давление изнутри. Палуба и борты также д. б. проверены на давл-



Фиг. 10.

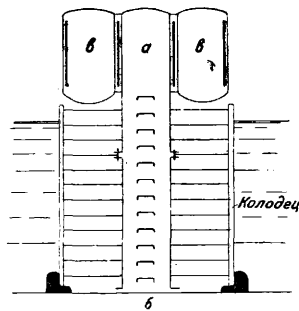
ние, обратное тому, на к-рое они были рассчитаны при постройке. Д. б. устроены предохранительные клапаны для выпуска излишнего воздуха, расширяющегося при всплывании. Для проникновения внутрь судна, поднимаемого сжатым воздухом (напр. для заделки пробоин или других отверстий), пользуются шлюзовыми камерами (фиг. 12). В них средняя труба *a* соединена с наполненным сжатым воздухом отсеком затонувшего судна *б*, а камеры *в*, каждая с 2 дверьми (одной наружу и второй в трубу), служат для входа и выхода из судна. Чаще всего удается использовать подъемную силу продуктов



Фиг. 11.

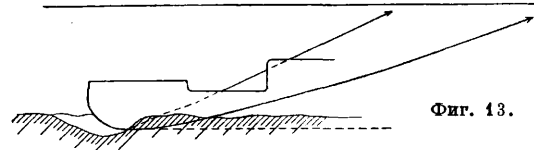
дуваемые воздухом мешки, связки бамбука и т. п. средства. Эти средства закладываются в трюмы судна и сообщают ему весьма желательную добавочную пловучесть, часто недостающую дру-

гими способами. в) Откачка отсеков. Способ ясен и конечно первым долгом испытывается на судне, палуба которого возвышается над водой. Однако даже в этом случае в корпусе обыкновенно оказываются пробоины, щели, трещины, полученные при аварии, так что откачка без заделки их оказывается невозможной. Когда палуба находится под водой, способ этот еще усложняется необходимостью ее укупорки и подкрепления изнутри стойками и другими упорами против давления водяного столба, лежащего на палубе.



Фиг. 12.

Захват за судно. Гребные суда и малые катеры, поднимаемые для докования на стенку набережной краном, имеют обычно приспособления для такого подъема в виде носового и кормового рымов или внутренних железных лент, связанных с бортами и оканчивающихся проушинами для крепления подъемных стропов. Подводные лодки зачастую снабжаются особыми приспособлениями, облегчающими крепление к ним подъемных тросов. Малые и средние подводные лодки обыкновенно м. б. подхвачены стропами под оконечности, т. к., с одной стороны, эти оконечности благодаря их приподнятой форме допускают легкую подрезку под них стропов и, с другой стороны, крепость корпуса достаточна для подъема судна на двух стропах. Даже большие лодки, если в них внутри осталось достаточное количество воздуха, могут допустить такой подъем. Как правило однако оконечности затонувшего судна вместе со всем корпусом бываю сильно зарыты в грунт. Кроме того продольная крепость надводных судов вообще далеко не достаточна для подъема за оконечности. Поэтому подъемные силы приходится распределять по длине

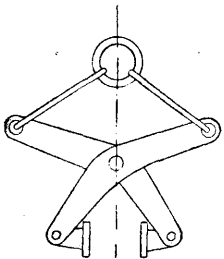


Фиг. 13.

судна не меньше, чем на 4—6 точек, подрезка под эти точки стропы или промывая в их районе туннели под корпусом. Подрезка а хорошо удается при легких илистых грунтах и всего труднее при грунтах глинистых, песчаных, гравитых. Присутствие камней может сделать ее совершенно невозможной. Однако от способа подрезки необходимо отказываться только в крайнем случае, убедившись наверняка в полной безнадежности усилий. На фиг. 13 показана схема подрезки. Водолазы слегка размывают оконечность для того, чтобы подрезная трос мог пройти под киль, затем два буксира берут на себя концы троса и, попеременно давая передний ход, тянут трос взад и вперед и при этом подрезают, как бы пропиливают, грунт, подвигая трос все дальше к середине судна до намеченного места. При помощи подрезного троса под корпус затем протягивается подъемный строп или цепь. Промывка а т у н н е л е й возможна водяной или воздуш-

ной струей давлением 6—12 atm. Эффект размыва сильно растет с увеличением давления. Наконечник трубы (пипка) д. б. привязан к якорю или к другому упору для поглощения реакции струи. Если количество подаваемой воды или воздуха недостаточно и обратный поток воды из туннеля слаб, то размытый грунт быстро оседает в длинном туннеле. Водолазу часто приходится поворачиваться в туннеле и выгонять струей осадки наружу. Крупный песок, ракушку, гальку лучше всего отсасывать на небольших глубинах землесосом, на больших — грунтососом гидравлическим или воздушным. Для облегчения выноса грунта ведется с двух сторон. В Черном море грунт, даже мягкий с поверхности настолько, что водолаз в него уходит по колено, глубже быстро твердеет, т. е. туннель глубиной под корпусом ок. 1,5 м и шириной ок. 2,0 м стоит ровными стенками, без всяких оползней и только у поверхности дна имеет уклоны стенок соответственно углу естественного откоса верхнего слоя. В зависимости от крепости корпуса и величины подъемной силы в туннель протягивается подъемный стrop, цепь или широкая полоса — полотенец, — к к-рым и прикладывается подъемная сила. Трос не д. б. нагружен свыше, чем до 30% своего разрывного усилия, иначе он разрывается на киле или других местах резкого излома; цепь выносит изломы лучше. При напряжениях свыше 40—50 т необходимы полотенцы, так как обшивка корпуса толщиной до 8 мм — особенно на скуле — м. б. цепью прорезана.

Способ захвата а судно сверху, без промывки туннелей, в виду неимения на судне кроме винтов и клюзов достаточно крепких мест требует применения захватных приспособлений типа храпцов, или лягушек (фиг. 14). Храпец после насадки его на судно тем сильнее зажимает между своими клешнями судно, чем больше подъемное усилие приложено к его верхним плечам. При разработке конструкции однако встречаются большие затруднения для случая захвата судов, лежащих с креном, а также в обеспечении достаточной крепости хватки храпцов на случай



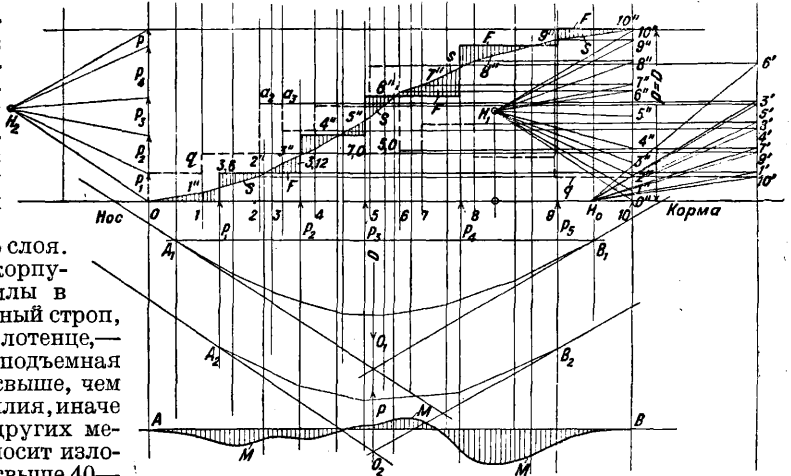
Фиг. 14.

всплытия судна оконечностью. Захват малыми силами. При разрывке необходимой подъемной силы на составляющие величины по 10—20 т на судне может найтись большое количество точек, могущих выдержать приложение таких сил, как напр. орудия, бимсы, иллюминаторы, рымы, заложённые в просверленные в бортах отверстия, и пр. Удобными подъемными средствами м. б. жесткие или мягкие баллоны грузоподъемностью в 20—40 т, подвешенные за одну или две точки на судне.

Электромагниты. Опыты с этим типом захвата начинают приобретать уже некий практич. интерес (см. *Водолазное дело*) в области подъема небольших (10—15 т) железных грузов. В судоподъемном деле решающим не-

достатком захвата являются его сложность и ненадежность, напр. в случае ослабления или прекращения питающего тока.

Продольная прочность судна. Корпус затонувшего судна при подъеме испытывает напряжения, совершенно отличные от тех, на которые он был рассчитан при постройке; изменяются как нагрузка, так и сила поддержания. Поэтому во избежание перелома судна при неудачном расположении точек приложения сил продольная крепость его д. б. проверена. Особенно необходима такая проверка в случае наличия значительного износа корпуса или крупных пробоев. Износ можно учесть в зависимости от вре-



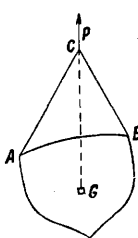
Фиг. 15.

мени пребывания под водой введением в расчет уменьшенных толщин продольного набора и обшивки; для судов, пролежавших например в воде Черного моря 6—10 лет, такое утонение (от ржавчины) достигало 1—2 мм (а тонкие 3—4-мм листы проржавливали почти насквозь). Пробоины выводят из действия нарушенные или продольные связи.

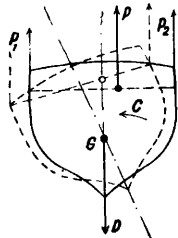
Нагрузка а. На фиг. 15 показана кривая qq нагрузки судна от подъемного веса; получаемая в результате сложения составляющих его. Сосредоточенные силы p_1, p_2, \dots, p_5 показывают величину и расположение по длине судна составляющих суммарной подъемной силы P . Интегрируя графически известным приемом с полюсом H_0 ступенчатую кривую qq , проводя между ординатами $0-1; 1-2$ и т. д. прямые, параллельные лучам H_0-1', H_0-2' и т. д., получаем кривую SS срезывающих усилий от подъемного веса с конечной ординатой, равной суммарному подъемному весу P . Объем каждой площадки (например $2a_2a_3 \int$) равен разности соответствующих ординат интегральной кривой SS (т. е. $\overline{33''}-\overline{22''}$). Строя веревочный многоугольник $A_1O_1B_1$ на этих отрезках с полюсом H_1 через вертикальные линии, проходящие через p , т. е. отдельные участков кривой qq , получаем положение D по длине судна. Строя веревочный многоугольник $A_2O_2B_2$ подъемных сил p_1, p_2, \dots с полюсом H_2 через вертикали по линии действия этих сил и изменяя величину и точку приложения одной из сил при прочих заданных т. о., чтобы их равнодействующая P проходила через точку приложения D , определяем величины и точки приложения подъемных сил, а следовательно и кривую срезывающих

сил (заштрихованные площадки между кривыми SS и FF) и получаем кривую изгибающих моментов MM . Проверкой правильности построений может служить то, что кривая MM должна притти на нуль к концу длины AB судна. Т. о. нагрузка на балку, к-рой в данном случае является корпус судна, и поддерживающие балку в равновесии реакции p_1, p_2 известны, следовательно прочность балки м. б. в любом сечении проверена. Расчет ведут по общим способам *строительной механики корабля* (см.) на наибольшую срезающую силу и максимальный изгибающий момент; кроме того проверяют конструкцию корпуса на местную прочность в местах приложения сосредоточенных усилий или вообще в тех частях, работа к-рых будет сильно отличаться от расчетной. Проверка поперечной и местной прочности корпуса может потребоваться напр. в следующих случаях: крепость обшивки в месте обноски подъемными стропами, или полотнами, крепость борта в месте касания понтонов, прочность корпуса под действием внутреннего давления в случае подъема воздухом, сопротивление палуб наружному давлению воды в случае откачки помощью колодцев и пр. Такие вопросы разрешаются или на основе опыта существующей практики, или расчетом, или, в случае сложности явления, постановкой опыта.

Остойчивость при подъеме. Остойчивость, т. е. способность плавающего судна сопротивляться всяким наклонениям его и стремление возвращаться в прямое положение при исчезновении сил, вызвавших наклонение в затонувшем судне, вообще говоря, отсутствует, поскольку отсутствует в таком судне сила пловучести. Поэтому борьба с наклонениями и даже опрокидыванием судна является при подъеме его внешними силами первоочередной задачей. В случае же подъема путем сообщения судну сил пловучести необходимо наряду с заботой о достаточной величине этих сил располагать их с таким расчетом, чтобы стойчивость была восстановлена. При вывешивании, т. е. подъеме судна путем приложения внешних сил, оно может получить чрезмерные наклонения в следующих случаях: при подъеме на стропах (фиг. 16) в случае неправильного разнесения ветвей стропов (напр. $AC > BC$) или возможности их передергивания при обтяжке. Направление



Фиг. 16.



Фиг. 17.

подъеме на параллельных стропах (фиг. 17) в случае неравенства подъемных сил P_1 и P_2 , приложенных в точках A и B , точка приложения C равнодействующей этих сил P и точка приложения G подъемного веса D опять будут лежать на одной вертикали и судно может опрокинуться, особенно если строп P_2 имеет возможность отходить от борта. В случае наличия внутри корпуса не вполне заполненных или не совсем продутых отсеков свободно переливающаяся вода смещает ц. т. подъемного веса в сторону крена и т. о. опасность опрокидывания еще

увеличивается. Особенно опасны случаи, подобные подъему двумя кранами за оконечности судна, имеющего свободно переходящий воздух (воду) внутри. При не вполне равномерной работе кранов одна оконечность пойдет впереди другой, воздух перейдет в нее, дифферент еще увеличится и вся нагрузка внезапно окажется лежащей на одном кране.

Остойчивость в частных случаях C . рассматривается ниже для нескольких наиболее частных случаев аварий. 1) Судно на мели. Если D —водоизмещение судна, севшего на мель, S —площадь его грузовой ватерлинии; e —уменьшение среднего углубления его против первоначального, \overline{MG}_0 —метацентрич. высота в плавании, h —отстояние точки притыкания к мели от грузовой ватерлинии, R —реакция со стороны мели на корпус, то $R = Se$ и новая метацентрич. высота

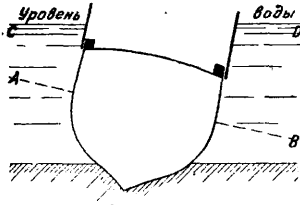
$$\overline{MG} = \overline{MG}_0 - \frac{R}{D} \cdot h;$$

так как h обыкновенно превышает \overline{MG}_0 в несколько (5—10) раз и R может составить чувствительную часть от D , то стойчивость на мели может оказаться как угодно малой. Предпринимая для облегчения стаскивания судна с мели разгрузку его, необходимо остерегаться, чтобы совсем не уничтожить стойчивости и т. о. не положить судно на борт. От изменения количества груза начальная метацентрич. высота увеличивается на $\frac{P}{D+p} \left[h + \frac{e}{2} - \overline{GM}_0 - Z \right]$, где p —вес принятого (или $-p$ снятого груза), D —водоизмещение судна, h —начальная среднее углубление, e —изменение средней осадки от приема (или $-e$ от снятия груза), \overline{GM}_0 —начальная метацентрическая высота, Z —возвышение над килем ц. т. принятого или снятого груза. Т. о. возможно так прибавлять и снимать грузы с судна, сидящего на мели, что стойчивость его и во время стоянки на мели и после всплытия остается обеспеченной. Уменьшение реакции R (а вместе с ней увеличение стойчивости и облегчение стаскивания) обыкновенно легче всего м. б. достигнуто облегчением сидящей на мели оконечности и загрузкой оставшейся на плаву. Имеющаяся в судне свободно переливающаяся вода уменьшает метацентрич. высоту на величину $\frac{i}{V}$, где i —момент

инерции свободной поверхности воды относительно оси, проходящей через ц. т. этой поверхности и параллельной оси наклонения, и V —объемное водоизмещение судна. Для увеличения стойчивости эта вода должна быть выкачена в первую очередь или же ее наличие необходимо принять во внимание при исчислении стойчивости. В случае повреждения неких отсеков и сообщения их с забортовой водой свободные поверхности воды в них д. б. исключены из площади действующей ватерлинии при вычислении соответствующего метацентрич. радиуса.

2) Коффердам. Остойчивость в этом случае следует вычислять для судна совершенно заново, безотносительно к его начальной стойчивости. В данном случае как бы получается совершенно новое высокооборотное судно (фиг. 18) с грузовой ватерлинией CD вместо бывшей AB , с большим добавочным весом коффердамного устройства наверху. Притом это судно сидит на мели и в большинстве случаев имеет также поврежденные, сообщающиеся с наружной водой отсеки, а также отсеки со

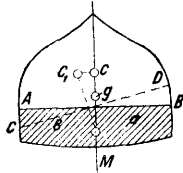
свободно переливающейся водой. Таким образом после постановки коффердама и заделки существенных наружных повреждений следует откачку вести прежде всего в направлении возможного уменьшения реакции грунта. Для уменьшения поверхностей свободно переливающейся воды можно



Фиг. 18.

или откачивать отсеки начисто, или, откачав отсек до нижележащей палубы, заделывать ее люки и прочие отверстия, или ставить над ними непроницаемые шахты. С той же целью может принести пользу использование имеющихся различных продольных переборок путем восстановления их непроницаемости. Надо кроме того иметь в виду наличие силы присоса: для преодоления ее судно придется откачать значительно больше требуемого и после отрыва оно сразу выплывает, высоко подняв над водой тяжелый коффердам. Поэтому полезно произвести под судном основные подмывные работы, чтобы получить плавное всплытие. В дальнейшем, продолжая откачку, можно коффердам постепенно сверху убирать.

3) Осушка. При S . сжатым воздухом при наклонениях судна воздух будет в каждом отсеке переходить в сторону, обратную крену, т. е. способствовать дальнейшему накрениению в ту же сторону. Такое действие могущего перемещаться воздуха, заключенного внутри судна, особенно заметно в случае судна, затонувшего килем вверх. При наклонении судна вправо (фиг. 19) центр величины продутого отсека переходит из точки C в C_1 , и направление силы поддержания проходит через тот же метacentр M , как это было в прямом положении для плавающего судна, сидящего по ту же ватерлинию; т. е. в то время судно было остойчиво, то следовательно точка M лежала выше ц. т. G ; в данном случае она лежит ниже и значит судно не остойчиво. Вообще же при подъеме судна воздухом точка приложения силы поддержания будет находиться не в геометрич. центре продутых объемов, а ниже на величину $p = \frac{\Sigma i}{\Sigma V}$, где Σi —арифметич. сумма моментов инерции действующих ватерлиний отдельных объемов относительно осей, параллельных оси наклонения и проходящих через ц. т. ватерлиний, и ΣV —сумма всех продутых объемов. Отсюда ясно значение непроницаемых продольных переборок для поперечной остойчивости в этом случае. Ясны также преимущества не частичного, а полного продутия высоко расположенных отсеков с заделкой отверстий ниже следующих палуб или сообщения подъемной силы с помощью закрытых сосудов—бочек, воздушных мешков и т. п., закрепленных против передвижения их при кренах судна.

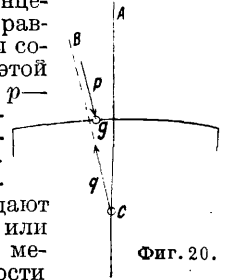


Фиг. 19.

4) Подъем понтонами. Из фиг. 6 видно, что поперечная остойчивость системы обеспечена в случае достаточно высокого расположения понтонов над ц. т. подъемного веса, т. е. достаточной величины метacentрич. высоты CG . Необходимо только обеспечить доста-

точно равномерное продутие понтонов противоположных бортов во избежание получения больших кренящих моментов. Переливающаяся вода в отсеках понтонов, самопродувание понтонов во время всплытия, а также влияние имеющегося внутри корпуса воздуха или d . б. ограничено или учтено подобно предыдущим случаям. При больших глубинах или малой метacentрической высоте понтоны противоположных бортов связываются между собою, во избежание отходов понтонов от борта на случай крена, так как такой отход понижает положение точки C (фиг. 17).

5) Остойчивость при подводном всплытии. При самостоятельном, под действием сообщенных судну сил пловучести подводном всплытии, т. е. с момента отрыва судна от грунта до подхода к поверхности воды, остойчивость его представляет ту особенность, что на всю всплывающую систему действуют добавочные силы сопротивления воды. Эти силы тем больше, чем больше скорость движения системы; т. к. последняя растет за счет избыточных сил пловучести, сообщенных для преодоления силы присоса, т. в. в конце концов при установившемся равномерном движении системы сопротивление воды равно этой избыточной силе. Две силы: p —сопротивление воды, приложенное в точке g , и избыточная сила пловучести q , приложенная в центре сил пловучести C , в общем случае дают пару сил, уменьшающую или увеличивающую начальную метacentрич. высоту в зависимости от положения точки g относительно вертикали CB (фиг. 20). Найти положение точки g в конкретных случаях C однако нелегко в виду сложной формы поверхности сопротивления, наличия выступающих частей, надстроек, понтонов и пр. Для малых углов крена пара (p, q) является обыкновенно восстанавливающей, т. е. центр сил сопротивления имеет тенденцию переходить ближе к передней кромке движущейся поверхности. Но для больших кренов или напр. в случае наличия высоких надстроек на палубе может оказаться необходимым принять меры к увеличению начальной остойчивости или уменьшению силы присоса.

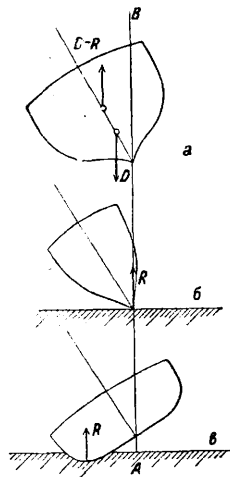


Фиг. 20.

6) Продольная остойчивость. Схема определения продольной остойчивости во всех случаях остается в общем подобной таковой же для поперечной. Но необходимо отметить, что продольную остойчивость весьма трудно обеспечить при подъеме судов внешними силами и невозможно (без применения каких-либо исключительных мер)—при подъемах силами пловучести. Внутри поднимаемого судна в трюмах, на палубах, в отсеках всегда находится некоторое количество свободно переливающейся воды и воздуха, расстояние между поперечными переборками велико, непроницаемость хотя бы части переборок обыкновенно нарушена. Кроме того расположить центр подъемных сил точно по вертикали над центром подъемного веса не удастся из-за известной неопределенности и условности расчета весов и плеч их. Затем отрыв судна от грунта происходит не строго поступательно вверх, а одна из конечностей отрывается раньше. Т. о. поступательный подъем судна, сохраняя все время горизонтальное положение его продольной оси, возможен толь-

ко внешними силами. В остальных случаях всплывает сначала одна оконечность судна—нос или корма—и затем м. б. поднята и вторая.

7) Всплытие оконечностью. Имея в виду трудность обеспечения продольной остойчивости, лучше сразу, во избежание аварии, вести расчет на всплытие определенной оконечности и к этому подготовиться—обеспечить последующий подъем второй оконечности, закрепить подъемные баллоны, цилиндры или понтоны против скольжений, могущих иметь место из-за получающегося большого дифферента, и пр. Поперечная остойчивость системы во время подводного всплытия оконечностью отличается от прямого подводного всплытия наличием силы R —реакции грунта на оставшуюся оконечность. Фиг. 21 (а—сечение по центру величины, б—по носу, в—по корме) показывает, что выгоднее в этом смысле производить



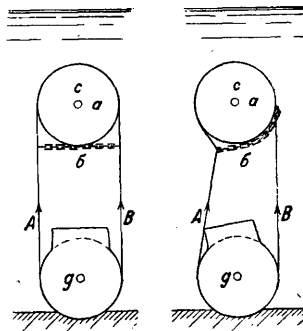
Фиг. 21.

сначала подъем более острой оконечности (носа) и затем кормы. Линия AB представляет собой проекцию на плоскость, проходящей через килевую линию судна, D , $D-R$ и R соответственно—подъемный вес, подъемную силу и реакцию грунта; из фиг. 21 видно, что при кренах всплывающего судна опора в случае острой оконечности остается на линии AB и способствует дальнейшему кренению, тогда как в случае подъема носом реакция переходит влево и дает момент восстанавливающий.

8) Надводное всплытие. Поперечная остойчивость в этом случае обычно получается большей, чем во время подводного всплытия, так как вступают в действие наружные ватерлинии и исчезают, переходя в запас пловучести, лишние подъемные силы. Продольная остойчивость обеспечивается тем, что до подъема второй оконечности первая, всплывшая, добавочно откачивается (или поджимается воздухом) для сообщения ей достаточной пловучести. После всплытия судно без промедления ведется к мелкому месту, где все обнаруживаемые течи или пропуски воздуха устраняются и судну сообщается запас пловучести, достаточной для перехода в намеченный порт.

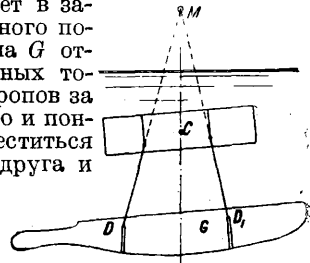
9) Ступенчатый подъем. Этот метод подъема применяется в случаях больших глубин затопления, для к-рых длина судна уже мада и при всплытии одной оконечности получились бы недопустимо большие дифференты. Над судном на плаву устанавливается некая платформа, например подъемное судно, понтон пловучего дока, две спаренные баржи; с платформой подвешиваются стропы под судно, после чего платформу притапливают, обтягивают стропы, откачивают из нее воду и т. о. поднимают судно на небольшую высоту (ступень). После этого судно м. б. переведено на более мелкое место, платформа вновь притапливается, обтянуты стропы и т. д., до завода судна в защищенное место на меньшую глубину, где оно уже м. б. поднято на поверхность одним из описанных способов. Способ этот особенно удобен в местах с

большими приливами, т. к. здесь ступени м. б. увеличены на высоту прилива. Высота ступеней обыкновенно невелика, поэтому остойчивость бывает достаточной. При желании поднять судно сразу на большую ступень можно применить метод, указанный на фиг. 22, т. е. притопить понтон a под воду, держа его на весу вспомогательным средством, пристроить к



Фиг. 22.

судну и протудить до всплытия понтона на поверхность. Условия остойчивости здесь приобретают довольно сложный вид. Для обеспечения поперечной остойчивости необходимо ввести между подъемными стропами связь b . Тогда установится равновесие системы в поперечном направлении после прихода центров c и g на одну вертикаль и равновесие моментов сил A , D и B относительно каждой из этих точек. Без связи b система может оказаться в безразличном равновесии, т. е. получить любой крен. В отношении продольной остойчивости (фиг. 23) равновесие наступает в зависимости от истинного положения ц. т. судна G относительно выбранных точек закрепления стропов за судно D и D_1 . Судно и понтон должны переместиться друг относительно друга и получить такие дифференты, чтобы центры C и G оказались на одной вертикали и на ней же пришлась точка M пересечения направлений подъемных стропов.



Фиг. 23.

Заделка пробоин. Прибыль воды через подводную пробоину настолько велика, что судно своими средствами обыкновенно не в состоянии справиться с нею; если напр. H —глубина погружения центра пробоины под уровнем моря в m , g —ускорение силы тяжести, S —площадь пробоины в m^2 , то секундная прибыль воды Q будет приблизительно равна

$$Q = S \sqrt{2gH}.$$

При пробоине площадью в $0,1 m^2$, лежащей на $1 m$ ниже уровня моря, получаем прибыль воды равную $\sim 2200 m^3$.

Т. о. спасти судно от потопления может только или достаточное число непроницаемых поперечных переборок, или близость мели, или быстрая, хотя бы временная, заделка пробоин. При снятии с мели или подъеме может потребоваться менее спешная и более солидная заделка, достаточная для перевода судна в порт.

1) П л а с т ы р и. Парусиновый пластырь представляет собой четырехугольное полотнище, обыкновенно из двух слоев крепкой парусины, подшитое снизу слоем войлока, плетеного мата или сукна для плотного прилегания к краям пробоины. По периметру полотнища шит пеньковый трос (линтрос) с петлями на нем. За эти петли берутся пеньковые концы (шкоты), из к-рых одни идут по борту вверх, другие под

килем и по другому борту также вверх на палубу. Здесь шкоты обтягиваются втугую особыми таями или талрепами, и т. о. пластырь плотно закрывает пробойну. Под киль шкоты заводятся с помощью подкильных концов (кусков троса), к-рые перед тем, держа за концы,

спускают петлей под нос или корму и доводят под килем до места. Пластырь удобен для закрытия пробойн, имеющих вид трещин или нешироких щелей. Рваные кромки пробойны д. б. очищены или легкими взрывами загнуты внутрь. При больших размерах пробойны она д. б. затянута фальшивыми шпангоутами, т. е. стальными тросами, идущими по типу подкильных концов на небольших (40—50 см) расстояниях друг от друга. Деревянный пластырь (фиг. 24) обыкновенно составляется из двух слоев досок—внутреннего *a* из тонких досок, расположенных поперек судна, и наружного б из толстых брусков, идущих вдоль корпуса.

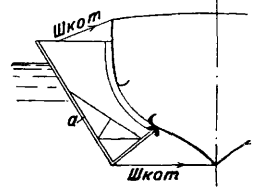
Фиг. 24.

Таким образом пластырь легко гнется по обводу шпангоутов и в то же время толстые бруски сообщают ему достаточную прочность. Между двумя слоями досок проложен для непроницаемости слой парусины *г*. По периметру пластырь снабжен войлочной, пеньковой или пробковой подушкой *в*, обшитой выступающими наружу краями той же парусины. Пластырь устанавливается водолазами подушкой к корпусу и обтягивается шкотами подобно предыдущему. Кольчатый пластырь Баранова. Между двумя слоями парусины прокладывается сетка, составленная из сплетенных друг с другом колец стального троса. Парусиновой плотнища затем прошиваются между собой. Т. о. получается тот же парусиновый пластырь, достаточно легкий, но во много раз большей крепости. Малые пластыри обыкновенно устраиваются из дерева в виде круга или эллипса; пластырь сверху обшит парусиной, внизу по обводу снабжен пеньковой подушкой. Держится на месте давлением воды и притяж- ным болтом, проходящим через центр пластыря. Притяжной болт имеет головку в виде длин- ной поперечины, к-рая заводится за края пробойны, а затем на стержень надевается пла- стырь и гайкой прижимается к корпусу судна. Небольшие щели и трещины забиваются кли- ньями мягкого дерева и затем промазываются густым салом. Отверстия заклепок забиваются деревянными пробками. Сильно пропускающие швы затягиваются деревянными опилками, ко- торые водолаз выпускает из мешка в то время, как из отсека откачивают воду. Иллюмина- торные отверстия забиваются конусными пробка- ми мягкого дерева. Внутренние пластыри ставятся в тех случаях (напр. при подъеме сжатом воздухом), когда давление на пластырь действует изнутри судна или когда заделка экстренно проводится силами собственной ко- манды. Пластыри здесь применяются только жесткие, железные или деревянные, прихвачен- ные к краям пробойны притяжными болтами с крючковой головкой или прижимаемые к бор- ту упорами, расклиниваемыми с другого конца в бимсы, переборки, стойки, второе дно и про- чие ближайшие жесткие места. Для быстрой заделки пробойны срывают вокруг нее внутрен- нюю обшивку борта, заваливают пробойну ма-

тами, мешками с паклей, пропитанным сури- ком войлоком, накладывают доски и раскрепля- ют их упорами. Если судно целиком затонуло и поднимается посредством сжатого воздуха, то ставятся шлюзы (фиг. 13), рабочие прони- кают внутрь корпуса и вместе с отжимом воды заделывают освобождающиеся наружные от- верстия и пробойны.

2) Килевание и кренгование. Иногда может оказаться достаточным для вывода пробойны над водой после легкой ее заделки сообщить судну нек-рый диферент (килевание) или крен (кренгование). Для больших судов здесь можно использовать откачку одних и заливку других отсеков или предпринять значительную разгрузку или передвижку грузов по судну. Для малых может оказаться доста- точным применение кранов, завезенных с бере- га за вершушку мачт и т. п.

3) Кессон. Для вполне солидной заделки больших пробойн без помощи дока применя- ется кессонный способ. Достаточно вместитель- ный и крепкий ящик *а* (кессон) (фиг. 25), име- ющий одну открытую сторону, кромки которой снабжены уплотняющими подушками и подо- гнаны по обводу корпуса в районе пробойны, за- водят и закрывают им пробойну; затем из по- врежденного отсека и кес- сона откачивается вода, люди изнутри судна про- никают в кессон, обру- бают рваные кромки, под- гоняют новые шпангоуты и листы и заклепывают их, оставляя на месте пробойны горловину для выхода. При выходе людей из кессона горло- вина закрывается крышкой, притягиваемой к корпусу шпильками.



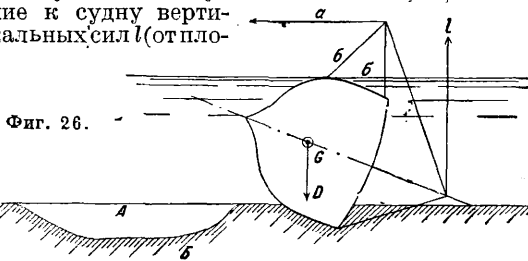
Фиг. 25.

4) Цементировка. При помощи цемента пробойна м. б. быстро и надежно заделана изнутри судна. Цемент употребляется обычно чистый, без примеси песка, для облегче- ния схватывания его или во всяком случае не беднее состава 1 : 1; также необходимо, чтобы в бетонируемом пространстве не было течения воды, иначе цемент, не успев затвердеть, вы- мывается. Цемент обыкновенно насыпают в мешки из редкой материи, подаваемые водола- зу; последний или забивает поврежденный от- сек сплошь или укладывает мешки в 1—2 ря- да, после чего на них накладывают доски и расклепывают их упорами. Применяется также способ подачи цемента под воду через трубу. Пробойна палубы напр. окружается дощатым ящиком и закладывается досками. После этого над ней устанавливается труба, имеющая верх- ний конец над водой; в трубу сыплется сухая цементная смесь, к-рая внизу распределяется водолазом равномерно по ящику. Хотя цемент, проходя в трубе через воду, несколько и вы- щелачивается, но при достаточной выдержке трубы вымытые частицы осаживаются вниз и цемент хорошо схватывается с железом, окру- жающим пробойну. Для цементирования бор- та ящик делается глухой, открытый только сверху, куда и подводится труба. Если же от- сек заполнен водой неполностью и откачка его продолжается, то сначала пробойна покрыва- ется проконопаченной деревянной платформой с дренажным отверстием, через к-рое только и идет вода. После накладки цемента на платформу и схватывания его дренажное от-

верстие забивают пробкой, и осушенный отсек может быть забетонирован начисто.

5) За м о р а ж и в а н и е. Применение холода в качестве водоостанавливающего средства применяется на практике в горном деле (при проходе шахт в водоносных породах) и в гидротехнике. Для образования перемычек в водоносном грунте и даже целых ледяных дамб в открытой воде (длиной до 300 м и высотой до 4 м) проводят систему U-образных труб, по к-рым пропускается холодный аммиак, углекислота или жидкий воздух, вырабатываемые холодильной машиной. Вода вокруг трубы замерзает, слои льда непрерывно утолщаются и, срастаясь между собой, образуют сплошную и крепкую стенку. Опыты по применению холода при судоподъемных работах настолько разработаны, что при подъеме линейного корабля «Европа» решено было всю броневую палубу заделать льдом, с намерением потом снять корабль со скалы сжатым воздухом. Однако заказанная мощная холодильная установка не успела прибыть до разрушения корабля штормом. Для работ в открытом море спроектированы и построены холодильные машины, целиком заключенные в герметич. цилиндр, погружаемые на затонувшее судно и управляемые сверху. Такие машины работали без откача до 15 суток непрерывно. Опыты проделаны по образованию льда на парусиновых пластырях с переплетенной под пластырем сеткой из резиновых трубок для рассола, по заделке кингстонов мешками с системой резиновых трубок в них, по подаче на плоские поверхности тяжелого масла (мазута, при -40° имеющего вязкость сиропа), стекающего к одному месту и затем обратно откачиваемого. Образование и сцепление с пробоиной льда во всех случаях достаточно надежно и способ настолько дешев, что можно надеяться на практическое применение его в ближайшем будущем.

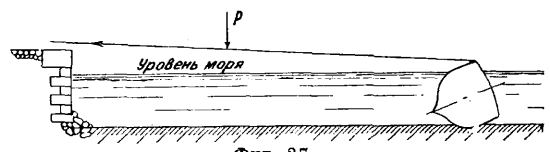
Выпрямление судна. Для выпрямления судна (фиг. 26), лежащего на грунте с креном, практика указывает применение одного или совокупности следующих методов. 1) Приложенье к судну вертикальных сил l (от пло-



Фиг. 26.

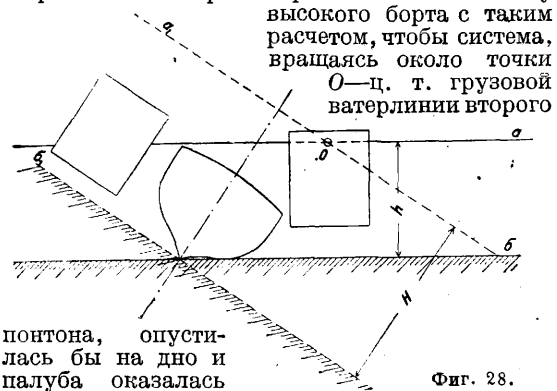
вучих кранов, понтонов, цилиндров), захватывающих за крепкие места на корпусе возможно дальше от ц. т. подъемного веса G . 2) Приложение горизонтальных сил a , осуществляемых обыкновенно гинями, заведенными неподвижными блоками за крепкие места на берегу, а подвижными за стрелы b, b , устанавливаемые на верхней части судна для увеличения вращающего момента. В случае слишком большой потребной силы гиней они м. б. заменены обтяжкой тросов (фиг. 27), нагружаемых вертикальной силой p , получаемой притоплением или откачкой тяжелых барж, давящих на трос сверху или снизу, как удобнее по местным условиям. 3) Выемка землечерпалкой или землесосом в грунте, со стороны киля, котлована A . Котлован облегчает вращение, особенно если произ-

вести после черпания дополнительные размыывные работы в районе B . Размеры и форму котлована, коэффициенты трения судна по грунту, взаимоотношения величин вращения и одновременного сползания судна в котлован лучше всего определить для каждого данного случая



Фиг. 27.

опытом над моделью миделя, т. к. все эти величины сильно зависят от качества грунта. 4) При C . понтонами часто судно имеет небольшой крен, к-рый все же не позволяет произвести откачку (фиг. 28, положение ab). Для выравнивания крена притапливают понтоны



Фиг. 28.

высокого борта с таким расчетом, чтобы система, вращающ около точки O —ц. т. грузовой ватерлинии второго понтона, опустилась бы на дно и палуба оказалась параллельной новой грузовой a_1 (положение a_1b_1 обозначено пунктиром). Т. о. определяется необходимая для полного выравнивания крена глубина до грунта H . После посадки судна на грунт в положение a_1b_1 правый понтон м. б. присажен ниже и судно после всплытия м. б. откачено. 5) Потеря остойчивости. Суда, поднятые вверх килем, при полном продутии из них воды обыкновенно мало и совсем не остойчивы. Т. о. после заделки всех отверстий палубы, давая несколько воды в отсеки одного борта и днища (или навешивая на днище грузы) и затем продувая судно целиком, можно получить сначала всплытие его, затем кренение и наконец самопереворачивание в прямое положение.

Снятие с мели. Посадка на мель является одним из наиболее распространенных видов аварий судна и снятие с мели—наиболее часто встречающейся спасательной работой. Положение на мели крайне опасно для судна, особенно если грунт каменистый или оно сидит не всем днищем, а имеет свисающую одну или обе оконечности; судно м. б. потеряно—разломано или разбито—первым же разразившимся штормом. Поэтому основным условием успеха является наличие в данном районе спасательного судна с его опытным личным составом, специальным оборудованием и материальным снабжением. Получив известие о бедствии, такое судно имеет возможность быстро прибыть на место аварии и сейчас же приступить к работе быстрым темпом. План работы в высокой степени зависит от наличных средств, обстановки, особенностей аварийного случая, опыта и энергии спасательной партии. На практике встречаются следующие характерные рабочие

операции и последовательность их. а) Аварийное судно при соприкосновении с мелью или еще до этого принимает в себя возможно больший водяной балласт, во избежание дальнейшего продвижения судна на берег и для облегчения будущего снятия. б) Для той же цели с морской стороны устанавливаются тяжелые якоря и от них заводятся на судно крепкие тросы или канаты. в) Водолазы обследуют повреждение судна и характер грунта, кроме того производят промеры глубин в разных направлениях от судна к глубокой воде, обмеряют изменения осадки судна и определяют реакцию его на грунт. г) На судно подают от спасательных судов буксирные концы, закрепляемые на нем за достаточно крепкие места—битеньги, комингсы люков или за обведенную вокруг корпуса брагу. д) Из судна выкачивают водяной балласт и действием буксиров по выбранному направлению его стаскивают на глубокую («чистую») воду. В случае недостаточности тяги буксиров переходят к работе рысками. е) Если якоря хорошо держат, судно помогает стаскиванию собственными лебедками, действуя на гини, заведенные за якорные канаты. Для действия этих лебедок, на случай повреждения котельных отделений, спасательное судно обыкновенно имеет небольшие переносные паровые котлы, могущие быть установленными на аварийном судне, а также гибкие спиральные паровые шланги для подвода пара к лебедкам от своего котла. Такая простая съёмка однако возможна лишь в редких случаях. Почти неизменно усложнениями являются наличие пробоин корпуса, слишком мелкая вода вокруг судна, наличие камней по пути вывода судна на воду. Судно часто не м. б. сдвинуто из-за пробивших днище и застрявших в корпусе камней. ж) Если какой-либо отсек судна не поддается откачке, то водолазы разыскивают пробоину и заделывают ее снаружи, а если она находится в грунте,—то изнутри. В вошедших внутрь камнях делаются шурфы, закладываются подрывные патроны и камни раздробляются мелкими взрывами. з) Полузатонувшая оконечность судна м. б. приподнята и выведена на воду подобно судну затопленному, т. е. путем приложения к ней внешних сил (кранов, понтонов, барж, бочек в трюмы, цилиндров) или заделки днища и откачки или заделки палубы и отжатия воды. и) При слишком сильном осунении судна от него к глубокой воде проделывается канал в мягком грунте работой промывных водяных или воздушных средств спасательного судна, в твердом—взрывами. При песчаном грунте возможен размыв грунта винтом спасательного судна; для этого оно становится кормой к аварийному, заводит на него швартовые концы, подтягивается насколько позволяет осадка кормы и затем дает винтами передний ход; отбрасываемая струя размывает канал глубиной до 1,5—2 м ниже осадки винта. Если судно сидит слишком мелко и грунт тверд, то возможно подвести под него простейшее спусковое устройство—дорого и салазки и стаять на воду гинями и буксирами. к) При всех случаях стаскивания разгрузка аварийного судна, а также перенос грузов в сторону оконечности, оставшейся на плаву, иногда даже загрузка (притопление) этой конечности может весьма облегчить и ускорить всю операцию. Необходимо только принимать в расчет изменение остойчивости судна при таких изменениях нагрузки.

Суда, выброшенные далеко на берег при наводнениях (ленинградское 1924 г.), спускаются на воду при посредстве канала, прорытого в грунте под судном и идущего к воде.

Лит.: «Бюллетень экспедиции подводных работ за 1929/30 г.», М., 1930; Крылов А., Теория корабля, ч. 1 Пловучесть и остойчивость, СПб, 1907; Индстрем В., О заделке пробоин на судах, СПб, 1908; Нехаев К., Поднятие затонувш. судов, Бер., 1923; его же, Техника подводного дела, М.—Л., 1928; Аннин В. П. и др., Руководство по водолазному делу, ч. 1, М., 1927; «Морской сборник», Л.: «Schiffbau u. Schifffahrt», В. Т. Бобрцкий.

СУДОПОДЪЕМНИК, см. Шлюзы.

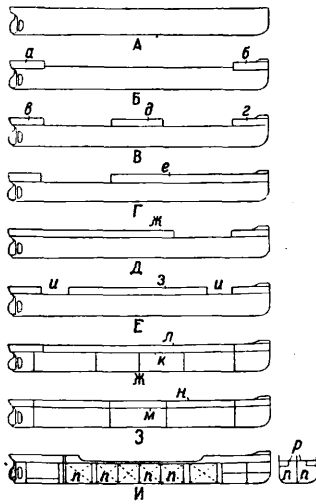
СУДОСТРОЕНИЕ, отрасль инженерного искусства, занимающаяся постройкой судов. С. разделяется на две части: а) корабельную архитектуру и б) теорию корабля. Первая часть рассматривает постройку корпусов разного типа судов, их внутреннего оборудования, устройств и систем; специальный отдел ее, т. н. строительная механика корабля, занимается изучением общей и местной крепости судна, а также изысканием наиболее прочных и легких конструкций судового корпуса. Теория корабля (см.), применяя методы математич. анализа, рассматривает судно как плавающее на тихой и взволнованной воде тело и изучает его качества—пловучесть, остойчивость, ходкость, поворотливость, качку и др. В дальнейшем излагается корабельная архитектура в узком смысле слова, обнимающая собою устройство корпуса корабля, без судовых систем и судовых устройств, рассматриваемых в специальных статьях.

Суда в основном делятся на суда военного флота и суда торговые. Как те, так и другие разделяются в свою очередь на типы в зависимости от того или иного назначения. Суда разных типов (особенно военные) сильно различаются между собою как по устройству корпуса, так и внутреннему оборудованию. Задачи военного флота весьма разнообразны, и типы судов по своему вооружению, защите и скорости хода приспособлены для исполнения того или иного боевого назначения (см. Военные суда). Торговые суда по назначению своему делятся на пассажирские, товаро-пассажирские и грузовые (в том числе насыпные—для зерна и нефтеналивные).

Суда торгового флота строятся обычно по правилам классификационных об-в (Английский Ллойд, Германский Ллойд, Бюро Веритас, Регистр СССР), определяющих своими правилами размеры для всех частей судового набора и части судовых устройств в зависимости от величины судна и рода предстоящей ему службы. По роду плавания суда разбиваются на следующие классы: 1) речные суда (классификационный знак Германского Ллойда J) для плавания по рекам, каналам и мелким озерам, где нечего опасаться волнения; 2) рейдовые суда (знак W) для плавания в устьях рек, заливах, шхерах, рейдах и портах; 3) суда малого каботажа (знак K) для рейсов вдоль берегов внутренних морей; 4) суда большого каботажа (знак K) для плавания между портами одного материка; 5) трансатлантические суда (знак Atl) для плавания внутри одного Атлантического или Индийского или Тихого океанов; 6) суда дальнего плавания (знак L) для плавания по всем морям и океанам земного шара.

По устройству и расположению верхней палубы и палубных надстроек отличают суда с гладкой палубой (фиг. 1, А), идущие без уступов от носа и до кормы. Обычно для поме-

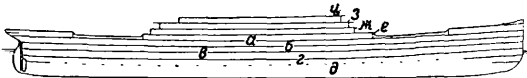
щения команды и пассажиров и улучшения мореходных качеств судна переднюю и заднюю оконечности поднимают над уровнем главной палубы на половину (фиг. 1, Б) или полную (фиг. 1, В) высоту между палубами; они носят название в первом случае полюта *а* (в корме) и полубака *б* (в носу) и во втором соответственно юта *в* и бака *г*. Возвышенная палуба в средней части судна называется средней надстройкой *д* (фиг. 1, В); такие суда носят название судов трехостровного типа. Дальнейшим развитием этого типа являются суда с удлиненными баками *е* (фиг. 1, Г)



Фиг. 1.

и удлиненным ютом *ж* (фиг. 1, Д), у которых соответствующие надстройки сливаются в одну с средней надстройкой; часто удлиняют среднюю надстройку *з* (фиг. 1, Е), т. е. между ней и оконечными надстройками остаются узкие промежутки — колодцы *и*, почему этот тип судов и получил название колодезных судов (Welldeck Vessels). Иногда заднюю половину главной палубы приподнимают на 0,5—1,3 м с целью уравновесить нежелательный дифферент (см.) на нос и выравнивать потерю части трюма, обусловленную туннелем; такая приподнятая задняя палуба называется квартердеком (фиг. 1, Г).

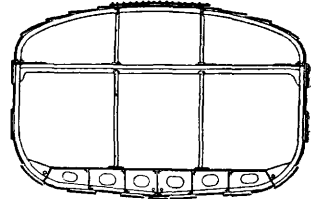
По устройству и крепости палуб суда разделяются на: 1) полнопалубные или полнопалубные с одной или более идущей вдоль всего судна палубой полного профиля; в таких судах главной палубой *а* (фиг. 2) считают верхнюю из непрерывных палуб; осталь-



Фиг. 2.

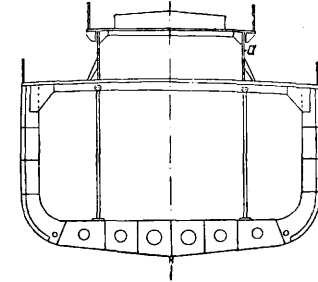
ные палубы имеют следующие наименования: средняя палуба *б*, нижняя палуба *в*, орлоп-палуба *г*, трюмные бимсы *д*, мостиковая палуба *е*, прогулочная палуба *ж*, верхняя прогулочная палуба *з* и шлюпочная палуба *и*; 2) спардечные суда с двумя и более сплошными палубами (фиг. 1, Ж) несколько облегченной конструкции, причем за главную *ж* считается вторая сверху, верхняя *л* называется спардеком; 3) легкопалубные суда, имеющие над главной палубой *а* легкую или штормовую палубу; оба последних типа являются устаревшими; 4) суда с навесной палубой, или шельтердек (шельтердечные суда), у которых (фиг. 1, З) над главной палубой *м* устроена вторая облегченная навесная палуба, или шельтердек; *н*; переборки доводятся до навесной палубы; 5) суда с карпасной палубой, имеющей сильно

выпуклый профиль и переходящей плавными закруглениями в борта судна (фиг. 3а); 6) ящичные суда, у которых вдоль всего судна идет продольная надстройка *а* (фиг. 3б), имеющая целью улучшение мореходных качеств и уменьшение свободной поверхности сыпучих грузов, для перевозки которых специально и строятся эти суда, так же как и 7) башенные суда (фиг. 3в), отличие которых от ящичных состоит в том, что у последних переход ящика в боковые палубы и последних в борт совершается углом, у башенных эти переходы плавные; 8) наливные



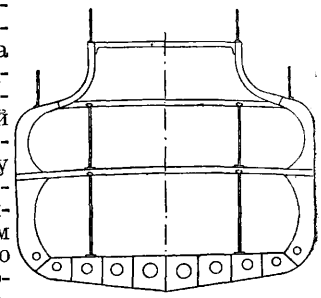
Фиг. 3а.

суда для перевозки жидких грузов, гл. обр. нефти — нефтеналивные суда (фиг. 1, И), характеризующиеся большим количеством поперечных и продольных переборок, образующих отдельные цистерны *и*, суженные в верхней части *р* с целью уменьшения свободного зеркала жидкого груза, вредно влияющего на остойчивость судна.



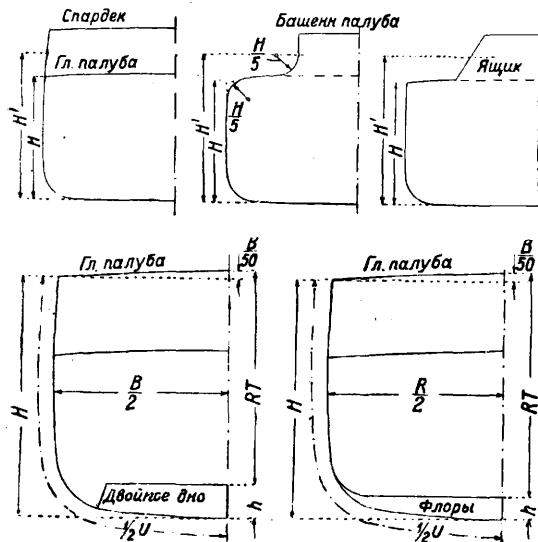
Фиг. 3б.

В зависимости от прочности судового набора и как следствие этого величины минимально допустимого надводного борта судна разделяются на два основных типа: 1) полнопалубные суда (класса 100 А), имеющие полные, требующие правилами классификационных об- в размеры отдельных частей набора и поэтому наименьший допустимый надводный борт, считаемый от главной, т. е. верхней непрерывной, палубы, и 2) суда с непрерывной надстройкой (класс 100 А with Freeboard или 100 А mit Freibord), обладающие уменьшенными размерами частей судового набора и увеличенным надводным бортом, считаемым от главной палубы, к-рой является вторая сверху непрерывная палуба. Суда, построенные под наблюдением классификационного об-ва, получают особую отметку в обозначении класса. По правилам Регистра СССР суда строятся единого класса, обозначаемого символом $P_1^4 C$, где РС — сокращенное обозначение Регистра, числитель указывает частоту периодич. осмотров, а знаменатель — состояние снабжения судна. Размеры деталей судового набора определяются т. о. в зависимости от типа судна, района плавания, специального назначения и наконец класса его, обозначающего относительную прочность и надежность судна



Фиг. 3в.

и обуславливающего как высоту страховой премии, так и частоту периодич. осмотров судна агентом страхового об-ва с целью проверки его состояния и безопасности для дальнейшего плавания. Обычно суда строятся по высшему классу (100 А Ллойда), к-рый по мере старения судна снижается в зависимости от его состояния (95 А до 90 А и т. д. до 75 А). Размеры отдельных частей судового набора определяются по таблицам классификационных об-в в зависимости от размеров судна, выражаемых в т. н. поперечном числе Q , равном $\frac{U+B}{2}$, где U —длина обвода мидель-шпангоута от килля до главной палубы в m (фиг. 4), B —наибольшая ширина судна в m , и продольном числе, равном QL , где L —длина судна по грузовой ватерлинии в m . По продольному числу находим размеры и род продольных связей, по поперечному—поперечных связей набора. Размеры палуб определяются по числу, равному $QL \frac{L}{10H'}$, где H' —исправленная высота борта, к-рую берут у различных типов судов согласно фиг. 4; у полнопалубных судов $H' = H$, где H —высота от верхней кромки килля до верхней кромки бимсов главной палубы у борта судна, измеренная на половине его длины, у спардечных,



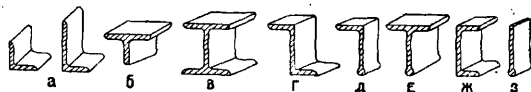
Фиг. 4.

ящичных и башенных $H' = H + \frac{1}{2}$ высоты соответствующей палубы, у судов с легкой палубой $H' = H + \frac{1}{4}$ высоты легкой палубы. Размеры поперечных переборок определяются по глубине трюма $RT = H + \frac{B}{50} - h$. Размеры бимсов определяют в зависимости от ширины B судна.

По роду двигателя различают парусные суда, паровые—пароходы (винтовые и колесные) и суда с двигателями внутреннего сгорания, действующими на гребной винт,—теплоходы.

На постройку корпусов современных судов идет почти исключительно мягкая литая сталь с содержанием углерода не более 0,3%. Высокоуглеродистая сталь идет на постройку корпусов небольших быстроходных судов военного флота, у к-рых надо иметь сильные, а следовательно более тяжелые механизмы, за счет выигрыва в весе корпуса с сохранением его прочности. Никелевая сталь 0,5÷5,0% Ni идет на

изготовление частей механизмов, гребных валов и пр. Хромоникелевая сталь с обработкой специальными термич. процессами идет на бронирование военных судов (см. ниже). Примесь к стали до 21% никеля с небольшими количествами марганца и хрома дает «маломагнитную сталь», оказывающую слабое влияние на магнитную стрелку, а потому идущую на изготовление частей корпуса судна около компасов. Мягкая сталь дешевле и проче в обработке по сравнению с другими сортами стали, а потому имеет самое широкое распростра-



Фиг. 5.

нение в С. В С. применяется главным образом сименс-мартеповская или томасовская листовая и сортовая сталь. Листовая сталь представляет собою прямоугольные пластины длиной до 6 м, шириной до 2 м и толщиной 3—25 мм. Сортовая сталь представляет собою длинные полосы до 15 м, б. или м. сложного сечения высотой 30—300 мм. Сортовая сталь (фиг. 5), употребляемая в С., разделяется на следующие главные сорта: угловая сталь—равнобокая и неравнобокая а, тавровая б, двутавровая в и зетовая сталь г—служит для различных подкреплений; затем углобульбовая д, тавробульбовая е и коробчатая, или швеллерная, сталь ж—идет на палубные бимсы, различные судовые связи и на подкрепление переборок; бульбовая сталь з в соединении с угловой употребляется на изготовление палубных бимсов, кильсонов и пр. Так как стали, входящей в состав корпуса судна, приходится выдерживать общие и местные напряжения, развивающиеся в связях судна, плавающего на спокойной и на взволнованной воде, то для удостоверения в ее пригодности листовую и сортовую сталь подвергают установленным испытаниям. Прежде всего наружным осмотром убеждаются в отсутствии поверхностных трещин, расслоек и окалины, затем проверяют вес (отсутствие превышения его против заказа, если не оговорены допуски) и наконец производят механич. испытания—на разрыв и загиб. С этой целью из партии листов или полос одной плавки выбирают один лист или полосу и вырезают из них пробные планки. Для листовой стали одна планка испытывается на гидравлич. прессе до разрыва, причем мягкая сталь должна дать разрывное усилие не менее 40 кг на 1 мм² поперечного сечения при удлинении не менее 20%; для высокоуглеродистой и специальных сталей нормы устанавливаются технич. условиями. Другие планки испытываются на загиб до сдвигания в холодном и горячем (последнее для мягкой стали) состоянии, причем не должно быть обнаружено трещин и надрывов (подробности см. *Технологические пробы*). Планки от сортовых полос испытываются только на загиб. Кроме листовой и сортовой стали в С., гл. обр. военном, применяют стальные поковки и отливки.

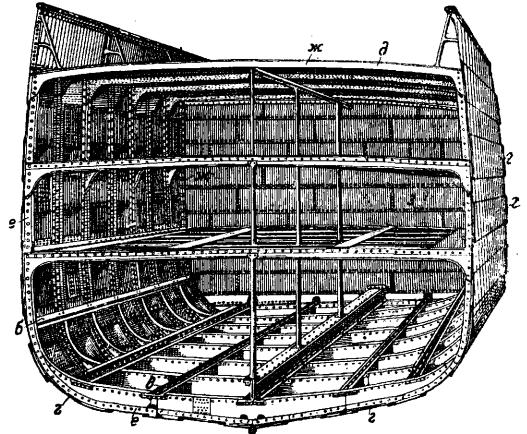
Кроме стали в С. употребляются еще металлы: а) чугун—на отливку якорных клюзов, кнехтов и пр.; б) красная медь—на изготовление паро- и водопроводных труб; в) латунь употребляется в виде листов и отливок; отливки, подвергаемые действию морской воды, должны содержать не менее 1% олова, иначе цинк

в сплаве разрушается. Такой сплав (напр. 62 ч. Cu, 37 ч. Zn и 1 ч. Sn) называется морской латуной (naval brass); г) пушечный металл—сплав меди с оловом и небольшим количеством цинка (напр. 88% Cu, 10% Sn и 2% Zn)—прочнее латуни и идет на арматуру трубопроводов и др. На изготовление гребных винтов употребляется марганцовистая бронза и рубель-бронза. Цинк в чистом виде идет на протекторы, т. е. бруски, прикрепляемые к стальному корпусу в тех местах, где сталь в присутствии морской воды (напр. в дейдвудных трубах, у наружных бронзовых кингстонов и клапанов) соприкасается со сплавами меди; этим устраняется разведение стали гальванической парой в месте соприкосновения, т. к. разведение сосредоточивается на цинке, периодически заменяемом. В последнее время с целью облегчения судовых устройств в С. находят применение алюминиевые сплавы (алюминий с медью, марганцем, кремнием) в виде отливок, идущих на части судовых механизмов, на фундаменты под насосы и пр.; сплавы, содержащие еще магний, дают ковкие сорта (дуралюминий), применяемые в виде листов и профилей на постройку катеров.

Из пород дерева, применяющихся в С., наиболее употребительны: дуб, сосна, ель, ясень и бакаут. Дуб идет на подушки под разные судовые устройства и вследствие наличия дубильной кислоты должен крепиться железными оцинкованными болтами. Красная сосна (северная, растущая в сухих и возвышенных местах) идет на палубные настилки, обшивку трамов и пр. Желтая сосна (средней полосы) благодаря легкости и упругости идет на изготовление рангоута. Ель идет на шлюпочный рангоут. Ясень употребляется на изготовление весел. Бакаут благодаря своей особой твердости употребляется для прокладок в дейдвудных трубах в местах прохода гребного вала и для изготовления блоков шкивов. В военном С. применение дерева весьма ограничено (во избежание пожаров в боевой обстановке) и, где возможно, дерево заменяется тонкими стальными листами и профилями (каютные переборки, местная мебель и пр.). В заграничной практике военного С. находят применение фанера, покрытая слоем металла; она легка и огнестойка. Применяется гл. обр. для изготовления каютных переборок.

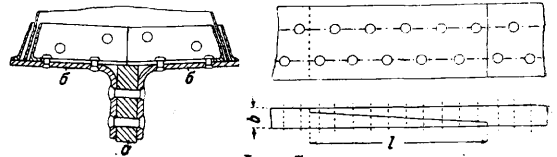
В деле постройки судна основным вопросом является прочная и рациональная конструкция его корпуса. Этот последний, с одной стороны, испытывает давление воды, стремящееся сжать его с боков, с другой стороны, на него действуют внутренние тяжелые грузы. Под влиянием этих сил, а также веса самого корпуса, последний стремится изогнуться в продольном направлении. При качке от этих же сил появляется стремление к перекоосу поперечных сечений корпуса; при постановке в док реакции киль-блоков выгибают корпус в поперечном направлении. Корпус судна должен обладать такой прочностью и жесткостью, чтобы мог выдерживать действие всех указанных сил без искажения формы и нарушения прочности связей. Исходя из этого, конструкции корпуса современного судна (фиг. 6) комбинируют из: 1) продольных связей, как то—киль *a*, стрингеры *b* или кильсоны *e*, наружная *г* и внутренняя (последняя не у всех судов) обшивки, настилки палуб *д*, продольные переборки, и 2) поперечных связей—шпангоуты *e*, палубные бим-

сы *ж*, поперечные переборки и пр. Такие продольные связи, как обшивка днища и палубные настилки, играют также большую роль и в поперечной крепости судна. В местах встре-



Фиг. 6.

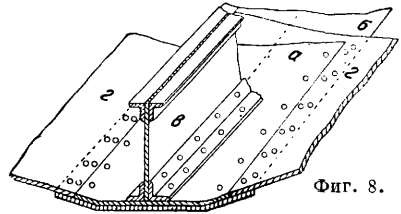
чи (узлы) продольные и поперечные связи прочно скрепляются между собою угольниками, кницами и др. Отдельные части судового корпуса соединяются между собою заклепками (см. *Заклепочные соединения*), а если приходится стальной лист присоединять к стальной от-



Фиг. 7.

ливке или кованому брусу (напр. соединение обшивки со штевнями), то это соединение производится с помощью болтов с потайной головкой и винтовой нарезкой на стержне—так называемых «г у ж о н о в».

В основании судна находится продольная связь, называемая к и л е м (фиг. 6, *a*). Неболь-



Фиг. 8.

шие суда имеют б р у с к о в ы й киль, состоящий (фиг. 7) из толстых стальных полос *a*, соединяющихся между собою при помощи замков, т. е. концы полос скашиваются, прикладываются друг к другу и соединяются на заклепках ($l \approx 9b$). Прилегающие листы обшивки *б* (т. н. ш п у н т о в ы е п о я с ь я) отгибаются, прикладываются к килю и все склепывается заклепками с двойным потаем. На всех крупных судах, чтобы не увеличивать веса и углубления судна, делают п л о с к и й, или г о р и з о н т а л ь н ы й, к и л ь (фиг. 8), к-рый в зависимости от величины судна состоит из одного или из двух слоев листовой стали (внутреннего *a* и более широкого наружного *б*). Шпунтовые пояся наружной обшивки *г* присоединяются к наружному слою двумя рядами заклепок.

Вдоль плоского киля, с внутренней стороны, на него ставится вертикальный киль *в*, состоящий из стальных листов высотой до 1 м; двумя нижними угольниками вертикальный киль крепится к горизонтальному килю, а верхними угольниками — к внутренней обшивке.

На некоторых судах военного флота для увеличения продольной крепости днища и противодействия прогибу его (особенно при постановке в док) от действия тяжелых внутренних грузов вместо вертикального киля устраивают на днище продольную коробчатую килевую балку *у* (см. Киль). Для этой цели на уширенный плоский киль ставят, в некотором расстоянии друг от друга, два высоких, до 2,25 м, толстых



стальных листа и покрывают их сверху продольным листом; все соединяется угольниками на заклепках. Внутрикилевая балка имеет перегородки *з* в вырезам и водонепроницаемые в местах шпангоутов и служит хранилищем пресной воды для питания котлов. Шпангоуты и настилка двойного дна идут от боковых стенок килевой балки. В оконечностях судна кили присоединяются к стальным литым или кованным частям, заканчивающим собою судно; эти части называются штевнями — в носу форштевень, а в корме ахтерштевень. На фиг. 9 показан форштевень небольшого судна; форма его независимо от конструкции м. б. прямая *А* или выступающая *Б*. Плоский киль *а* входит в выемку *б*, или шпунт, сделанную в нижней грани штевня; вертикальный киль находит на штевень и крепится к нему двумя нижними угольниками.

В боковых гранях штевень имеет шпунты (фиг. 9, В), в которые вглядь со штевнем входят концы наружной обшивки. Все эти части крепятся к штевню на гужонах. Стремление прочно связать с форштевнем все части продольного судового набора заставляет придавать ему очень сложную форму (фиг. 10, форштевень парохода «Бремен»), причем такой штевень изготовляется не поковкой, как обычно, а из стального литья, из отдельных кусков *А, Б, В*, соединенных замками *а, б*. Палубы и стрингеры крепятся к ребрам *у*. Наибольшую остроту форштевень имеет у волнореза



Фиг. 10.

2) вблизи грузовой ватерлинии (CWL). Ахтерштевень на одновинтовом судне (фиг. 11) имеет две вертикальные ветви — переднюю, через к-рую проходит гребной вал и называемую старпост *а*, и заднюю, к к-рой подвешивается руль, — рудерпост *б*. Если судно двухвинтовое, то ахтерштевень делается проще: он имеет только одну вертикальную ветвь — рудерпост; старпост же не нужен, т. к. среднего винта нет. Все пространство между рудерпостом и килем в последнем случае забирается наружной обшивкой, образуя т. н. дефидвуд *в*. В настоящее время однако у двух- и четырехвинтовых судов предпочитают делать ахтерштевень с вырезом, облегчающим подход воды к рулю и увеличивающим т. о. поворотливость судна. Кроме того, к ахтерштевню крепят кронштейны гребных валов. На фиг. 12 изображен весящий 245 т ахтерштевень парохода «Бремен». Он изготовлен из стального литья и состоит из трех частей *А, Б и В*, связанных замками *а и б* и клепаным рудерпостом *в*, образующим переднее прикрытие для руля Эрца (Oertz). Ахтерштевень прочно соединяется с корпусом судна ребрами *г и д*, связанными с соответственными шпангоутами, стрингерами и палубами. На военных судах в штевнях делаются добавочные шпунты для притыкания брони.

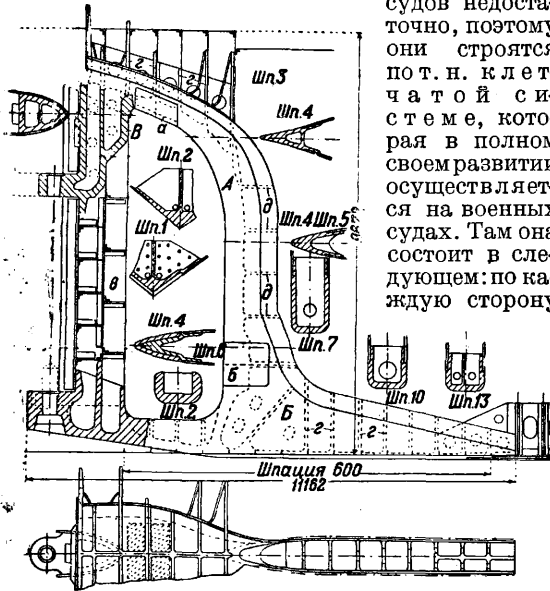
Остов судна, или каркас, к-рый, будучи обшит стальными листами обшивки, образует наружную поверхность судна, называется *набором*. У речных и небольших морских пароходов, буксирных пароходов, железных барок и т. п. судов набор составляется по поперечной системе (фиг. 6), в которой основную часть составляют поперечные ребра, или шпангоуты. Каждый шпангоут (фиг. 6, е) состоит из стального листа *а* (фиг. 13), идущего по днищу и называемого флором, и двух угольников, идущих вдоль нижней и верхней кромки флора; нижний угольник *б* называется прямым, верхний *в* — обратным, так как идет по другую сторону флора; оба приклепываются к этому последнему. Флор постепенно суживается по направлению к бортам и, загибаясь вверх, оканчивается у скулы (закругленного перехода между днищем и бортами) судна; выше идут только оба угольника, склепанных вместе. Шпангоуты ставят друг от друга в расстоянии 500—700 мм в зависимости от величины судна; расстояние между шпангоутами называется шпацией *и*. Для того чтобы прочно соединить их вместе и доставить корпусу судна необходимую продольную крепость, ставят продольные связи, или кильсоны. Посредине судна над килем идет средний кильсон *г*, представляющий собой клепаную балку, устанавливаемую поверх флоров или, чтобы не отнимать места в трюме, непосредственно над килем в уровень с верхней кромкой их (фиг. 13, А). Боковые кильсоны (фиг. 13, *д, е, ж*), располагаемые между средним и скулой судна, делают либо аналогично среднему из листа *д*, усиленного по краям угольниками и крепящегося к флорам и днищу, или



Фиг. 11.

или кильсоны. Посредине судна над килем идет средний кильсон *г*, представляющий собой клепаную балку, устанавливаемую поверх флоров или, чтобы не отнимать места в трюме, непосредственно над килем в уровень с верхней кромкой их (фиг. 13, А). Боковые кильсоны (фиг. 13, *д, е, ж*), располагаемые между средним и скулой судна, делают либо аналогично среднему из листа *д*, усиленного по краям угольниками и крепящегося к флорам и днищу, или

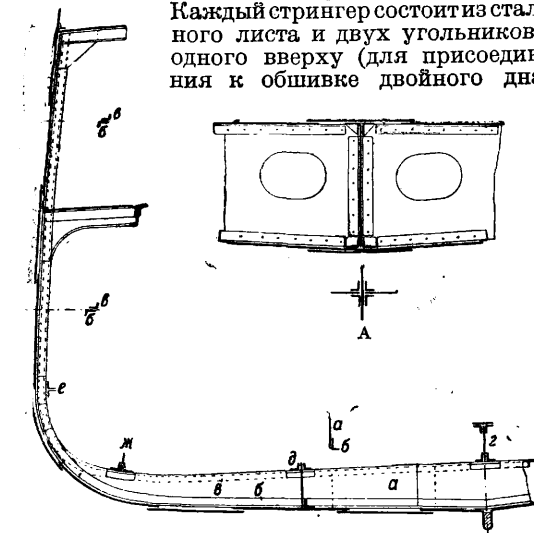
из двух угольников *e*, идущих поверх шпангоутов и иногда усиленных бульбовым железом *ж*. Кильсоны, расположенные на скуле судна, называются скуловыми кильсонами. В оконечностях судна, где обводы суживаются, соответственно видоизменяется и флор, как показано на фиг. 14. В этой системе нет внутренней обшивки, образующей двойное дно судна, и непотопляемость последнего, в случае пробития наружной обшивки, обеспечивается только поперечными переборками. Этого для крупных



Фиг. 12.

непрерывного вертикального килля *a* (фиг. 15) нормально к поверхности судна идут несколько продольных, также непрерывных, связей одинаковой высоты с вертикальным килем (до 1 м). Они называются стрингерами *б, б*.

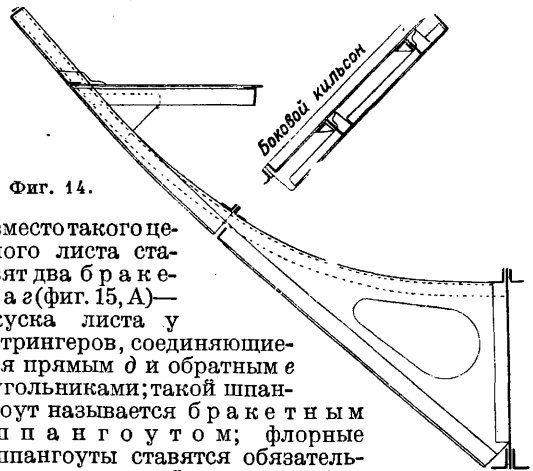
Каждый стрингер состоит из стального листа и двух угольников — одного сверху (для присоединения к обшивке двойного дна),



Фиг. 13.

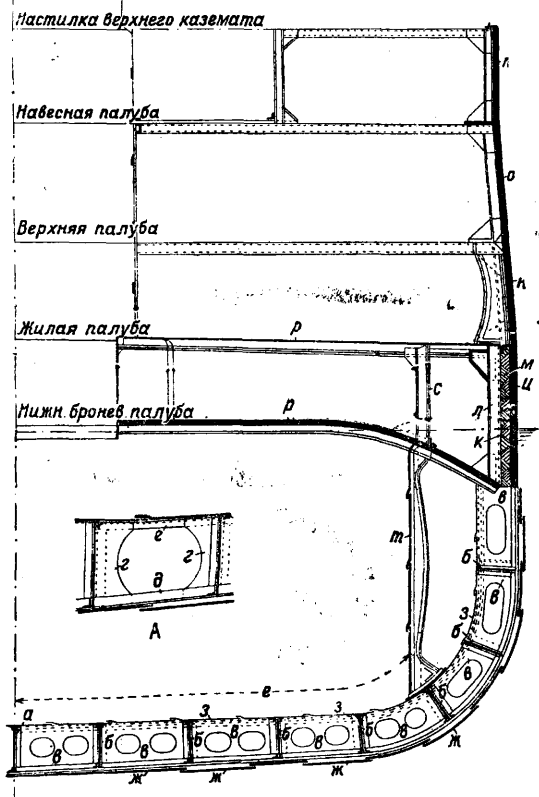
другого внизу (для присоединения к наружной обшивке). Между стрингерами в расстоянии 1—1,25 м друг от друга ставятся шпангоуты, состоящие из отдельных рамок *e*, вкладываемых между каждыми двумя соседними стрингерами.

Шпангоутные рамки состоят из стальных листов с вырезами (флоры) с кусками угольников по периметру для присоединения к наружной и внутренней обшивкам и к стрингерам. Иногда



Фиг. 14.

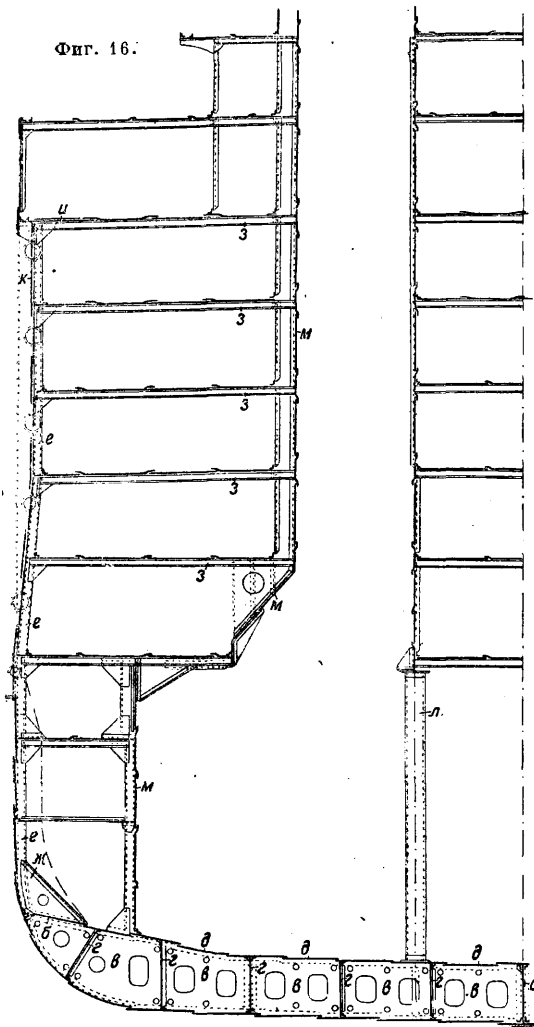
вместо такого целого листа ставятся два brackets *г* (фиг. 15, А) — куски листа *у* стрингеров, соединяющиеся прямым *д* и обратным *e* угольниками; такой шпангоут называется bracketным шпангоутом; флорные шпангоуты ставятся обязательно под машиной, котлами, башнями и пр. Примерно через четыре шпангоута в пятый, а также под главными поперечными переборками обязательно ставятся водопроницаемые шпангоуты, состоящие из целых, без вырезов, листов; по периметру каждого листа, с



Фиг. 15.

одной или с обеих сторон, идет т. н. обделочная рамка из угольника, плотно пригоняемая со всех сторон к наружной, внутренней обшивке и к стрингерам и прочеканиваемая. Из стрингеров два или три делаются

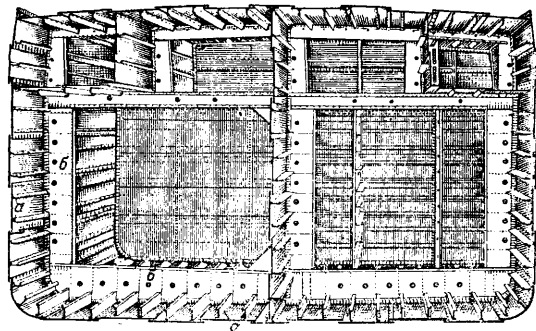
также водонепроницаемыми, остальные снабжаются для облегчения вырезами. Т. о., когда набор будет покрыт снизу наружной обшивкой *ж*, сверху—внутренней *з* и приклепан к ним, то все междудонное пространство *е* окажется разделенным на значительное число отдельных водонепроницаемых клеток. Д в о й н о е д н о продолжается и по борту до нижней палубы. При пробитии наружной обшивки вода заполнит лишь несколько клеток, что для судна не представляет опасности, и внутрь судна не попадет. На судах торгового флота применение клетчатой системы отличается от вышеописанного. Там только днище конструируется по этой системе лишь до скулового стрин-



Фиг. 16.

гера (фиг. 16). Шпангоуты от вертикального киля *а* до скулового стрингера *б* состоят из целых листов *в* с вырезами; боковых стрингеров *г* меньше, чем у военных судов (1—4), и они за исключением вертикального киля и скулового стрингера составляются из отдельных так наз. и н т е р к о с т е л ь н ы х л и с т о в, вкладываемых между шпангоутами. При такой системе набора хотя и происходит нек-рая потеря продольной крепости судна, но зато днище выигрывает в смысле жесткости, что важно для торгового судна, перевозящего в трюмах тяжелые грузы; кроме того такая конструкция лег-

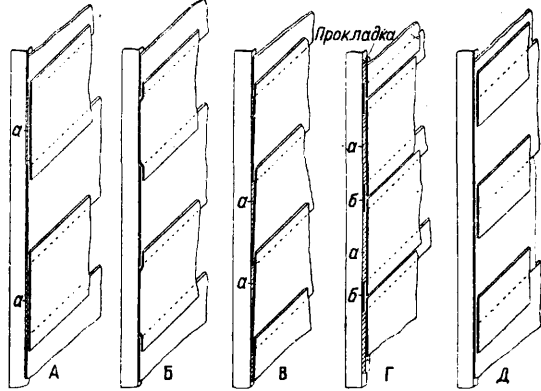
че для выполнения. Непроницаемые шпангоуты в этом случае ставятся только под главными поперечными переборками. Следует отметить еще продольную систему набора,



Фиг. 17.

разработанную английским инженером И ш е р в у д о м. Эта система (фиг. 17) применяется по преимуществу к постройке нефтеналивных судов. Здесь набор по днищу, бортам и под палубами состоит из продольных непрерывных связей *а* (продольные шпангоуты) из коробчатой (или иной) стали; солидные поперечные шпангоуты *б*, составленные из листов с угольниками, расставлены далеко друг от друга (ок. 4 м). Эта система дает нек-рое облегчение веса корпуса по сравнению с обычной системой.

Наружная обшивка составляется из стальных листов толщиной 5—20 мм в зависимости от величины судна; листы идут продольными п о я с ь я м и. Стыки листов одного и того же пояса соединяются на планках с внутренней стороны на 2 или 3 ряда заклепок по каждую сторону стыка, а п а з ы, т. е. соединение листов двух смежных поясов,—по одному из следующих способов: 1) в н а к р о й (фиг. 18, А), поясья через один прилегают к нижним угольникам набора,

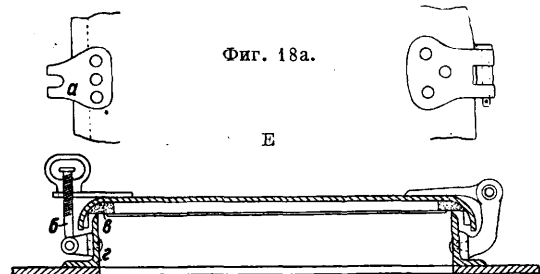


Фиг. 18.

а промежуточные накладываются краями на прилегающие поясья, образуя перекой, достаточный для размещения двух рядов заклепок; между угольниками набора и накрывающими поясьями ставятся прокладки *а*; 2) с о т о г н у т ы м и ф л а н ц а м и (фиг. 18, Б)—видоизменение предыдущего способа, дающее возможность обойтись без прокладок, ибо пазы накрывающих поясьев фланжируются (отгибаются) на специальном станке; 3) к р а й н а к р а й (фиг. 18, В)—малоупотребительный способ, ибо требует отковки клиновых прокладок *а* для каждого пояса; 4) в г л а д ь (фиг. 18, Г)—

на планках б по пазам с внутренней стороны, — также требует прямоугольных прокладок а у каждого листа; этот способ применяется в исключительных случаях, когда требуется гладкий для красоты надводный борт судна (у яхт), и 5) на наружных широких планках ах (фиг. 18, Д) — этот способ увеличивает продольную крепость обшивки и применяется на крупных судах военного флота.

Внутреннее дно (фиг. 16, д) судна настилается из листов толщиной, несколько меньшей, чем для наружной обшивки, но по одному из способов соединения, применяемых для этой последней. Двойное дно делается не по всей длине судна, а только в средней части на $1/2—3/4$



Фиг. 18а.

Б

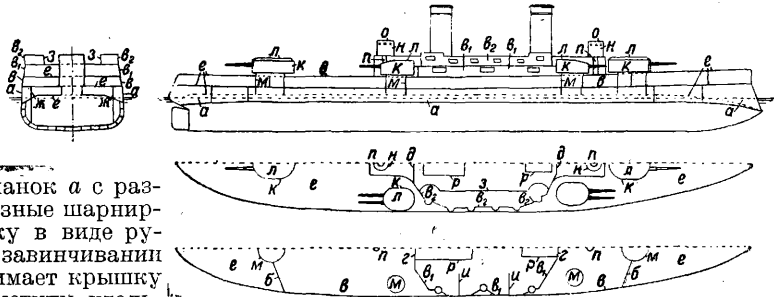
этой длины, оконечности же судна конструируются по поперечной системе. Для возможности осматривать междудонные отсеки, производить периодическую окраску и вентиляцию их в настилке внутреннего дна в районе каждого отсека (в водонепроницаемых шпангоутах и стрингерах никаких отверстий делать не допускается) вырезают круглые или овальные отверстия (ок. 0,5 м диаметром), т. н. горловины. Каждая горловина снабжается водонепроницаемой крышкой и в обычное время должна быть закрыта наглухо. Эти крышки бывают разного устройства; самая обыкновенная — это болтовая крышка: вокруг отверстия идет стальное кольцо, прикрепленное к настилке; к этому кольцу крепится на болтах крышка из листовой стали (болты проходят сквозь настилку и гайки завинчиваются сверху), причем между крышкой и кольцом прокладывается резина. Применяются еще откидные крышки на шарнирных петлях (фиг. 18а, Е). По краю крышки приклепывается несколько планок а с развилкой, в которые входят нарезные шарнирные болты б, имеющие гайку в виде рукоятки — барашек, к-рая при завинчивании давит на планку и тем прижимает крышку резиновым ободком ее в к выступу угольника г, окаймляющего горловину.

Междудонные отсеки на торговых судах обычно служат балластными цистернами для приема воды из-за борта при плавании без груза, а на военных — частью остаются пустыми, а частью употребляются как цистерны для хранения нефти и пресной воды для котлов.

Набор борта у судов поперечной системы постройки состоит обычно, как показано на фиг. 6 и 13, из прямого (фиг. 13, б) и обратного в угольников шпангоутов, к-рые выше флора соединяются вместе, образуя клепаную зетовую полосу, и простираются непрерывно до верхней палубы; шпангоуты связываются одним или двумя бортовыми кильсонами е в зависимости от высоты трюма. У торговых судов по

перечно-продольной клеточной системе бортовой набор конструируется по поперечной системе; бортовые шпангоуты (фиг. 16, е) составляются из полос швеллерной, зетовой или углобульбовой стали, а флор его — кница, крепится коротким куском угловой стали к крайнему листу междудонного пространства. Но при таком устройстве бортового набора он не дает достаточной поперечной крепости судну, особенно против тех мест, где в палубах вырезаны большие грузовые люки; поэтому вводится дополнительное подкрепление борта, состоящее в том, что в районе грузовых трюмов, машинных и котельных отделений, примерно через каждые шесть шпангоутов промежуток, обыкновенный бортовой шпангоут заменяется рамным шпангоутом (показан на фиг. 16 пунктиром). Последний состоит из широкого стального листа с угловой сталью по периметру и крепится к обшивке, к крайнему междудонному листу и к палубной настилке. На военных небронированных судах (легкие крейсера, миноносцы), у к-рых двойное дно идет только по днищу, бортовой набор устраивается так же, как и на торговых судах поперечно-продольной системы постройки.

Бронирование судов. Корпус современного корабля, построенный из сравнительно тонкой (10—20 до 30 мм) листовой стали, не может сопротивляться разрушительному действию снарядов артиллерии, особенно крупнокалиберных орудий. Защитой надводных частей линейных кораблей и крейсеров от такого разрушения, а также от действия осколков снарядов, могущих разорваться внутри корабля, служит бронирование. Толщина брони зависит: а) от качества самой брони, б) от важности прикрываемых ею помещений и устройств, в) от дистанции, с к-рой предполагается вести артиллерийский бой, и г) от рода снарядов (броневые, фугасные и др.), от к-рых желают защитить данную часть корабля. Бронирование можно подразделить на общее и местное. Пер-



Фиг. 19.

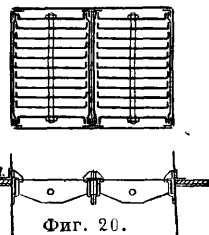
вое кроме защиты основных жизненных частей корабля (машина, котлы, погреба боеприпасов и пр.) имеет еще целью сохранение в целости надводного борта корабля, чтобы он сохранил боеспособность при полученной им пробине в подводной части с затоплением части отделений; второе защищает отдельные помещения и устройства (боевые рубки, орудийные башни, подачу боеприпасов и пр.). Кроме того как общее, так и местное бронирование имеет целью сохранить моральные качества личного состава во время боя. Бронирование современного боевого корабля состоит из следующих видов.

Общее бронирование. 1. Поясная броня (фиг. 15, и и фиг. 19, а) идет по бортам

корабля при грузовой ватерлинии поясом высотой до 5 м, причем около 1,5 м брони приходится ниже уровня воды (фиг. 15), т. к. эти места могут быть уязвимы для снарядов. Поясная броня идет или повсей длине корабля или не доходит до оконечностей, в зависимости от системы бронирования. Толщина современной крупнокалиберной (цементованной и закаленной) по способу завода Круупа) брони достигает 350 мм на середине корабля, уменьшаясь к оконечностям до 100 мм. Если поясная броня не доходит до оконечностей корабля, то на концах ее для защиты от продольных выстрелов ставится поперечная (от борта до борта) броня той же высоты и толщины—это б р о н е в ы е т р а в е р з ы (фиг. 19, б). 2. К а з е м а т н а я б р о н я (фиг. 19, в, в₁, в₂ и фиг. 15, н, о, п) идет по обоим бортам корабля выше поясной брони и если не простирается по всей его длине, то также имеет свои броневые траверзы (фиг. 19, г, д). Толщина казематной брони 150—200 мм. Корабль может иметь один, два (иногда три) яруса казематной брони, причем нижний дополняет поясную броню в смысле защиты надводного борта, а верхние служат для защиты помещенных в них орудий среднего калибра (для отражения атак миноносцев). С этой целью в броне каземата прорезаны окна для орудий—о р у д и й н ы е п о р т а, которые при уборке орудий по-ходному должны закрываться водонепроницаемо во избежание заливания на ходу корабля воды внутрь его. Орудийные порты не должны быть расположены ниже 4 м от ватерлинии, чтобы при получении кораблем крена во время боя (при открытых портах) вода не залила их; этим и объясняется наличие верхних казематов, если корабль сравнительно низкобортный. Если противоминная артиллерия установлена в башнях, то орудийных портов в казематной броне не делается. 3. П а л у б н а я б р о н я (фиг. 15, р и фиг. 19, е) служит для защиты жизненных частей корабля от снарядов при навесной стрельбе, а также от бомб, сбрасываемых с аэропланов. На современных линейных кораблях палубная броня ставится на всех трех главных палубах (верхней, средней и нижней), причем верхняя палуба имеет по всей площади толщину не менее 38 мм, средняя 75—100 мм, нижняя же делается со скосами к бортам, подходя к нижней кромке поясной брони, и бронируется только на скосах: броня скосов дополняет поясную броню, имея толщину до 75 мм. Два яруса броневых палуб обеспечивают защиту жизненных частей корабля от осколков снаряда в случае, если он, пробив верхнюю палубу, разорвется внутри между палубами. Над механизмами и артиллерийскими погребами толщина брони увеличивается и может дойти в общем до 170 мм. Если поясная броня не доходит до оконечностей корабля, то от нижних кромок броневых траверзов к носу и к корме ведут покатую (в виде спины черепахи) палубу, называемую к а р а п а с н о й п а л у б о й, защищающую помещения и устройства (рулевое и др.), находящиеся в оконечностях. Толщина карапасной палубы на покатостях к борту доходит до 150 мм. Легкие крейсера имеют одну лишь броневую палубу со скосами к бортам; лишь некоторые из них имеют тонкую бортовую броню в средней части толщиной от 50 до 75 мм. 4. П р о д о л ь н ы е б р о н е в ы е п е р е б о р к и (фиг. 15, с и фиг. 19, ж) ставятся между нижней и средней палубами, с обоих бортов, у начала броневых скосов нижней палубы.

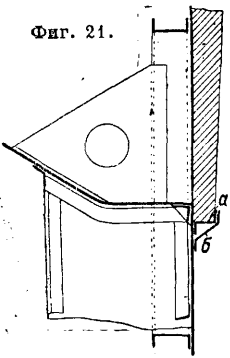
Они идут параллельно наружному борту на протяжении от носовой до кормовой орудийной башни, дополняя бортовую защиту; толщина их 50 мм. Позади казематных орудий и между ними ставятся еще продольные и поперечные броневые переборки з и и (фиг. 19) толщиной от 25 до 38 мм.

Местное бронирование. 1. Б р о н я б а ш е н для орудий крупного калибра состоит из вертикальной брони к (фиг. 19) и крыши л. Толщина первой та же, что и поясной брони, а крыши 75—100 мм. Броня защищает казенную часть орудий и прислугу и вращается со всей башней. Под нею между палубами устанавливаются неподвижные броневые трубы для защиты башенных механизмов и подачи—это т. н. б р о н я п о д а ч н ы х т р у б (м). Толщина ее рассчитывается так, чтобы сумма толщины бортовой брони в этом месте и самой брони подачных труб равнялась толщине вращающейся части башни. 2. Б р о н я б о е в о й р у б к и, в которой сосредоточивается управление кораблем во время боя, состоит из вертикальной брони н и крыши о. Под боевой рубкой устанавливается труба из плит толщиной 75 мм (п) для защиты проводов и переговорных труб, идущих из рубки в нижний пост управления. Боевых рубок две—одна в носу, другая в кормовой части корабля, хотя часто ставится только одна носовая рубка. 3. Б р о н я э л е в а т о р о в служит для защиты элеваторов, подающих снаряды и заряды из погреба к орудиям. Толщина брони элеваторов 50—75 мм; она ставится лишь в том случае, если последние не защищены бортовой броней. 4. Б р о н е в ы е к о л о с н и к и (фиг. 20) служат для предотвращения возможности попадания крупных осколков разорвавшегося снаряда через большие вырезы в броневых палубах (дымоходы, вентиляционные шахты). Они состоят из ряда брусков шириною до 175 мм и толщиной до 25 мм, установленных на расстоянии не более 50 мм друг от друга. Они прочно закрепляются к стенкам шахт и кожухов и, препятствуя прохождению дыма и воздуха, задерживают осколок снаряда. 5. З а щ и т а о с н о в н ы х д ы м о в ы х т р у б заключается в бронировании котельных кожухов и нижней части дымовых труб р (фиг. 19) плитами толщиной в 25 мм, чтобы избежать больших отверстий от разрыва снаряда в этих частях. Этим сохраняется достаточная тяга в котлах, а следовательно и скорость хода корабля. Целесообразное распределение всех указанных видов бронирования при условии наилучшей защиты с затратой наименьшего веса является одной из основных задач составителя проекта боевого корабля. В настоящее время можно отметить две системы бронирования линейных кораблей: а) английскую, примененную также на германских и японских кораблях, и б) американскую. Первая система заключается в том, что броневыми плитами в несколько поясов покрывается большая часть надводного борта корабля, по второй же системе ставится толстый и высокий броневой пояс только в средней части корабля, защищая жизненные его части, оконечности же прикрываются толстой, до 150 мм, броневой палубой со скосами к бортам. Борто-

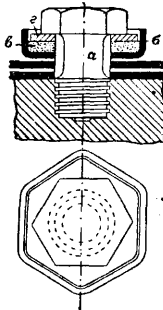


вое бронирование составляется из отдельных плит, для установки к-рых на старых броненосцах (фиг. 15) устраивалась в борту ниша, образуемая сверху и внизу настилами средней и нижней палуб, а сади обшивкой или рубашкой к позади брони, отодвинутой внутрь от борта и укрепленной стойками л, соединенными кницами с прилежащими палубами.

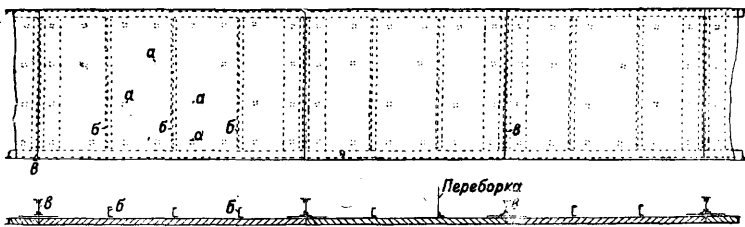
Фиг. 21.



В эту нишу сначала ставилась деревянная из листовенничных брусев подкладка м позади брони; к ней прилегал броневи плиты, упирались в нижнюю полку ниши, наз. ш е л ь ф о м. Устройство деревянной подкладки вызывалось удобством пригонки плит для получения гладкой наружной поверхности брони, но зато это усложняло и удорожало конструкцию корпуса. Поэтому на современных линейных кораблях броня прилегает непосредственно к наружной обшивке (фиг. 21), причем шельфом служит полоса зетовой стали а, прикрепленная к обшивке; чтобы сгладить выступ, его прикрывают листом б. Броневи плиты крепятся к обшивке позади брони при помощи броневи болтов (фиг. 22). Стальной броневи болт а диам. ок. 75 мм проходит сквозь отверстие в обшивке и ввинчивается примерно на 70 мм в броню; под его шестигранную головку подкладывается стальная чашка б с резиновой прокладкой в и пайбой г. Каждая плита крепится примерно 16—18'' броневи болтами. Для устройства прочного борта позади брони к обшивке (иногда двуслойной) с внутренней ее стороны приклепываются в расстоянии 0,6 м друг от друга вертикальные швеллерные стойки (фиг. 16, л), концы к-рых при помощи книц прочно укрепляются к палубам. На фиг. 23 показано расположение броневи болтов а и стоек б позади брони, причем последние против стыков плит (с т о й к и на стыке в, в) делают усиленного типа—клепанные из листа и четырех уголков. Для заказа брони на судостроительной верфи делают разбивку стыков каждого пояса брони, намечают места стоек и броневи болтов и изгото-



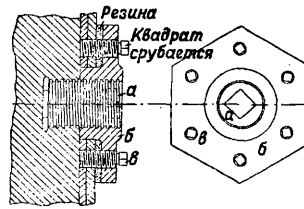
Фиг. 22.



Фиг. 23.

товляют шаблоны каждой плиты. Доставленные на верфь плиты должны иметь требуемую кривизну, а равно и просверленные с нарезкой отверстия для броневи болтов. Устанавливается броня после спуска корабля на воду. Броня башен и боевых рубок состоит также из от-

дельных плит с соответствующей погибью, которые крепятся к обшивке башни или рубки помощью специальных болтов (фиг. 24). Болт а имеет



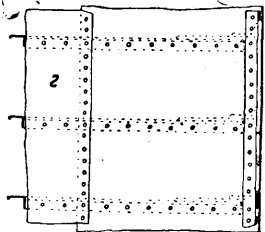
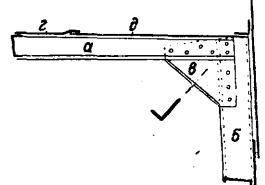
Фиг. 24.

ет плоскую гайку б с фланцем, к-рый шестью гужонами в привинчен к обшивке; при ударе снаряда в броню, если гайка треснет, то осколки ее не разлетятся и не поранят людей, находящихся внутри.

Палубная броня из нецементованных стальных плит укладывается на бимсы и соединяется по пазам и стыкам на планках снизу. В башнях и рубках делаются броневи двери, а в броневи палубах—броневи люки. Как те, так и другие должны открываться с обеих сторон.

Для поддержания палуб служат поперечные балки, или б и м с ы (фиг. 16, з); они ставятся всегда у шпангоутов, соединяя правые их ветви с левыми. На малых судах бимсы делаются из угловой стали, для крупных берутся полосы швеллерной, углоли тавровульбовой стали.

В месте присоединения бимса а (фиг. 25) к шпангоуту б для лучшего их скрепления ставится к н и ц а б и м с а в с отогнутой для жесткости кромкой. Бимсы б. ч. делаются прямыми, но у открытых палуб бимсы должны быть с погибью для стекания воды к водопропускам у борта. На бимсы накладывается стальная палубная настилка, состоящая из листов з, идущих продольными поясьями так, что пазы их параллельны диаметральной плоскости судна (плоскости симметрии), за исключением крайнего листа у борта, называемого п а л у б н ы м с т р и н г е р о м д, к-рый идет всегда параллельно обводу борта. Палубный стрингер делается всегда толще остальных поясьев палубы, т. к. он как связанный непосредственно с бортом принимает большее участие в продольной крепости корабля (особенно у верхней палубы), нежели остальная настилка. С той же целью

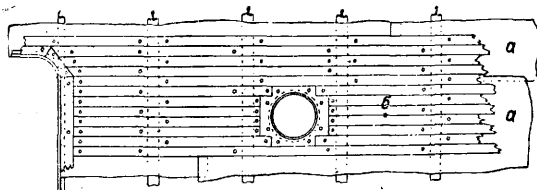


Фиг. 25.

пояс наружной обшивки, прилегающий к палубному стрингеру и стальной верхней палубы, т. н. ш и р с т р е к (фиг. 16, ж), делается толще остальных поясьев. Листы стальной палубной настилки соединяются между собой по одному из способов, указанных выше для наружной обшивки,—на один (для малых судов) или на два ряда заклепок. Толщина листов настилки (8—10 мм), так же как и наружной обшивки, в оконечностях судна уменьшается на 2—3 мм. Стальная настилка а (фиг. 26) верхней палубы покрывается снаружи деревянной настилкой б из сосновых досок, которые крепятся железными оцинкованными

листами настилки (8—10 мм), так же как и наружной обшивки, в оконечностях судна уменьшается на 2—3 мм. Стальная настилка а (фиг. 26) верхней палубы покрывается снаружи деревянной настилкой б из сосновых досок, которые крепятся железными оцинкованными

болтами к стальной настилке; болты располагаются около бимсов. Толщина досок настилки $65 \div 90$ мм, а ширина $100 \div 130$ мм. Головки болтов утапливаются в дерево, и отверстие забивается круглой деревянной пробкой на сучричной замазке; гайки болтов завинчиваются снизу. На малых судах военного флота (миноносцы) верхняя палуба деревом не покрывается, а на крупных судах, у к-рых верхняя палуба броневая, для того чтобы не прорезать ее множеством отверстий для болтов, применяют следующий метод крепления деревянных досок: в расстоянии ок. 0,9 м друг от друга ставят непрерывные продольные доски, крепящиеся к броневой палубе бронзовыми гужонами, утопленными в дерево. Между этими продольными досками ставят трапецевидные поперечные доски также на гужонах; образующиеся квадратные промежутки заполняют короткими кусками досок (ч а к а м и) со скошенными торцами. Эти чаки удерживаются только скосами поперечных досок, причем в районах действия пороховых газов башенных орудий для лучшего зажатия концов чак поперечных досок кладут планки из мюнц-металла.



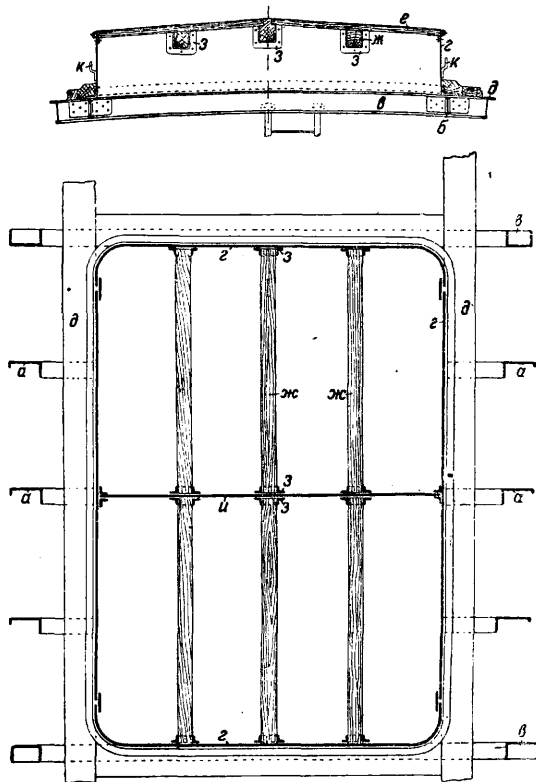
Фиг. 26.

Этот способ имеет еще то преимущество, что можно не брать дорогих досок, а вырезать чаки из досок второго сорта. Пазы и стыки досок деревянной настилки проконопачиваются и заливаются смолой. Промежуточные палубы покрываются линолеумом.

Для сообщения между палубами, для погрузки товаров в трюмы и для прогуска света внутрь судна в палубной настилке делаются вырезы, или люки. Сходные люки, внутри к-рых устанавливается трап, располагают всегда поперек судна, чтобы не перерезать бимсов. Для устройства грузовых люков приходится перерезать несколько бимсов (фиг. 27), к-рые тогда называются полубимсами а и крепятся к продольной балке—карленгсу б, опирающейся на оконечные бимсы в люка, к-рые делают усиленного профиля. Для ограждения люка на верхней палубе от проникновения воды по его краю ставят невысокий (580—800 м) лист—комингс г. Для частичной компенсации ослабления палубы вырезами люков вдоль них кладут продольные связи—люковые стрингеры д. Люк перебивается отдельными досками е, опирающимися на выемные продольные люковые балки ж, укрепленные в гнезде з, приклепанном к комингсу, а у особо длинных люков к одной или же двум выемным промежуточным поперечным балкам и из стального листа. В плавании люк перекрывается брезентом, загибающимся сбоку и закрепляемым рейками и клиньями в особых скобах к, приклепанных снаружи к комингсу. На промежуточных палубах комингсы делают более низкими (высотой около 300 мм), а крышку люка—плоской.

Число палуб на торговом судне определяется его назначением и размерами. По удобству по-

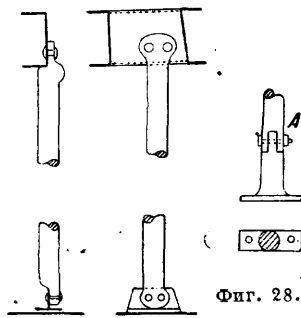
грузки товаров в большом употреблении однопалубные грузовики, имеющие вне грузовых трюмов, машинных и котельных отделений



Фиг. 27.

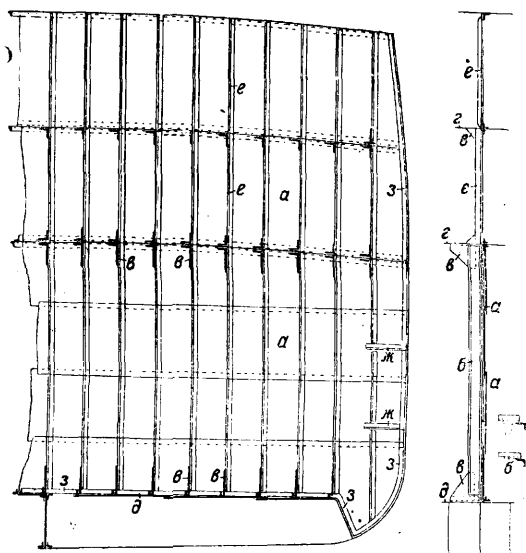
лишь частичные палубы (т. н. п л а т ф о р м ы). На грузовых и товаро-пассажирских пароходах ниже верхней делают не более одной непрерывной по всей длине судна палубы и платформы. На крупных пассажирских пароходах под верхней палубой идут две или три непрерывные палубы и платформы, а выше верхней—тенцовая палуба, мостиковая и др.; эти последние, служа для удобства пассажиров, имеют второстепенное значение для продольной крепости судна, ибо часто имеют лишь одну деревянную настилку. Крупные суда военного флота обязательно должны иметь три непрерывные по всей длине стальные палубы (верхнюю, жилую и нижнюю—броневую), а под ними, вне машинных и котельных отделений,—две платформы (из коих верхнюю называют кубриком).

Для подкрепления бимсов, а также для противодействия сжимающим усилиям, возникающим при продольном изгибе судна, между палубами и в трюме ставятся вертикальные стальные стойки, т. н. п и л л е р с ы (фиг. 16, л). На судах торгового флота пиллерсы идут один над другим через известные промежутки по длине судна, образуя опору от днища до верхней па-



Фиг. 28.

лубы. Пиллерсы бывают сплошные цилиндрич. (фиг. 28) или трубчатые; сверху и внизу пиллерс должен иметь твердую опору в виде бимса, карленга, шпангоута или кильсона и отнюдь не упираться в тонкую обшивку или настилку палубы. В нек-рых случаях приходится ставить съемные пиллерсы; у таких в верхней части сделан шарнир, а внизу соединение на болте (фиг. 28, А), позволяющее временно откинуть пиллерс. Часто, чтобы не загромождать грузовые трюмы пиллерсами, ставят в них два или четыре солидных пиллерса в виде клепаных балок. На военных судах, имеющих значитель-

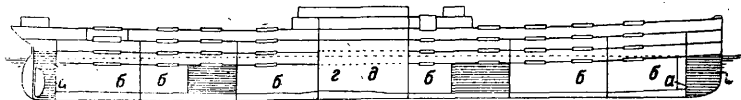


Фиг. 29.

ное число поперечных и продольных переборок, пиллерсы имеют лишь местное значение (подкрепление палубы под шпильями и другими тяжелыми устройствами и механизмами). Внутри судно как в трюме, так и между палубами разделяется на отделения перегородками, к-рые называются переборками. Переборки бывают поперечные и продольные; следует различать главные судовые переборки и второстепенные. Тогда как последние служат простыми перегородками между различными судовыми помещениями, жилыми и служебными, первые делаются особо прочными и водонепроницаемыми и разделяют все судно от борта до борта и вдоль последнего на ряд водонепроницаемых отсеков (см. *Непотопляемость*). Основная роль главных переборок заключается в том, что при полученной судном пробоине и вливании внутрь воды они изолируют поврежденное отделение от соседних и не допускают распространения воды; наличие двойного дна отнюдь не умаляет значения переборок, ибо часто бывают аварии с повреждением внутренней обшивки; кроме того главные переборки значительно увеличивают поперечную и продольную крепость судна.

Конструкция главных водонепроницаемых переборок д. б. такова, чтобы она обеспечивала как водонепроницаемость, так и противостояние давлению воды, заполнившей данное или соседнее помещение. Поперечная переборка (фиг. 29) составляется из стальных ли-

стов *a* толщиной 5—10 мм, подкрепляемых вертикальными стойками *б* из швеллерной, зетовой или другой стали в расстоянии 0,5—0,75 м друг от друга; верхние и нижние концы их закрепляются помощью книц *в* к настилке палубы *г* и внутреннего дна *д*. Стойки *е* между палубных переборок берутся меньшего профиля, нежели трюмные. Следует заметить, что переборки не перерезают стальной настилки палуб, а располагаются между палубами. По изготовлении переборка прочеканивается с одной стороны, и всякая труба или связь (напр. бортовой *с т р и н г е р н е*), проходящая сквозь переборку, обделывается угловой рамкой и прочеканивается для водонепроницаемости. На крупных судах военного флота стойки переборок большой высоты делаются клепаными из листа с четырьмя угольниками. Для крепления переборки к бортовой обшивке, палубной настилке и к днищу служит уголок *з*, идущий с каждой стороны переборки по периметру последней. Продольные переборки (фиг. 16, *м*) устраиваются так же, как и поперечные. Особо важное значение на судах военного флота имеет бортовая продольная переборка как защита судна при повреждении подводного борта от взрыва торпеды. Ее делают из толстых листов и возможно более удаленной от наружного борта. На новейших судах для этой цели не ограничиваются только одной переборкой, а делают бортовые наделки, удаляющие центр взрыва от жизненных частей судна на расстоянии ок. 6 м (англ. линейный корабль *Hoод*), или устраивают вдоль борта пять продольных переборок, через 1 м, с разделением бортовых отделений на клетки (америк. линейный корабль *Indiana*) (см. *Военные суда*). Главные переборки, расположенные ниже ватерлинии, не должны иметь никаких вырезов, хотя бы снабженных водонепроницаемыми дверями; как исключение на торговых судах допускаются иногда такие двери в видах удобства обслуживания механизмов и пр. На военных же судах сообщение из одного автономного отделения в другое производится при помощи шахт, т. е. вертикальных колодцев прямоугольного сечения, выведенных обычно до средней палубы; на одной из стенок шахты сделаны скобы, по к-рым можно спускаться в соответствующее отделение или подняться из него и перейти в другое. Благодаря шахтам вода, попавшая в отделение при аварии судна, не может разлиться по палубе. Между палубами

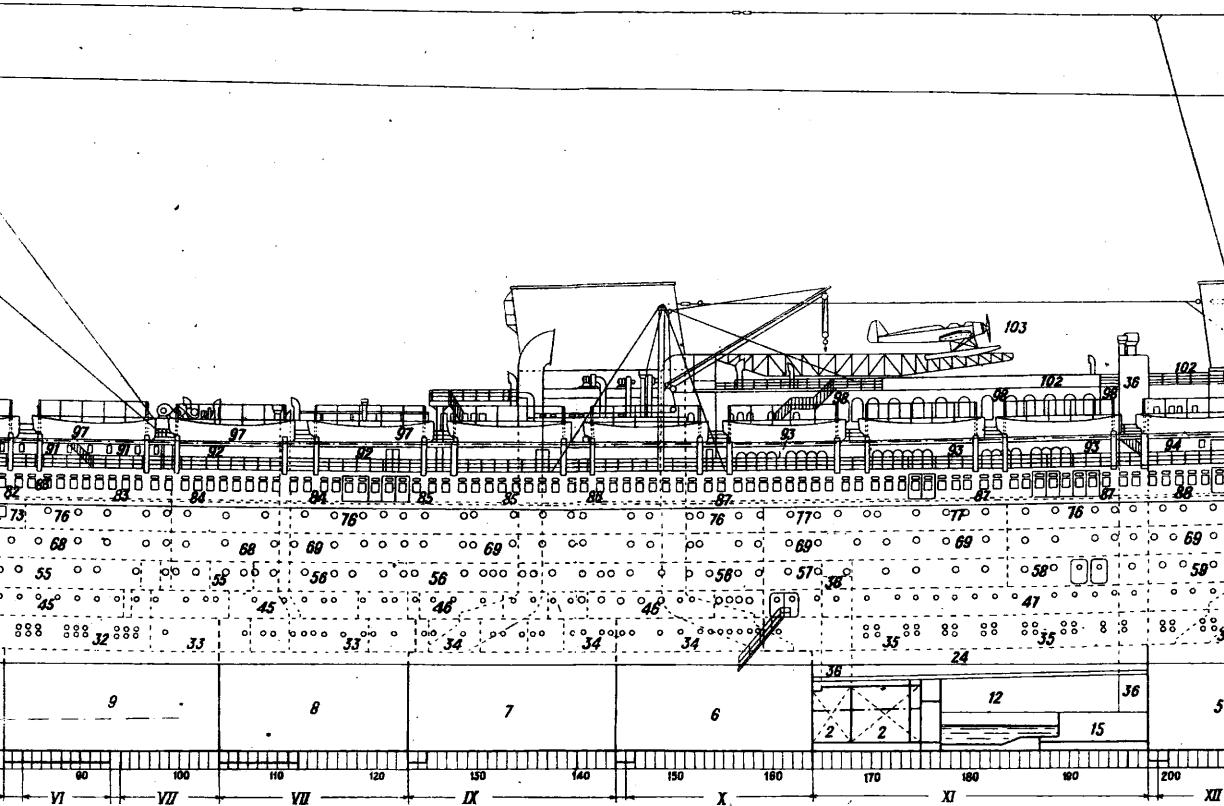


Фиг. 30.

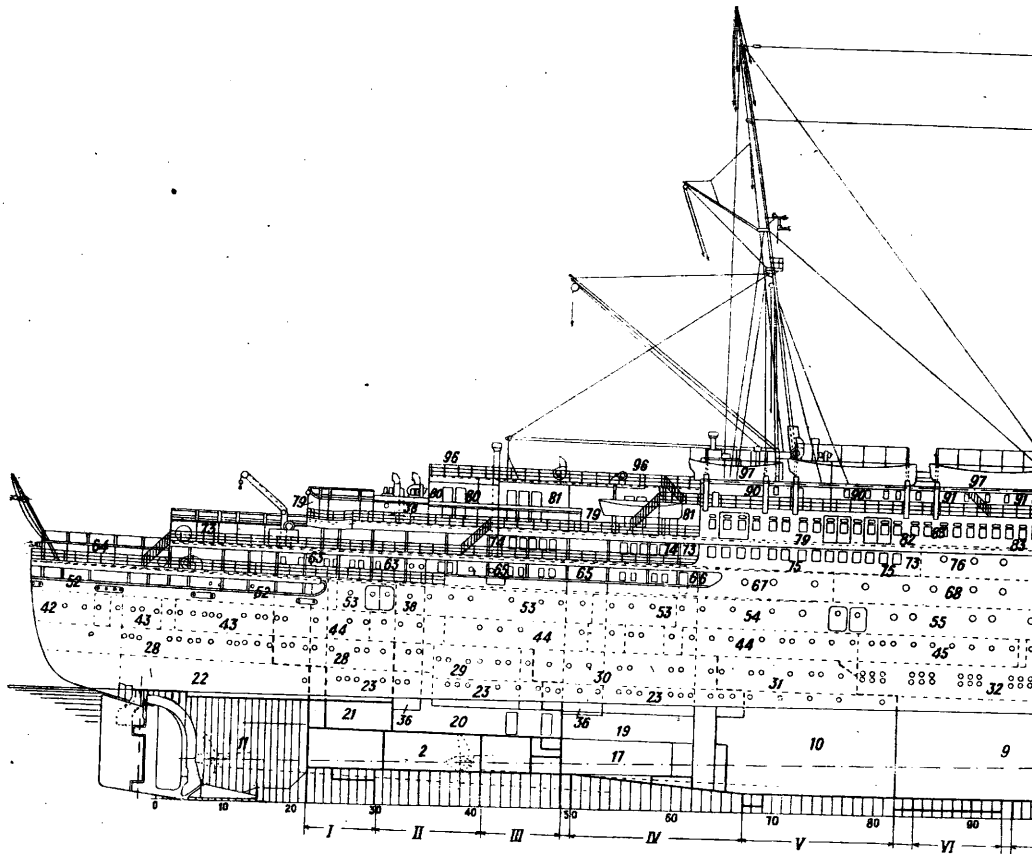
устройство водонепроницаемых дверей в переборках допускается (см. *Непотопляемость*).

На фиг. 30 показано общее расположение главных переборок и судовых отделений на товаро-пассажирском судне, а на фиг. 31—на современном крупном пассажирском трансатлантич. пароходе; концевые переборки *a* служат для предотвращения доступа воды внутрь в случае повреждения носа или кормы; в то же время они образуют балластные цистерны для удиферентования судна на случай необходимости выравнять его при неравномерной нагрузке. Затем идут переборки грузовых трюмов *б*, машинного *г* и котельного *д* от-

СУДОСТРОЕНИЕ



Фиг. 31.

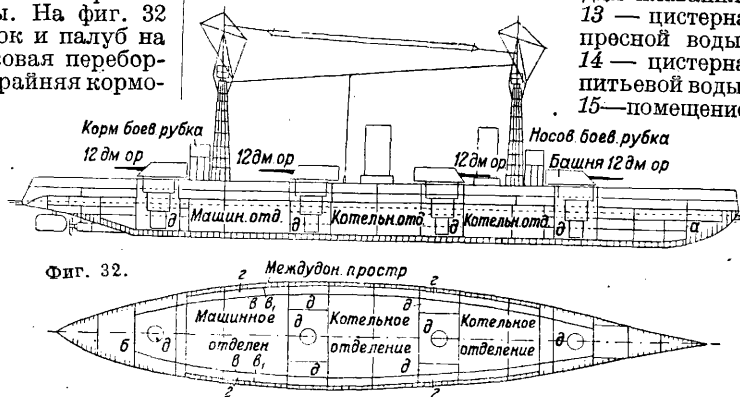


делений. По требованию англ. Регистра Ллойда число главных поперечных водонепроницаемых переборок изменяется от четырех (для небольших судов) до девяти (для крупных длиной 165 м и выше). На судах военного флота в связи с требованиями боевой пловучести и устойчивости число главных водонепроницаемых переборок больше, нежели на торговых судах, и они должны по высоте итти возможно выше (желательно до верхней палубы), чтобы разделить междупалубные пространства и препятствовать разлитию по ним воды. На фиг. 32 показано расположение переборок и палуб на линейном корабле. Крайняя носовая переборка *a* называется т а р а н о й, крайняя кормовая *b* ставится при выходе из корпуса гребных валов. Между продольной бортовой переборкой *c* и настилкой двойного дна *e*, образуется бортовое отделение, разделенное частичными водонепроницаемыми переборками на бортовые отсеки; иногда эти отсеки используются для хранения угля (угольные ямы *г*, *в*). Между нижней и средней палубами продолжение бортовой переборки образует коридор позади брони, также разделяемый на отсеки, которые оставляются пустыми, хотя в некоторых случаях используются для жилья команды и разных служебных помещений. На торговом судне (фиг. 30) большая часть пространства под нижней палубой занята грузовыми трюмами, из которых некоторые в случае надобности м. б. использованы под водяной балласт; в междупалубных пространствах размещаются пассажирские помещения и каюты судового состава. В носовой оконечности помещаются п р о в и з и о н н ы е погреба, канатный ящик для хранения якорных цепей и пр. В средней части судна, выше надстроек, устраивается м о с т и к, на котором помещается рубка для рулевого; в этой рубке сосредоточивается управление судном.

На судах военного флота, вне машинных и котельных отделений, под нижней броневой палубой, находятся помещения для хранения необходимых судовых грузов, как то: боевых припасов (снаряды и заряды для орудий), провизии, пресной воды и прочего, располагаемых на платформах и в трюме. Особенно важным является надлежащее расположение помещений для артиллерийских снарядов и зарядов, боевых погребов *д* (фиг. 32); от них требуется, во-первых, чтобы они находились ниже уровня воды, для лучшей защищенности от непрямительского огня, во-вторых, возможная близость к тем орудиям, для снабжения которых они предназначены, так, чтобы элеваторы для подъема снарядов и зарядов, выведенные из погребов вверх на ту палубу, где размещены орудия, приходились около этих последних. Помещения для провизии разделяются: 1) для сухой (сухари, крупа, мука, чай и др.) и 2) для мокрой провизии (солонина, капуста и пр.). Пресная вода хранится в о д я н о м т р ю м е — помещении, выгороженном где-либо на платформе или нижней палубе и обмазанном внутри цементом. В кормовой части средней палубы располагаются помещения для командного состава, в носовой — помещения команды, лазарет, камбузы, бани, гальюны и пр. Динамомашинные, ре-

фрижераторные машины и ледники размещаются на платформах или на нижней палубе.

На фиг. 31 изображено общее расположение помещений современного турбинного трансатлантического парохода «Бремен»: 1—форпик, 2—цистерны для горячего, 3—дифференциальная цистерна, 4—котельная I, 5—котельная II, 6—котельная III, 7—котельная IV, 8—турбинная I, 9—турбинная II, 10—помещение для вспомогательных машин, 11—актерпик, 12—бассейн



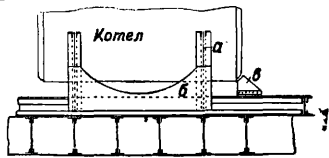
Фиг. 32.

для плавания, 13 — цистерна пресной воды, 14 — цистерна питьевой воды, 15 — помещение

для насосов, 16—помещение для автомобилей, 17—помещение для машинных материалов, 18—цепной ящик, 19—помещение для багажа, 20—почтовые помещения, 21—водяной балласт, 22—рулевые машины, 23—помещения обслуживающего персонала, 24—холодильные помещения для провизии, 25—помещения обслуживающего персонала, пекарей и поваров, 26—почта или груз, 27—материальная кладовая, 28—команда, 29—почтовое бюро, 30 и 31—столовая и кухня туристского класса, 32—столовая III класса, 33—кухня II и I классов, 34—хлебопекарня, кофейная, кухня, мойка посуды и т. д., 35—столовая I класса, 36—подъемники, 37 и 38—кухня и столовая III класса, 39—матросы, 40—кочегары, 41—парусная, 42—портной, прачешная, 43—каюты туристского класса, 44—по правому борту—каюты туристского класса, по левому—механики и машинисты, 45, 46, 47, 48, 49—по правому борту—каюты пассажиров III класса, по левому—команда; на этом протяжении в средней части судна помещаются: 45—машинные шахты, типография, холодильная (CO₂) установка, 46—котельные шахты, центральная прачешная, склад белья, 47—световая шахта и вестибюль столовой I класса, 48—котельная шахта и склад белья, 49—парикмахерская и кают-компания обслуживающего персонала, 50—кочегары, 51—ламповая кладовая, 52—прогулочная палуба для команды, в средней части парусная мастерская, 53—каюты туристского или III класса, 54—вестибюль II класса, 55—каюты II класса, 56—каюты I или II класса, 57—каюты I класса, 58—вестибюль I класса, 59—каюты I класса, 60—вестибюль I каюты III класса, 61—старшие кочегары, 62—шпиль, 63—курительный салон туристского класса, 64—прогулочная палуба туристского класса, 65—салон туристского класса, 66—детская комната и гимнастический зал туристского класса, 67—почтовые служащие, 68—каюты I или II класса, 69—каюты I класса, 70—салон III класса, 71—курительная III класса, 72—прогулочная палуба III класса, 73—прогулочная палуба II клас-

са, 74—курильный салон II класса, 75—дамский зал II класса, 76—каюты I класса, 77—роскошные каюты и квартиры, 78—прогулочная палуба III класса, 79—прогулочная палуба II класса, 80—беседка, 81—салон II класса, 82—нижняя прогулочная палуба I класса, 83—бальный зал I класса, 84—шахта турбинного помещения, 85—библиотека и рабочая комната I класса, 86—котельные шахты, посредине галерея с различными магазинами, 87—салон I класса, 88—дамская комната I класса, 89—курильная I класса и зимний сад, 90—старшие механики, 91—пассажиры I класса, 92—тир и кегельбан, 93—надстройка над салоном I класса, 94—каюты почтовых служащих и пожарных, помещения беспроволочного телеграфа, 95—каюты командного состава, 96—прогулочная палуба II класса, 97—средняя прогулочная палуба I класса, 98—ресторан, 99—капитанские каюты, 100—командный мостик, 101—верхний командный мостик, 102—площадки для игр I класса, 103—катапульта для гидроаэроплана. Распределение цистерн двойного дна: I—колодец, II—водяной балласт, III—горючее, IV—питательная вода для котлов, V—пресная вода, VI—смазочное масло, VII—пресная вода, VIII—питательная вода, IX—пресная вода и балласт, X и XI—горючее, XII и XIII—питательная вода, XIV—горючее, XV—пресная вода, XVI—горючее.

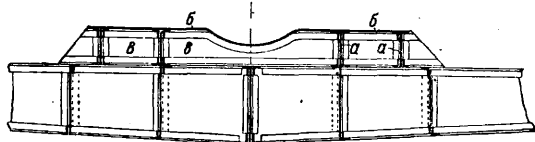
Машинные и котельные отделения отделяются от соседних помещений и между собою (кроме малых судов) поперечными водонепроницаемыми переборками. Около котельных отделений помещаются угольные или нефтяные цистерны для хранения котельного топлива; ямы бывают продольные и поперечные. Иногда машинное и котельное отделения разделяются поперечной угольной ямой. На боевых судах, имеющих значительную скорость хода, приходится иметь большое число котлов (до 20—22), размещенных в нескольких котельных отделениях. На двух- и трехвинтовых судах машины отделяются одна от другой продольными переборками. Машины и котлы располагаются непосредственно над двойным дном на клепаных фундаментах, состоящих из листов и угольников, которые соединяются с набором судна; фундаменты подкрепляют корпус судна и дают ему возможность выдерживать как тяжесть механизмов, так и возможные при действии машины сотрясения. На фиг. 33 показано устройство котельного фундамента, состоящего из стальных листов



Фиг. 33.

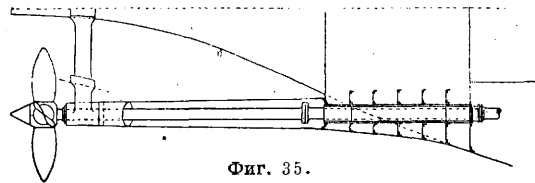
в продольном направлении котел удерживается кронштейном в. Машинный фундамент (фиг. 34) состоит из продольных балок а, скрепленных с набором судна и связанных между собой поперечными балками в; под этими балками для большей жесткости набора между шпангоутами устанавливаются местные стрингеры, связанные также и с наружной обшивкой. Поверх балок накладываются толстые стальные листы б, на которые уже и ставится машина. Гребной вал, поддерживаемый спе-

циальными подшипниками, проходит от машины до кормовой переборки в туннеле, называемом коридором гребного вала, который, будучи огорожен водонепроницаемыми



Фиг. 34.

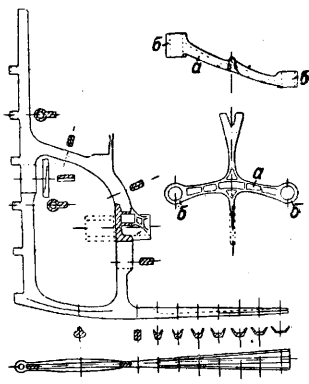
переборками, преграждает доступ воды внутрь судна в случае повреждения вала и порчи салниковых втулок у выхода вала из корпуса судна. Как видно на фиг. 35, боковые валы (у многовинтовых судов) вследствие остроты кормо-



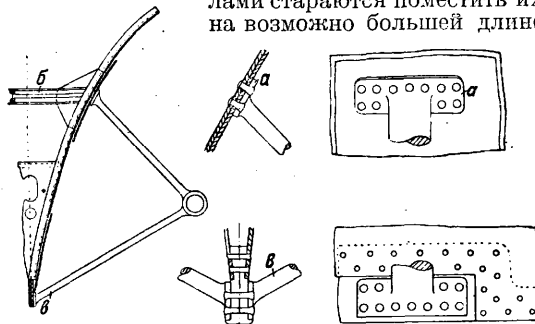
Фиг. 35.

вого образования выходят из корпуса и идут на некотором протяжении в воде; для их поддержания у самого гребного винта ставятся т. н. кронштейны гребного вала (фиг. 36), состоящие из муфты б, сквозь к-рую

проходит вал, и ветвей а, или лап, крепящихся к корпусу судна или к ахтерштевню; кронштейны отливаются из стали. Устройство кронштейна и его крепление к корпусу для малых судов показано на фиг. 37; конец верхней лапы а крепится к наружной обшивке судна, к-рая в этом месте удваивается изнутри, против места крепления ставится усиленный бимс б. Конец нижней лапы в крепится к уширенной части киля. В настоящее время на крупных судах для удобства наблюдения за гребными валами стараются поместить их на возможно большей длине



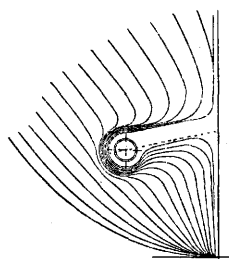
Фиг. 36.



Фиг. 37.

внутри судна, для чего подшипники помещают у самого гребного винта, а дейдвудную трубу соединяют с корпусом, плавно переходящим в него выступом (фиг. 38).

От котлов дым по дымоходам отводится в дымовые трубы; как те, так и другие прикрыты снаружи кожухами из стальных листов с угольниками. Между стенками дымоходов и кожухов оставляется воздушный промежуток для уменьшения t° внутренних стенок. Несколько дымоходов обыкновенно сводят в одну трубу. Форма сечения трубы — круг или эллипс с большей осью вдоль судна; у быстроходных судов их стали в последнее время делать обтекаемой формы; трубы удерживаются штагами и из проводочного троса — от верхнего конца трубы к палубе.



Фиг. 38.

Число труб в зависимости от величины и типа судна — от одной до четырех. Относительно парусного вооружения судов и мачт боевых и грузовых см. *Парусное вооружение, Паруса, Мачты судовые*.

Постройка судна ведется по проекту его, к-рый включает в себе: а) теоретич. чертеж, дающий наружную форму — обводы корпуса судна путем вычерчивания его горизонтальных, вертикально-продольных и вертикально-поперечных сечений, б) практические общие чертежи, показывающие точное расположение всех внутренних частей корпуса, механизмов и устройств, в) чертеж мидель-шпангоута (фиг. 16), т. е. поперечного сечения судна в самом широком его месте, с показанием на этом чертеже системы постройки корпуса и размеров главных его частей, т. н. практический мидель-шпангоут, г) спецификацию, или подробное описание всего судна по корпусу, механизмам, всем устройствам и системам, с указанием конструкции и размеров и д) пред-

но все они исходят из основного уравнения водоизмещения (по закону Архимеда), которое заключается в том, что сумма всех грузов, входящих в состав веса судна, должна равняться его водоизмещению.

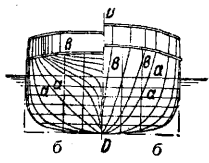
Нахождение главных размеров нового судна значительно упрощается, если проектировать его по «прототипу», за к-рый выбирается подходящее плавающее судно того же типа с подобными обводами корпуса. Тогда для первого приближения можно воспользоваться ф-лой Нормана. Представим ур-ие водоизмещения в таком виде:

$$D = d_1 + d_2 + d_3 + d_4,$$

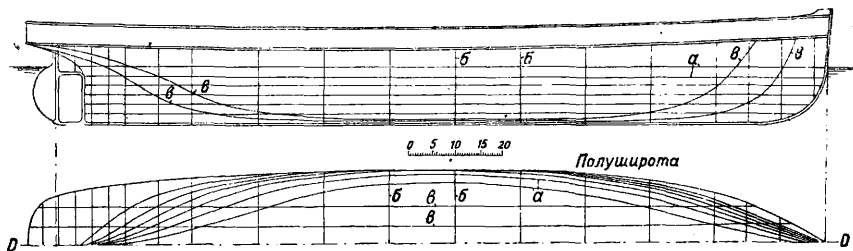
где d_1 — грузы, зависящие от водоизмещения D , напр. вес корпуса, d_2 , — зависящие от $D^{1/3}$ (т. е. от линейных размеров, длины, ширины или углубления судна), d_3 , — зависящие от $D^{2/3}$ (т. е. от $L \cdot B$ или $B \cdot H$), и d_4 — независимые грузы, определяемые по заданию. Тогда по Норману, если против прототипа изменить веса одного или нескольких составляющих грузов, то нужно сложить сумму этих изменений весов и помножить их на число

$$n = \frac{D}{D - d_1 - \frac{1}{3} d_2 - \frac{2}{3} d_3}$$

Произведение даст увеличение водоизмещения проектируемого судна против водоизмещения D прототипа и, добавив его к последнему, получим искомого водоизмещение D' . Отношение линейных размеров нового судна и прототипа равно $\sqrt[3]{\frac{D'}{D}}$, и мы легко получим длину, ширину, углубление в воде (или глубину) проектируемого судна. Когда главные размеры судна получены, приступают к вычерчиванию его теоретического чертежа, к-рым устанавливаются обводы судна. Теоретич. чертеж (фиг. 39) представляет собою изображение основных сечений поверхности судна: горизон-



Фиг. 39.



варительную смету. Проект судна составляется на основании техн. условий, к-рые даются заказчиком. В этих условиях оговариваются все задания, к-рым должно удовлетворять судно, указываются пределы его главных размеров, назначение, скорость хода, необходимое оборудование и снабжение. На основании этих условий предварительно составляется эскизный проект, т. е. вычерчивается набросок судна (продольный разрез и планы палуб) в малом масштабе (1 : 200), и затем, по одобрении его, составляется окончательный проект. Возможность выполнения заданий д. б. подтверждена предварительными подсчетами при составлении эскизного проекта. При составлении проекта судна сначала определяют главные его размеры — длину, ширину и осадку в воде, при условии получения требуемого водоизмещения и обеспечения надлежащей устойчивости. Есть несколько способов решения поставленной задачи (см. *Военные суда и Пловучесть*),

таких ватерлиний a , вертикальных, перпендикулярных диаметральной плоскости судна $D-D$ шпангоутов b и вертикальных, параллельных диаметральной плоскости батоксов c в трех проекциях — на диаметральную плоскость судна (проекция эта называется b о к), на плоскость горизонтального уровня воды (полуширота) и на плоскость мидель-шпангоута, обозначаемого значком \boxtimes (к о р п у с). Все эти три плоскости проекции — вертикально-продольная, горизонтальная и вертикально-поперечная — взаимно перпендикулярны. От рассечения поверхности судна плоскостями, параллельными этим трем плоскостям проекции, и получаются указанные выше основные сечения. По получении теоретич. чертежа изготавливается модель судна и испытывается в опытовом бассейне (см. *Судостроительный опытовый бассейн*) для того, чтобы точно определить мощность механизмов, необходимую для движения судна с заданной скоростью; для получения наименьшей

мощности при заданных условиях приходится исправлять обводы, пока не будут установлены наилучшие очертания судна.

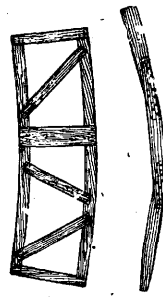
Когда теоретический чертеж окончательно установлен, производится подсчет водоизмещения положения центра величины, метацентриков и т. п. по правилам *теории корабля* (см.) (см. также *Пловучесть и Остойчивость судов*). Одновременно устанавливаются и размеры составных частей корпуса судна. Для военных кораблей (см. *Военные суда*) в виду особенностей их конструкции, расположения грузов, а также стремления к облегчению веса корпуса, по предварительной наметке размеров деталей набора (главное—толщин), по аналогии с существующими типами, проверяют достаточность размеров основных продольных связей судна, находя наибольшее напряжение, к-рое испытывают самые верхние (настилка верхней палубы) и самые нижние (плоский киль) связи судна; если это напряжение превосходит допускаемый предел, то толщины продольных связей должны быть увеличены. Расчеты прочности ведут по методам, разработанным в *строительной механике корабля* (см.). Положение переборок по длине судна устанавливают, пользуясь методами, указанными в ст. *Непотопляемость*. При этом уподобляют судно брусу, подверженному с одной стороны действию веса корпуса и всех грузов, а с другой стороны—силам давления воды, и применяют ф-лу изгиба, из коей получаем:

$$\sigma = \frac{M_{max} \cdot a}{I},$$

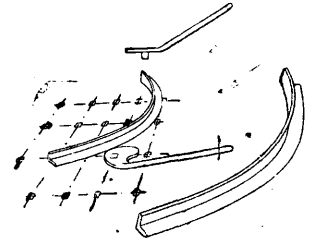
где σ —искомое напряжение, M_{max} —наибольший продольный изгибающий судно момент, a —отстояние самой крайней верхней или нижней основной продольной связи судна от нейтральной оси его и I —момент инерции сечения судна в месте, соответствующем наибольшему изгибающему моменту. Величину M_{max} часто выражают в зависимости от произведения водоизмещения судна на его длину, т. е. $\frac{D \cdot L}{k}$, где k берется по аналогии с предыдущими судами того же типа. Если же такой аналогии провести нельзя, то приходится делать довольно кропотливый расчет, применяя графич. метод строительной механики, по к-рому, зная кривую нагрузки бруса и проинтегрировав ее, получим кривую срезывающих усилий, а проинтегрировав последнюю, получим кривую изгибающих моментов (см. *Военные суда*). Кривая нагрузки, действующей по длине судна и происходящей от разности сил веса судна и давления воды, полагаая судно на спокойной воде, получается так: длину судна делят на несколько равных частей и при каждом сечении вычисляют вес (в m на единицу длины) как корпуса, так и всех местных грузов, приходящихся в данном промежутке между сечениями. Откладывая полученные величины как ординаты вверх от основной линии, равной длине судна, получим кривую веса судна. Затем на той же основной линии и в том же масштабе строим кривую пловучести (водоизмещения) судна. Разность ординат этих обеих кривых даст нам нагрузку судна, как показано пунктиром на фиг. 15 *Военные суда* (см.). По кривой изгибающих моментов найдем величину и место M_{max} . Так как на волнении изгибающий момент сильно возрастает, то производят также определение M_{max} при условии «постановки судна на волну», т. е. берут грузовую ватерлинию не

горизонтальной, а образованной волновой поверхностью с гребнем волны при середине длины судна; кривая водоизмещения будет другая.

Для определения момента инерции I миделевого (среднего) сечения корпуса судна делают допущение, что все продольные связи работают одинаково и вместо пустотелой трубы корпуса изгибается особого вида брус, называемый «эквивалентным брусом», по высоте сечения которого материал распределяется в том же количестве, в каком он распределен в поперечном сечении судна (продольные местные связи исключаются). Разбив сечение эквивалентного бруса на ряд прямоугольников, найдем



Фиг. 40.



Фиг. 41.

момент инерции I и положение нейтральной оси. Наконец расстояние a определится по чертежу, снимая отстояние верхней или нижней кромки эквивалентного бруса от нейтральной оси. После установления размеров частей корпуса и нанесения их на чертеж практич. мидель-шпангоута приступают к планировке внутреннего размещения судна на практич. чертежах; планировка не м. б. окончательно зафиксирована до производства расчета «продольной и вертикальной нагрузки» судна, дабы установить окончательный диферент и поперечную метацентрич. высоту его (см. *Остойчивость судов и Пловучесть*). Если результат удовлетворителен, то намеченное расположение сохраняется, иначе приходится переставлять переборки, грузы и пр. Когда все поперечные расчеты выполнены, то заканчивают составление практич. чертежей, составляют спецификацию и все необходимые теоретич. расчеты для завершения проекта. Практич. и теоретич. чертежи вычерчиваются обычно в масштабе $1/50$, а практич. мидель-шпангоут для удобства показания на нем размеров частей корпуса—в масштабе $1/25$.

По утверждении проекта судостроительная верфь может приступить к постройке судна. Первым делом в технич. бюро верфи разрабатывают детальные чертежи частей корпуса, судовых систем, устройств, механизмов и пр., необходимые для выдачи заказов, точной фиксации расположения данного устройства в соответствии с другими и для дальнейшей разработки рабочих чертежей. Рабочие чертежи являются производственными, они передаются в цехи з-да для изготовления по ним данной части корпуса, механизма или устройства судна; на них подробно показываются все соединения, разрезы с размерами и теоретич. подсчитанный вес. Детальные и рабочие чертежи изготавливаются по мере хода постройки по выработанному плану. Сначала идут те, к-рые необходимы для заказа стали для корпуса судна. Постройка судна ведется на верфи или *судостроительном заводе* (см.); первая строит обычно только самый корпус судна и затем устанавливает на нем котлы, машины и вспомогательные меха-

низмы, изготовленные на машиностроительных 3-дах, и производит окончательную отделку судна, тогда как судостроительный 3-д включает в себя котельный и механический цехи, в к-рых строятся если не все, то большая часть судовых машин.

Судостроительные работы по постройке корпуса судна распадутся на следующие отдельные циклы: 1) разбивка на плазе и изготовление шаблонов; 2) сборка отдельных частей корпуса и связанные с нею разметка, резка, подрубанье кромок, сверловка и пробивание заклепочных отверстий; 3) заклепывание; 4) чеканка, делающая водонепроницаемыми необходимые соединения; 5) котельные работы при калильных печах по выгибанию листов и угольников; 6) кузнечные работы по изготовлению обделочных угловых рамок для водонепроницаемых частей корпуса и 7) плотничные работы по всем деревянным частям, включая сюда изготовление лесов, стапель-блоков, сходней снаружи и внутри строящегося судна, спускового устройства и пр. Разбивка на плазе имеет целью получение в натуральную величину детально расчерченного корпуса, т. е. истинных обводов всех действительных шпангоутов, с нанесением проекций стрингеров, палуб и пр. Плаз представляет собою большой и светлый зал с гладким полом, покрытым черной масляной краской; на этом полу вычерчивается мелом теоретич. чертеж судна в истинную его величину. Прямые линии пробиваются меловой ниткой, а кривые вычерчиваются остро отточенным мелом по гибким деревянным рейкам, к-рые изгибаются по точкам, намеченным на плазе и снятым с теоретич. чертежа. Рейка удерживается гвоздями, забиваемыми в пол молотком. Вычертив т. о. все три проекции, согласовывают обводы, т. е. проверяют правильность и плавность их, а также точное совпадение всех точек пересечения на всех трех проекциях; затем, стирая на полушироте теоретич. шпангоуты, пробивают меловой ниткой все действительные шпангоуты судна на тех местах, где они должны быть; затем точки пересечения их с ватерлиниями переносят на корпус, где и прочерчивают обводы всех действительных шпангоутов. Чтобы сохранить их на все время постройки для снятия необходимых шаблонов, обводы эти прорезают острым шилом. Затем вычерчиваются стрингеры, верхние кромки шпангоутов и пр. С готовой разбивки снимают все ординаты и вписывают в особую плазовую книгу, по к-рой можно в случае каких-либо повреждений возобновить разбивку. Шаблоны для изготовления по ним частей корпуса делаются из сухих тонких досок; на фиг. 40 показаны шаблоны части шпангоутного флора и угольника. Необходимую кривизну получают по разбивке; шаблоны листов обшивки снимаются с места, шаблоны стрингеров — по расстоянным шапации шпации друг от друга деревянным козелком, верхние кромки к-рых дают сечение стрингера со шпангоутом. По готовым шаблонам в мастерской обрезают листы, гнут угольники и пр. Выгибание листов, угольников и т. п. производится на полу из чугуных плит с отверстиями, устраиваемыми перед калильными печами; эта горячая обработка производится или в судостроительной мастерской или в отдельном помещении вместе с кузницей, где готовятся обделочные угловые рамки для водонепроницаемых шпангоутов и других частей. Для того чтобы выгнуть полосу сортовой стали, ее укрепляют на чугунном

полу помощью зажимов и бабок, заколачивая их в отверстия пола, и затем, руководствуясь шаблоном, гнут молотами или особым рычагом (фиг. 41) с полукруглым концом и штырем, упирая последний в отверстия пола. Во время постройки судна должен вестись под наблюдением специального лица весовой журнал: каждый лист, полоса, часть корпуса или устройства перед постановкой на место взвешивается весовщиком, равно как и заклепки, болты, краска и пр. Весовой журнал разбивается на рубрики, куда соответственно и заносятся веса.

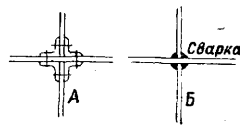
По установке на станине части набора проверяют правильность ее и затем шпангоуты временно до заклепывания удерживаются между собою р ы б и н а м и — деревянными продольными брусками, идущими по наружной поверхности шпангоутов и укрепляемыми к шпангоутам помощью сборочных болтов. Заклепывание (см. *Заклепочные соединения*) внутренних частей корпуса производится под обжимку, т. е. с двусторонней головкой, а наружная обшивка, настилка двойного дна и палубы клепаются впопай, т. е. с одной стороны ставится обычная полукруглая головка, а с другой — потайная, утопленная в раззенкованное отверстие в одном из листов. Хотя заклепки и плотно сжимают соединяемые части между собою, но для достижения полной водонепроницаемости в таких частях судна, как наружная обшивка, внутреннее дно, палубные настилки, главные переборки и другие части, приходится еще чеканить все соединения (см. *Заклепка*). В последнее время за границей и у нас вводится в С. эллектрич. сварка для замены клепки и чеканки в постройке корпусов судов.

А. Шаршов.

Главнейшими из преимуществ электросварки являются: 1) облегчение корпуса, т. е. экономия металла; 2) экономия в рабочей силе, нужной для постройки корпуса судна; 3) возможность быстрой подготовки основных кадров рабочих; 4) облегчение труда рабочих сварщиков по сравнению с трудом клепальщиков, работа которых является тяжелым физич. трудом (обычно приводит к потере слуха). В сварном судне экономии металла мы получаем за счет следующих факторов: при соединении листов сварной шов совершенно не требует накроа, листы могут свариваться встык, причем прочность такого шва при правильном выполнении сварных работ



Фиг. 42.



Фиг. 43.

м. б. доведена до 100% и выше от прочности целого места. Затем в конструкции судового корпуса широко применяются для подкрепления стенок корпуса фасонные профили в виде угольников, швеллеров и др. Прилегающая к листам полка этих профилей требуется исключительно для соединения с листами, она мало увеличивает собою прочность подкрепления. При сварке надобности в этой полке нет, т. к. профиль может привариваться непосредственно своей стеной без помощи полки (фиг. 42). В судовом корпусе часто встречаются соединения пересекающихся листов, к-рые в клепаной конструкции выполняются посредством угольников (фиг. 43, А). При сварке эти угольники являются лишними (фиг. 43, Б), т. к. приварка одной связи к другой производится непосред-

венно. Наконец в клепаном судне обшивка корпуса и палубы, составляющих основную прочность корпуса судна, значительно ослабляется заклепочными дырами. Этого ослабления нет у сварной конструкции, в виду чего, задавшись целью получить равнопрочную конструкцию, мы можем толщину обшивки и палубы, а также и других связей судового корпуса соответственно уменьшить и получить облегчение веса корпуса. Отсутствие заклепочных головок, составляющих в общем до $2\frac{1}{3}\%$ веса корпуса, тоже является одной из статей облегчения сварного корпуса. Общая экономия в весе корпуса при переходе на сварку по данным практики сильно варьирует и зависит от правильного применения сварных конструкций, с одной стороны, а также типа судна, — с другой. Случай сварных судов, о к-рых имеются указания в иностранной литературе, дают цифры экономии в весе от 17 до 30%, при этом ни в одном случае, где описаны такие суда, нет указания о перерасчете сварного корпуса на равнопрочность с клепаным. Практика советского судостроения показывает, что при сварном корпусе буксира, у к-рого обшивка и палубный стрингер даны тех же толщин, что и у клепаных, т. е. без перехода на равнопрочность, экономия в весе металла достигает до 25%. При хорошо продуманной конструкции и соответствующем сортаменте профилей, применяя электросварку, можно достигнуть экономии в весе корпуса до 35% без ущерба для его прочности.

Экономия рабочей силы при электросварном С. получается отчасти от того, что обработка металла под сварку требует меньше операций, чем это нужно для клепаного судна. Лишними становятся наметка дыр, колка их и сверление, зенковка, чеканка, обработка всякого рода соединительных и обделочных угольников. Кроме того электросварка, заменяющая клепку, менее трудоемка, т. е. на один *n. м* шва при сварке требуется меньше рабочей силы, чем при клепке. Размер экономии рабочей силы так же, как и экономия веса, не имеет пока определенных цифровых значений, полученных из практики. Этого рода экономия тоже зависит от размера и типа судна и колеблется от 25 до 50%. Обученные электросварке молодых рабочих в возрасте 18—24 лет производится в срок 3—4 месяца. Конечно для выполнения особо сложных сварочных работ, для получения высокой производительности требуются сварщики со значительно большим стажем, но для производства основной группы судостроительных работ можно обойтись сварщиками с небольшим стажем. Большим преимуществом сварочных работ является их физич. легкость, в виду чего работы эти вполне доступны для женщин. Электросварка может считаться вполне механизированным трудовым процессом, при котором труд человека сведен к минимуму. Но электросварка заменяет не только клепку: чугунное и стальное литье, а также ковка с большой эффективностью заменяются изделиями из листовой и фасонной стали, сваренными при помощи электричества. В результате применения электросварки вместо литья получается облегчение и удешевление конструкции. Особенно значительным получается выигрыш в весе для чугунного литья, достигающий 40—50%. Процесс вытеснения литья и поковок, применяемых в С., сварными конструкциями идет даже быстрее, чем вытеснение клепки. В настоящее время даже небольшие верфи речного С. широко применяют электро-

сварку для изготовления фор- и ахтерштевней, рулей, кнехтов и других судовых деталей. Одним из слабых мест электросварки является отсутствие надежных методов проверки качества шва без его разрушения. Качество шва в значительной степени зависит от индивидуальных особенностей и квалификации сварщика, качества электродов, рода сварочного тока, системы сварочного аппарата и т. д. Поэтому при производстве электросварочных работ требуется организация тщательного контроля за сварщиками, которых систематически проверяют на пробных образцах, а также проверка качества электродов. Постоянный ток дает более плотный шов, что для С. особенно важно, т. к. здесь большинство швов д. б. водонепроницаемо. Хотя переменный ток в настоящее время при добавлении к обычному сварочному трансформатору особого прибора — осциллятора, повышающего частоту тока, значительно повышает качество шва, но пока этот новый способ не вышел из стадии лабораторных опытов, основным родом тока, применяемого в С., является постоянный ток, и лишь для неотвратимых работ используется переменный. Электроды применяются в С. почти исключительно марки II по общесоюзному стандарту (ОСТ), самый ходовой диаметр электрода 4 мм; таких электродов идет до 75% общего количества, расходуемого на электросварные работы по С. Общий расход электродов по отношению к весу свариваемого металла судокорпуса составляет от $1\frac{1}{2}$ до 4% и зависит от квалификации сварщиков и от организации учета расходований электродов. Применение электросварки в судостроении вносит целый ряд глубоких изменений в технологический процесс: меняется метод сборки корпуса, метод испытания, меняется тип оборудования верфи. Во второй пятилетке в речном судостроении предполагается полная ликвидация заклепок и переход на полную электросварку, в морском судостроении процесс этот идет несколько медленнее.

Лит.: Боклевский К. П., К вопросу о необходимости широкого введения электросварки при постройке и ремонте судов в России, Доклад в техническом совете регистра СССР в 1926; Воскресенский И. Н., О применении электрической сварки в судостроении, «Морской сборник», Л., 1929; Вологда В. П., Постройка первого электросварного катера на Дальзаводе в г. Владивостоке, «Труды III Всесоюзного автотенного съезда», Л., 1931, вып. 8; Стрелов Э., Экономичность сварки в области судостроения, там же, вып. 8, Л., 1931; Регистр СССР, Правила по применению электросварки в судостроении, М., 1930; Германский Ллойд, Электрическая сварка. Дополнение к правилам классификации и постройки стальных морских судов и судов внутреннего плавания, пер. с нем., М., 1931; Холлоу Б. З., Сварка в судостроении, Л., 1931; Owens J., «Transactions of the Society of Naval Architects», L., 1929.

Д. Мушенко.

По мере готовности отделений и отсеков корпуса производится испытание водонепроницаемости их наливом воды под известным напором, причем всякое просачивание воды отмечается и исправляется подчеканкой. Для создания напора наполняют отсек водою под крышку, а затем от нее выводят вверх железную трубу диам. ок. 75 мм и продолжают налив в ней до требуемой высоты. Для торговых судов высота напора устанавливается правилами классификационных обществ, для судов же военного флота требования строже; там испытываются наливом воды все отделения между водонепроницаемыми переборками, находящиеся под нижней палубой, кроме машинного. Высота напора такова: в районе средней трети длины судна — до высоты половины расстояния между грузовой ватерлинией и верхней палубой, в

смежных $\frac{1}{6}$ длины—до $\frac{3}{4}$ высоты надводного борта и в оконечностях—до верхней палубы.

Сталь под влиянием влажности воздуха, морской воды и окиси углерода, выделяемой углем, подвергается ржавчине. Средством предохранения стали от ржавчины является покрытие ее красками—свинцовыми или железными суриком, свинцовыми и цинковыми белилами, разведенными на олифе. Кроме того подводная часть корпуса судна по прошествии некоторого времени плавания, особенно в южных морях, подвергается обрастанию водорослями и раковинами, сильно увеличивающими сопротивление судна движению; для воспрепятствования этому ее покрывают поверх сурика еще специальной композицией, т. е. краской, смешанной с каким-либо ядовитым веществом.

Лит.: Дормидонтов Н., Речное судостроение, Л., 1930; Поздюнин В., Основы проектирования морских коммерч. судов, ч. 1—2, Л., 1926; Регистр Союза ССР, Правила классификации и постройки морских стальных судов, Л., 1930; Шершов А., Практика кораблестроения, Устройство, проектирование, постройка и ремонт современных военных и коммерч. судов, ч. 1—2, СПб., 1912; е го же, Устройство и теория корабля, Л., 1930; Яковлев С., Разбивка судов на плазе и изготовление шаблонов, М.—Л., 1931; Нолмса А., Practical Shipbuilding, v. 1—2, 3 ed., L., 1926; Новаард В., Structural Design of Warships, L., 1915; Новаард В., General Design of Warships, L., 1920; Foerster E., Praktischer Stahlschiffbau, B., 1930; John W. Foerster, Hilfsbuch für den Schiffbau, 5 Aufl., B. 1—2, B., 1928; Lloyd's Register of Shipping, Rules a. Regulations for the Construction a. Classification of Steel Vessels, L., 1928—29; Watson T., Steel Ships, Their Construction a. Maintenance, 7 ed., L., 1920; Watson T., Naval Architecture, L., 1927.

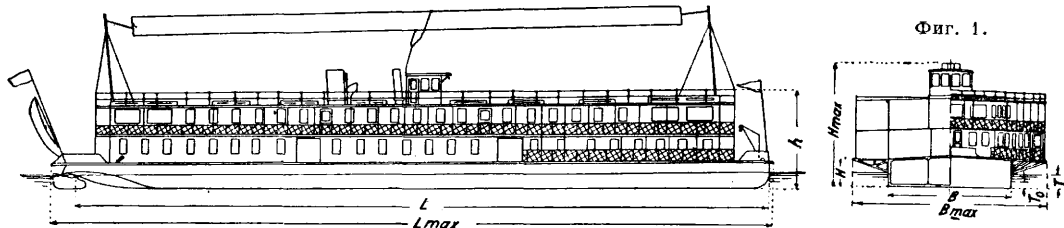
СУДОСТРОЕНИЕ РЕЧНОЕ обнимает собой постройку деревянных, металлич. и железобетонных судов речного флота.

Особенности водного потока накладывают резкий отпечаток на размеры и форму судов, в силу чего почти каждая река выработала тип судна, наиболее удобный для величины, формы и режима водного пути. Таким путем появились суда, в самом названии которых заключается имя реки: ушжаки, мокшаны, тихвинки, гусяны,

(смешанных) суда стремятся сочетать достоинства деревянных судов с преимуществами стальных. Преимущества и недостатки железобетонных речных судов см. ниже.

По д в и г а т е л я м суда разделяются на: а) не имеющие самостоятельного механического двигателя—сплавные, буксирные, стоящие неподвижно (дебаркадеры, браунвахты); к ним относят суда парусные и суда гребные (см.) (см. Шлюпки судовые, Спортивные суда); б) с механизмами—пароходы (с паровой машиной), теплоходы (с двигателями Дизеля), моторные суда (с двигателями внутреннего сгорания другого типа). По д в и ж и т е л я м: винтовые (обычные туннельные, полутуннельные винты), колесные (бортовые и заднеколесные), гусеничные (перематывающие через зубчатки неподвижную цепь, проложенную по дну реки или канала), с воздушным винтом (глиссер), а также весельные и парусные. По роду топлива: нефтяные, угольные, дровяные, керосиновые и бензиновые. По р а й о н у п л а в а н и я: транзитные, местные (рейс не более 24 ч.), пригородные (рейс не более 4 ч.). Регистр СССР разделяет: разряд «М»—суда рейдовые и озерные; разряд «Р»—суда речные; разряд «Л»—речные облегченные. По н а з н а ч е н и ю: самоходные: пассажирские, товаро-пассажирские, грузовые, буксирные, буксиро-пассажирские, служебные, разъездные, технические (землечерпательницы, карчеподъемницы, киллекторы и т. п.); не самоходные: одно-рейсовые, сплавные, буксируемые, стоящие неподвижно. По роду г р у з а: сухогрузные и нефтеналивные.

Размеры судов: крутизна изгибов реки ставит пределы длине судов, ширина ходовой полосы реки влияет на ширину судов, включая колеса. Наиболее существенное влияние оказывает на осадку судна глубина реки, т. е. при налаженном землечерпании нормированная транзитная глубина межених вод. В наст. время нор-



Фиг. 1.

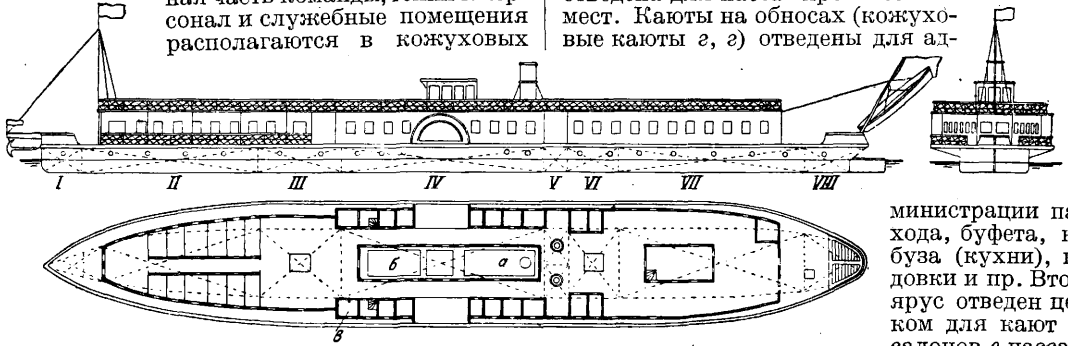
маринки, фонтанки, клязьминки и пр. Классификация речных судов м. б. произведена по различным признакам. По материалу корпуса суда делаются на деревянные, стальные, композитные (смешанные), железобетонные. Деревянные отличаются дешевизной материала, дешевизной и быстротой постройки, не требуют заводского оборудования и горячих цехов при постройке и ремонте. Стальные суда обладают большей долговечностью (приблизительно вдвое долговечнее деревянных), пожарной безопасностью, большей прочностью, а при равной прочности—относительной легкостью веса корпуса (легче деревянных на 15—18%), большей грузоподъемностью при равных размерах (на 5—8%). Они легче на ходу в 1,2—1,5 раза, т. к. получают при постройке более правильные образования, имеют меньшую водотечность, но нуждаются в периодич. окрашивании. Непотопляемость их достигается соответствующим расположением поперечных переборок. В композитных

мированная глубина рек в зависимости от плеса следующая: Волга—1,35 м (верхний плес), 1,80 м (средний), 2,15 м (нижний плес); Кама—1,35 и 1,90 м; Вятка—0,70 м; Ока—0,90 м; Москва—0,90 м; Мариинская система—1,60 м; Молога—1,25 м; Сев. Двина—0,80 м; Днепр—0,80; 1,10; 1,35; 1,80 м; Дон—0,80; 0,98; 1,25 м; Обь—1,07 и 1,25 м; Иртыш—0,89; 1,05; 1,60 м; Енисей—1,60 м.

Размеры судов будем обозначать сл. обр. (фиг. 1 и 2): L —длина корпуса судна по грузовой ватерлинии, L_{max} —наибольшая длина, B —ширина корпуса судна, B_{max} —наибольшая ширина, h —высота борта корпуса, H_{max} —полная высота судна с надстройками, T_0 —осадка (углубление) порожнем, T —осадка в грузу, G —грузоподъемность. Сравнительную величину судна будем определять произведением LBT .

Главнейшие типы стальных судов: 1. Ч и с т о п а с с а ж и р с к и е п а р о т е л о х о д ы применяются только для пригородного сообщения.

Все крупные транзитные суда одновременно перевозят груз. На фиг. 2 изображен пассажирский пароход: на верхней палубе расположены мягкие каюты, помещения жестких мест отнесены в трюм. По середине судна расположены: котельное *а* и машинное *б* отделения. Весь корпус разделен водонепроницаемыми переборками на 8 отсеков (*I—VIII*); крайние носовой *I* (форпик) и кормовой *VIII* (ахтерпик) отсеки служат для размещения части команды, остальная часть команды, технич. персонал и служебные помещения располагаются в кожуховых



Фиг. 2.

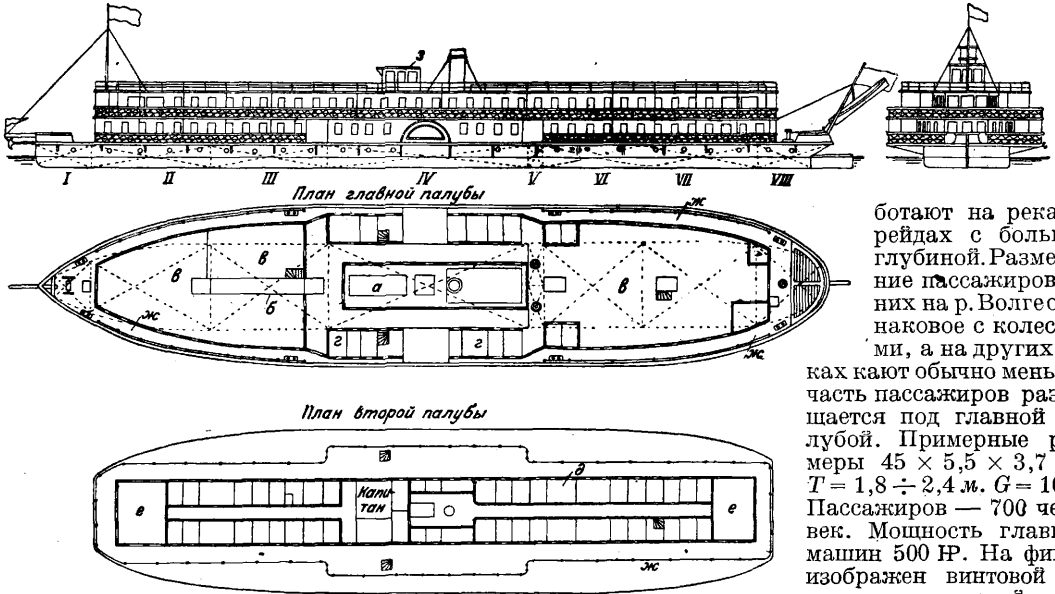
каютах *в*, лежащих по обе стороны кожухов гребных колес. Вся верхняя палуба за исключением командного мостика и штурвальной рубки отведена под прогулочную тентовую палубу.

2. Товаро-пассажирские паро-теплоходы выработались на Волге в конструкцию, которая по удобствам, предоставляемым пассажирам, оказалась лучшей в мире. Их размеры от $42 \times 4,6 \times 1,8$ м, $T = 0,7$ м, $G = 50$ т

тельное отделение *IV*, нефтяные цистерны *VI*, грузовые трюмы *II, III, VII*, а на носу и корме каюты для команды *I, VIII*. Деревянные надстройки имеют значительное развитие, их делают двухъярусными, а путем обносов на кронштейнах они перекрывают корпус на ширину колес. На первой главной палубе размещаются по середине световые люки *а* машинного отделения, грузовые люки *б*, трюмы и помещения для палубных грузов и пассажиров *в*. Носовая часть отведена для пассажиров жестких мест. Каюты на обносах (кожуховые каюты *г, г*) отведены для ад-

министрации парохода, буфета, камбуза (кухни), кладовки и пр. Второй ярус отведен целиком для кают *д* и салонов *е* пассажиров мягких мест.

Кругом по всему судну идет балкон *жс* для прогулок. Над вторым ярусом на легкой верхней палубе устанавливается капитанский мостик и штурвальная рубка *з*. Для Волги планируется постройка трехъярусных грузо-пассажирских пароходов. Для меньших рек с извилистым течением, а также для рек с низкими мостами применяются одноярусные паро-теплоходы. Винтовые пассажирские паро-теплоходы ра-



Фиг. 3.

до $95 \times 10 \times 3,2$ м, $T = 2,0$ м. Водоизмещение до 1400 т, G до 650 т, обычно: $64 \times 5,3 \times 2,1$ м и $T = 1,0$ м, $G = 130$ т, скорость $16—21$ км/ч, мощность главных механизмов $100—1500$ л.с. (обычно 600 л.с.). Пассажиров $100, 500$ и даже 1000 чел. На фиг. 3 изображен товаро-пассажирский волжский пароход. Корпус, разделенный 7 водонепроницаемыми переборками на 8 отсеков (*I—VIII*), включает машинно-ко-

ботаю на реках и рейдах с большей глубиной. Размещение пассажиров на них на р. Волге одинаковое с колесными, а на других реках кают обычно меньше, часть пассажиров размещается под главной палубой. Примерные размеры $45 \times 5,5 \times 3,7$ м, $T = 1,8 \div 2,4$ м, $G = 10$ т. Пассажиров — 700 человек. Мощность главных машин 500 л.с. На фиг. 4 изображен винтовой товаро-пассажирский пароход озерного типа, пред-

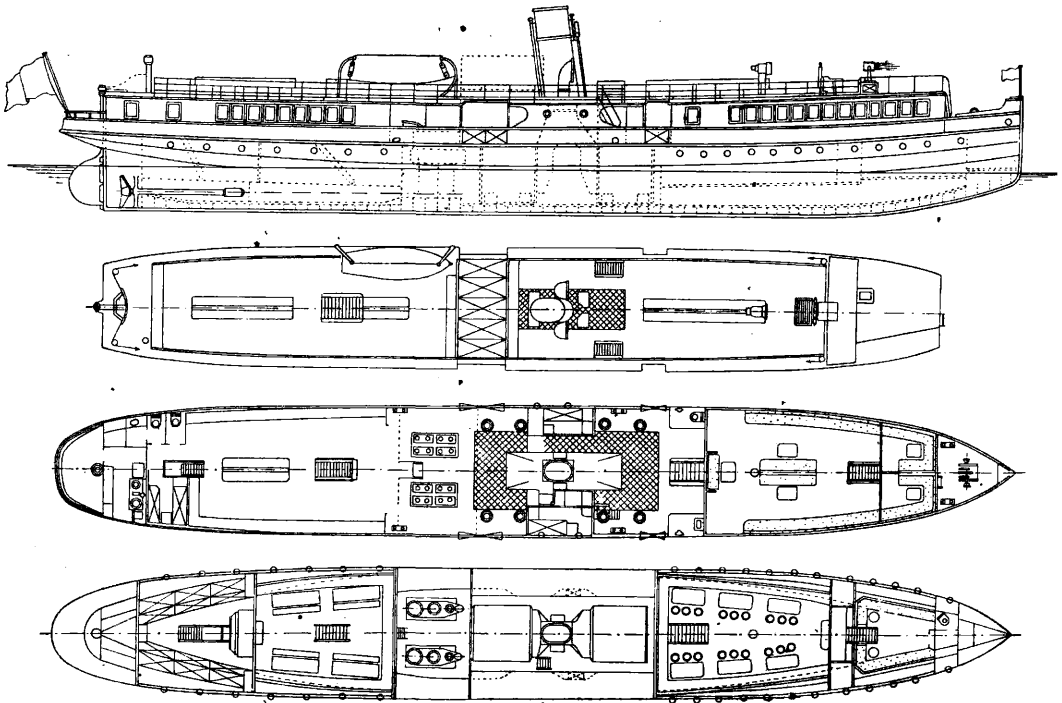
ставляющий переход к морским судам.

3. Грузовые паро-теплоходы отличаются от грузо-пассажирских отсутствием второго яруса, меньшей шириной обносов и меньшей скоростью. Груз хранится в трюме и на главной палубе; по размерам грузовые паро-теплоходы являются наибольшими из речных судов, их водоизмещение достигает 1650 т. Нефтеналивные теплоходы являются самоход-

ными наливными стальными баржами, которые строятся с большим числом отсеков.

4. Буксирные колесные паро-теплоходы предназначены исключительно для буксирования несамходных судов; они имеют одну палубу. Их размеры от $21 \times 4,3 \times$

ху руль и обшитый мягким краем (набитым песком длинным мешком из веревочного мата, уложенным по борту). Винтовые буксирные паро-теплоходы обносом не имеют; на палубе их обычно не ставят надстроек, кроме штурвальной рубки, котельного кожуха машинного



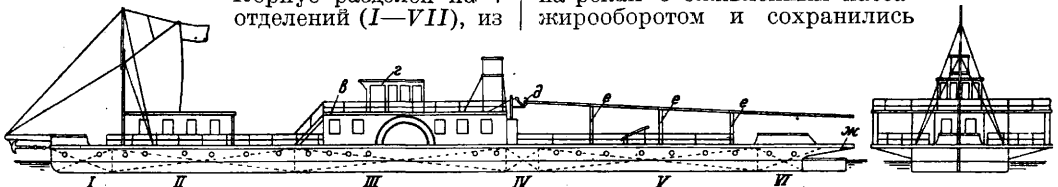
Фиг. 4.

$\times 1,8$ м, $T = 0,6$ м до $64 \times 8,5 \times 3,2$ м, $T = 1,1$ м. Скорость порожнем до 22 км/ч, скорость с возом $3-5$ км/ч. Мощность $80-2000$ л.с. Максимальный буксируемый груз в зависимости от мощности достигает 16000 т. Буксирный колесный пароход изображен на фиг. 5.

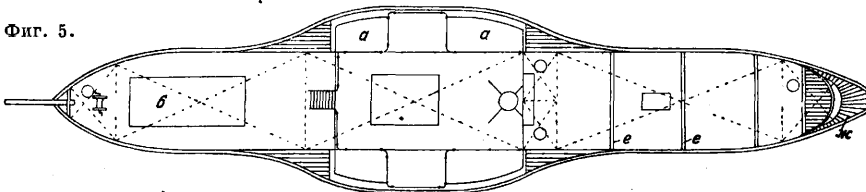
Корпус разделен на 7 отделений (I—VII), из

светлого люка и буксирного гака. Дымовая труба часто делается для прохода под мостами валяющаяся. Примерные размеры $21 \times 4,3 \times 2,0$ м, $T = 1,6$ м. Мощность $120-160$ л.с.

5. Буксиро-пассажирские паро-теплоходы (фиг. 6) перестали работать на реках с оживленным пассажирооборотом и сохранились



Фиг. 5.



к-рых машинно-котельное отделение III, цистерны для топлива IV, каюты для команды II и V. На главной палубе, на обносах—каюты а для администрации, камбуз; иногда на носу устраивается также каюта б. Выше ярусом капитанский мостик и штурвальная рубка г. Задымовой трубой—буксирный гак д и буксирные арки е, предохраняющие корму от буксира. Кормовой подзор имеет кринолиню, перекрывающий свер-

весьма разнообразных размеров: от маленьких катеров с бензиновым мотором до небольших паро-теплоходов, предназначенных для развозов высшего административного и технического персонала.

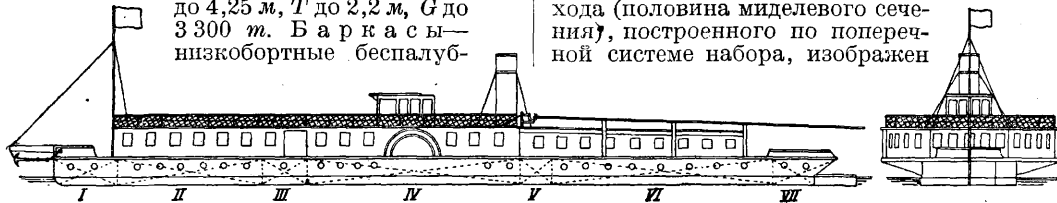
7. К техническим судам относятся суда, обслуживающие землечерпательные работы: землечерпательницы, землесосы, рефулеры, грязнухи-шаланды для отвоза грунта, краны-

лишь на реках с меньшим грузовым и пассажирским движением.

6. Служебные и разъездные паро-теплоходы бываю

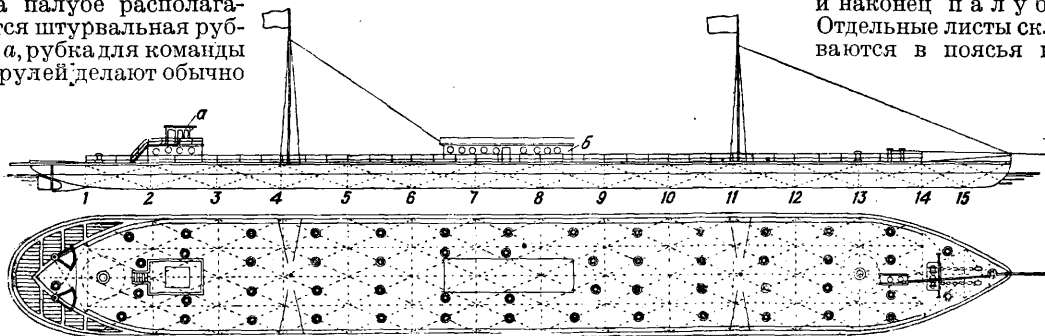
карчеподъемницы, спасательные (насосные) пароходы, пожарные суда и пр.

8. Стальной несамоходный флот. Сухогрузные стальные баржи строятся обычно размерами $7 \times 10 \times 2,5$ м, $T = 2$ м, $G = 1\,300$ т; наибольшие размеры $95 \times 15 \times 2,1$ до $4,25$ м, T до $2,2$ м, G до $3\,300$ т. Баркасы — низкобортные беспалуб-



Фиг. 6.

ные баржи с лыжеобразным носом. Вместо стальной палубы протянут тент. Размеры до $75 \times 15 \times 2,1$ м, T до $1,5$ м, G до $1\,140$ т. Нефтеналивные стальные баржи имеют лыжеобразную или ложкообразную форму носа (фиг. 7). Они разделяются продольными и поперечными непроницаемыми переборками на большое количество отдельных отсеков, снабженных каждое своим наливным отверстием. На палубе располагаются штурвальная рубка *a*, рубка для команды *б*; рулей делают обычно



Фиг. 7.

несколько (до 4). Размеры $160 \times 23 \times 4,0$ м, $T = 3,4$ м, $G = 10\,000$ т.

Типы деревянных судов — см. *Деревянное судостроение*.

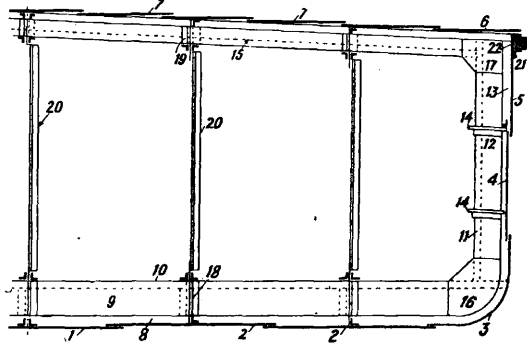
Прочность судов д. б. достаточна для противостояния силам весов корпуса, механизмов, топлива, грузов и силе давления воды, а также изгибающим моментам, вызываемым этими силами (см. *Строительная механика корабля*). Для речных судов продольные изгибающие моменты обуславливаются неравенством по отдельным участкам длины сил веса и сил поддержания; в отличие от морских и рейдовых судов волнение для речных судов не вызывает увеличения изгибающих моментов. Современные судовые конструкции судов служат целям: 1) создать водонепроницаемую оболочку бортов и днища достаточной прочности, 2) создать достаточно жесткий опорный контур для бортов, днища и палуб, 3) создать достаточные связи для продольной, поперечной и местной прочности судна. Для первой цели служит обшивка днища, бортов, палуб и переборки. Для второй цели служит так наз. *а б о р*, состоящий в поперечном направлении из шпангоутов, бимсов, поперечных переборок и в продольном направлении из кильсонов, полок (стрингеров), карленгсов. Продольную прочность судну создают все продольные связи набора (кильсоны, полки, стрингеры), а также днище, борта и палубы. Поперечную прочность обеспечивают

бимсы, шпангоуты и флоры набора, палубы, днище, а также поперечные переборки. Для создания местной прочности служат пиллерсы (стойки), фундаменты и местные подкрепления.

Конструкции речных судов. Стальные речные суда. Типовой корпус парохода (половина миделевого сечения), построенного по поперечной системе набора, изображен

на фиг. 8. Обшивка днища, бортов и палубы состоит из стальных листов толщиной $2,5$ — 7 мм, расположенных продольными полосами — пояссьями. Различают: килевой пояс *1*, днищевые поясья *2*, скуловой пояс *3*, бортовые поясья *4*, верхний из которых называется *ширстрек* *5*, палубный *стрингер* *6*, представляющий собой идущий вдоль борта крайний лист палубной настилки, и наконец палубу *7*. Отдельные листы склепываются в поясья встык

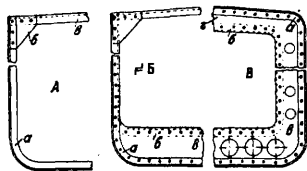
на внутренних планках, отдельные поясья соединяются между собой внахлестку. Основными связями, обеспечивающими поперечную прочность судна, являются шпангоуты, представляющие собой ребра, расположенные по обшивке судна от борта и до борта, и поддерживающие палубу балки — *бимсы* (фиг. 8,



Фиг. 8.

15). По конструкции различают *холостые*, *флорные* (наборные) и *рамные* шпангоуты. *Холостые* шпангоуты (фиг. 9, А) являются наиболее легким типом и состоят из одного угольника *a*, выгнутого по форме корпуса, склепанного с обшивкой и соединяющегося наверху *косынкой*, или *кницей*, *б*

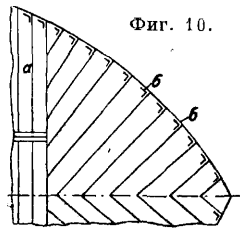
с холостым бимсом *в*. Флорный (наборный) шпангоут (фиг. 9, Б) состоит уже из двух угольников: прямого *а* и обратного *б*, усиленных в части днища вертикальным листом—флором *в*. Обычно флорные шпангоуты чередуются с холостыми кроме машинно-котельных отделений, где все шпангоуты снабжаются флорами. Для прохода трюмной воды к насосам



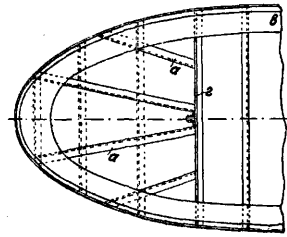
Фиг. 9.

прямой угольник снабжают выгибом, обычно в месте стыка, образуя так наз. глубину. В местах, где действуют наибольшие усилия (напр. в машинно-котельных помещениях), ставят усиленные рамные шпангоуты (рамки), состоящие из прямого *а* (фиг. 9, В) и обратного *б* угольников (фиг. 8, 8, 10, 11, 13), между к-рыми поставлена рамка *в* из листового железа, составляющая одно целое с бимсом *г* и вырезанная по обводам судна (фиг. 9, В) или склепанная из отдельных флоров: днищевое *9* (фиг. 8), бортового *12* и бимсового *15*, соединенных кницами:

скуловой *16* и бимсовой *17*. В носовой оконечности судна вертикальные полки шпангоутных уголков отгибают (малкую т. о., чтобы они лежали в плоскости шпангоута *а* (фиг. 10) или же в особотух носовых оконечностях, а также в корме шпангоуты поворачивают так, чтобы их плоскость располагалась по возможности нормально к поверхности наружной обшивки; такие шпангоуты называются поворотными (фиг. 10, б и фиг. 11, а). В корме поворотные шпангоуты *а*, образующие основу кормового подзора *б*, крепятся верхней частью к палубному стрингеру *в*, а нижней к транцевой переборке *г*, соединенной с верхней частью



Фиг. 10.

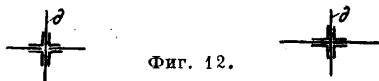
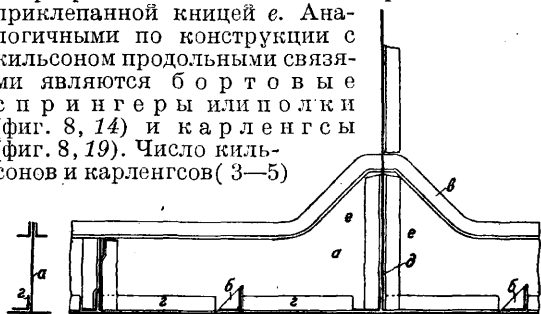


Фиг. 11.

актерштевня. Расстояние между шпангоутами (шпация) на речных судах обычно составляет 450—610 мм.

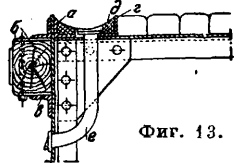
Главными продольными связями корпуса являются кильсоны *18* (фиг. 8), бортовые стрингеры *14*, карленгсы *19*, палубный стрингер *б* и наружная обшивка судна. Кильсоны *18* представляют собой поставленные вертикально листы *а* (фиг. 12), снабженные вырезами для пропуска холостых шпангоутов *б*, окаймленные сверху двумя непрерывными уголками *в* и приклепанные к обшивке днища короткими междушпангоутными угольниками *г*. В местах пересечения с флорными и рамными шпангоутами разрезают листы кильсона (и итеркостельный кильсон, фиг. 12) или же

разрезают листы флоров (неразрезной кильсон); с флорами он соединяется двумя или четырьмя уголками. В местах пересечения с водонепроницаемой переборкой *д* кильсон обязательно разрезается и снабжается вырезанной или приклепанной кницей *е*. Аналогичными по конструкции с кильсоном продольными связями являются бортовые стрингеры или полки (фиг. 8, 14) и карленгсы (фиг. 8, 19). Число кильсонов и карленгсов (3—5)

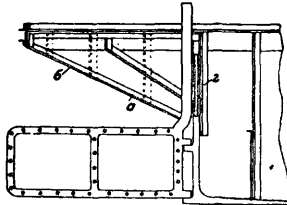


Фиг. 12.

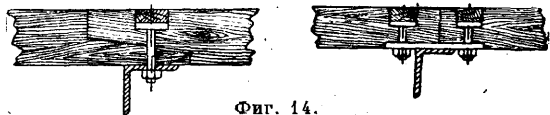
и полки (1—3) зависит от размеров судна. Один кильсон и одна полка пропускаются по всей длине судна, остальные в зависимости от размеров устраиваются на большей или меньшей части длины судна. Для подкрепления бимсов ставят вертикальные стойки, или пиллерсы (фиг. 8, 20), из стальных труб или уголков, крепящиеся снизу к соответственным кильсонам. Поясья верхней палубы идут параллельно диаметральной плоскости судна за исключением палубного стрингера (фиг. 8, б), к-рый идет параллельно борту судна; по краю он обделывается одним или двумя обводными уголками *а* (фиг. 13). Для смягчения ударов по борту судна устанавливают деревянный брус—привальный брус (фиг. 8, 22 и фиг. 13, б), поддерживаемый снизу оборотным уголком *в* (фиг. 8, 21). Для стока воды на палубе по борту между основным *а* и добавочным *г* обводными угольниками устраивают цементированный жолоб *д*; вода из него спускается за борт по трубам—шигатам *е*. Деревянная палубная настилка крепится к бимсам или к стальной палубной настилке утопленными и закрытыми деревянными



Фиг. 13.



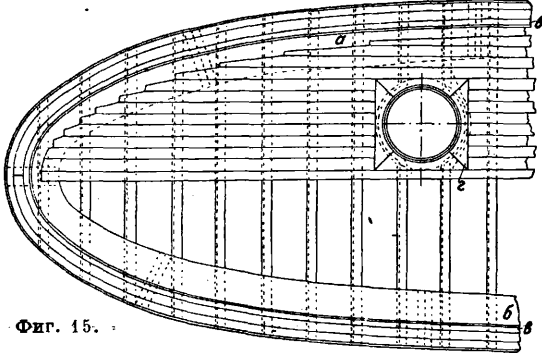
пробками-болтами (фиг. 14), по борту и около всех вырезов в палубе планки притыкаются к деревянному брусу—ватервейсу *а* (фиг. 15), лежащему на стрингере *б* и иду-



Фиг. 14.

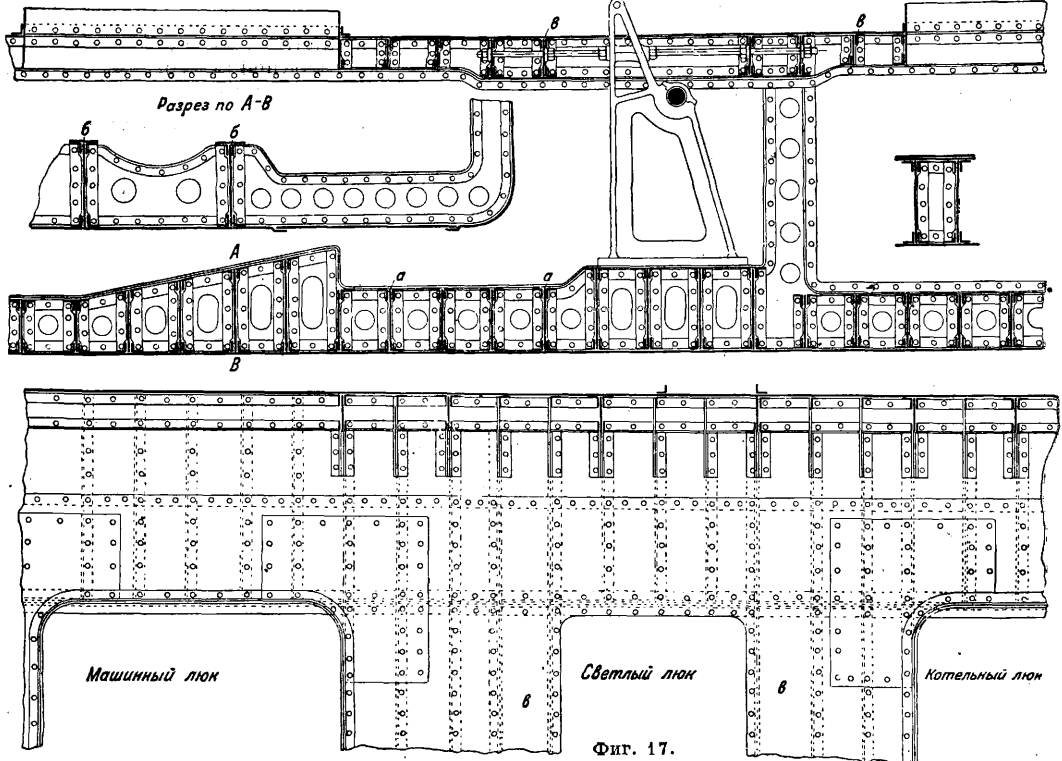
щему вдоль добавочного обводного угольника *в*; вдоль люков устанавливают люковые ватервейсы *г*. Отверстия в палубе—люки—обделывают по краям листом—комингсом, или залючиной, *а* (фиг. 16), к-рый в поперечном

направлении опирается на усиленный флорный бимс *в*, а в продольном—на карленгс *б*. Крышка грузового люка состоит из отдельных досок *г*, опирающихся посредине на продольный съем-



Фиг. 15.

ный бимс *д*, подпертый в свою очередь съемными поперечными бимсами *е*. Особенно усиливается набор судна в области машинных и котельных отделений (фиг. 17). Машинным фундаментом служат соответственным образом измененные шпангоуты *а* и кильсоны *б*. Бимсы, в особенности по краям машинного люка, в кром располагается коренной вал, делаются также особо прочного профиля; они называют-

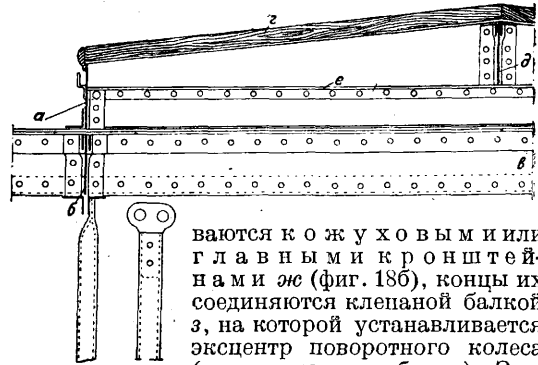


Фиг. 17.

ся главными машинными балками *в* и на них опирается верхняя часть рамы судовой машины и подпятник гребных колес. Котельные фундаменты *а* (фиг. 18а) образованы вырезанными по профилю кста рамными шпангоутами. Палуба речных судов обычно делается шире их корпуса; эти выступающие части *б* (обносы) располагаются на особых кронштейнах, крепящихся к рамным шпангоутам *в*; по концам шпангоутов идет вертикальная стальная поло-

са—отводная или обводная полоса *г*, усиленная двумя обводными уголками, между к-рыми укрепляется обносный или привальный брус *е*.

Особо прочные кронштейны делают по обеим сторонам кожуха гребного колеса—они назы-



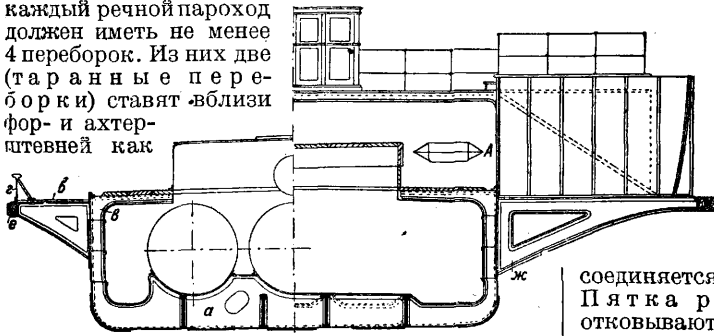
Фиг. 16.

ваются кожуховыми или главными кронштейнами *ж* (фиг. 18б), концы их соединяются клепаной балкой *з*, на которой устанавливается эксцентрик поворотного колеса (эксцентриковая балка). Задняя стенка кожуха крепится на рамных стойках *и* и подкрепляется уголками *л*; стойки и уголки присоединяются к палубе кницами *н*. Для подкрепления концов главных кронштейнов от верхнего узла рамной стойки ведут укосы *м*, образующие вместе

с кронштейнами и бимсом машинного отделения шпренгельную ферму *А* (фиг. 18а), обуславливающую повышенную поперечную прочность судна в этом ответственном месте.

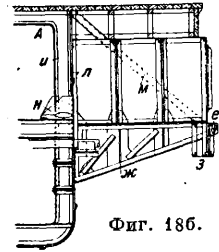
Поперечные переборки кроме пелей прочности корпуса служат также для непотопляемости судна в случае пробойны, для чего должны обладать водонепроницаемостью и прочностью, достаточной для противодействия напору воды со стороны залитого отсека. Расстоя-

ние между переборками нормировано и рассчитывается так, чтобы при пробое любого отсека, ограниченного переборками, судно осталось на плаву. По правилам Регистра СССР каждый речной пароход должен иметь не менее 4 переборки. Из них две (таранная переборка) ставят «вблизи фор- и ахтерштевней как



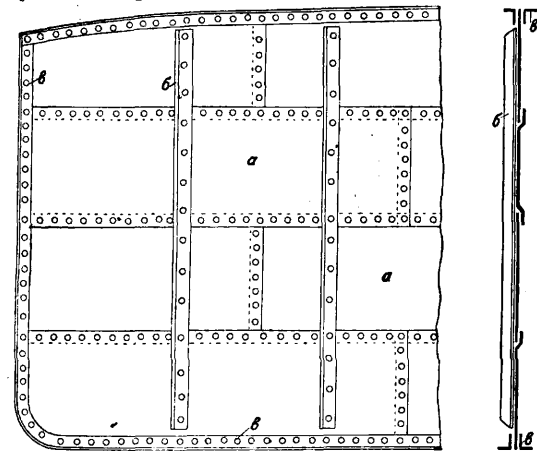
Фиг. 18а.

мест, наиболее часто подверженных авариям; передний и задний отсеки называются фор- и ахтерпиком. Остальные две переборки размещают, где это удобнее по эксплуатационным соображениям. Суда с нефтяным отоплением имеют еще одну переборку, отделяющую цистерну для горючего. При длине товаро-пассажирских пароходов $45 \div 61$ м требуется еще шестая переборка, а при длине выше 61 м — еще одна седьмая переборка. Наибольшее расстояние между переборками на самоходах не должно превышать 12,2 м, на несамоходах — не более 15 м. В беспалубных судах обязательна одна таранная носовая переборка. Конструктивно переборка состоит из листов *а* (фиг. 19) толщиной 2,5—5 мм, образующих горизонтальные поясья и подкреп-



Фиг. 18б.

ляющих стойками *б* из угловой стали, идущими на расстоянии $1-1\frac{1}{2}$ м. К бортам, палубе и днищу переборка крепится водонепроницаемым обделочным угольником *в*. В наливных судах для предотвращения переливания нефти с борта на борт устраивают продольные переборки.



Фиг. 19.

Штевень и замыкают обшивку и крепятся к килю. Форштевень (фиг. 20) отковывается

в виде полосы, к к-рой приваривается ложкообразное корыто *а* для крепления последнего корытного листа (фиг. 20а) килевого пояса днищевой обшивки. У судов с ложкообразным

носом иногда форштевня не ставят совсем и его заменяет средний кильсон *а* (фиг. 21), соответственным образом изогнутый и соединяющийся в носу со средним карленгсом *б*, образуя рамку, к к-рой крепится наружная обшивка. Ахтерштевень (фиг. 22) обычно делают прямым *а*, как и форштевень. К верхней ветви его крепятся уголки *б*, к-рыми он

соединяется к транцевой переборке (фиг. 11, з). Пятка руля *в* и рулевые петли *з* отковываются обычно заодно со штевнем, реже крепятся к нему на болтах.

Палубные надстройки делают деревянные, легкой наборной (фахверковой) конструкции. Вид сбоку и поперечный разрез надстроек речного товаро-пассажирского парохода дан на фиг. 23а и 23б. Конструкция

состоит из стоек *а*, связанных поверху и понизу верхним и нижним обвязочными брусьями *б* и *в* и подкрепленных в глухих панелях *в* ра-с-к-о-с-а-м-и *г*. На высоте верхнего косяка окон и дверей устанавливают между стойками короткие бруски — *в* е р ш н и к и *д*. Деревянная палуба настилается подеревянными бимсами *е*, оканчивающимся на обвязочном бруссе, или в том случае, когда они свешиваются, образуя крышку балко-

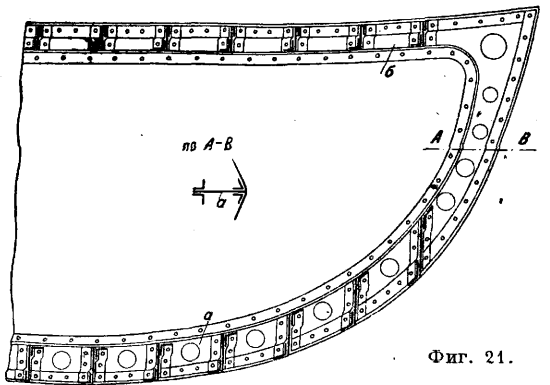


Фиг. 20.

Фиг. 20а.



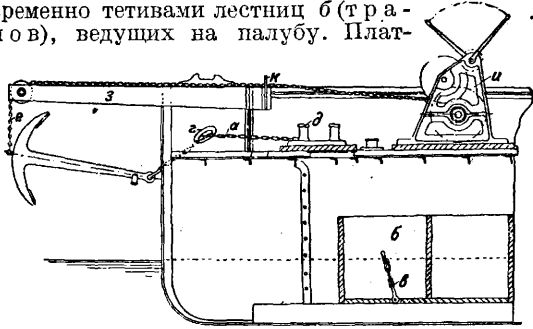
на, — на особом подкарнизном бруссе *жс*. Вдоль судна ставят карленгсы *з*, подпираемые пиллерсами *и*. Кроме того на фиг. 23а: *к* — главная палуба, *л* — вторая палуба, *м* — тентовая палуба, *н* — командный мостик, *о* — световой фонарь, *п* — коридор, *р* и *с* — балконы первого и второго этажей, *т* — машинный иллюминатор, *у* — кожу-



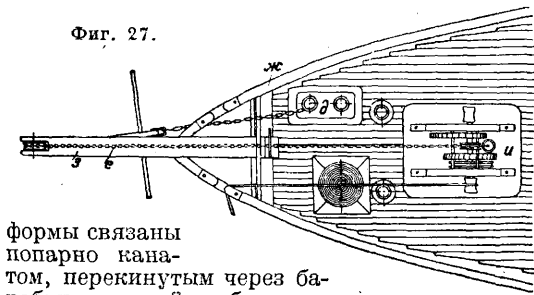
Фиг. 21.

ховая каюта, *ф* — пассажирская каюта. Для уменьшения теплопроводности стенок употребляется изоляция, состоящая из войлока (кошма). Для изоляции жилых помещений в стальном

Грузоподъемное устройство. На речных судах стремятся механизировать подъем грузов из трюма на палубу, а остальные операции проделывают вручную грузчики. На фиг. 28 представлено подъемное устройство, состоящее из четырех платформ *a*, двигающихся по наклонным балкам, являющимся одновременно тетивами лестниц *б* (трапов), ведущих на палубу. Плат-



Фиг. 27.

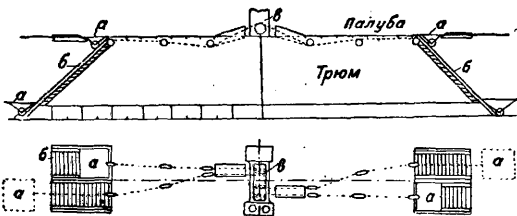


формы связаны попарно канатом, перекинутым через барабан паровой лебедки *в*.

Грузовое устройство рейдовых и озерных судов ничем не отличается от такового нормальных морских судов (см. *Мачты судовые и Судовые устройства*).

Дельные вещи. Кнехты, киповые планки, тенты, переговорные трубы, машинный телеграф конструктивно ничем не отличаются от соответственных частей морских судов (см. *Судовые устройства*).

Буксирное устройство. Буксир, канат, соединяющий баржи с буксирным парходом, закладывается на особый крюк—г а к а



Фиг. 28.

(фиг. 29), к-рый должен находиться возможно ближе к центру судна, т. к. иначе тяга буксира будет сильно уменьшать поворотливость. Обычно гак скользит по дуге *б*, помещенной на двух стойках *в* с оттяжками *г*. От гака в корму устанавливаются арки *е* (фиг. 5), предохраняющие надстройки кормы от задевания.

Системы. К системам на речных судах принадлежат: водоошусительные средства (донки и трубопроводы), пожарная система (донки, трубопроводы и планги с брандспойтом), водопроводная система (донки, трубопроводы, цистерны на верхней палубе), фановая (санитар-

ная), паровое отопление и вентиляция (естественная и искусственная, вдувная и вытяжная). Для целей водоотливных при аварии применяются паровые водогонь-эжекторы (см. *Судовые системы*).

Спасательные принадлежности. Кроме шлюпок товаро-пассажирские парходы д. б. снабжены спасательными кругами и пробковыми нагрудниками.

Освещение на судах обычно электрическое. Канализация тока применяется двухпроводная. Генераторами является пародинамо, а на теплоходах—дизель-динамо.

Конструкцию деревянных речных судов—см. *Деревянное судостроение*, а также *Суда гребные и Спортивные суда*.

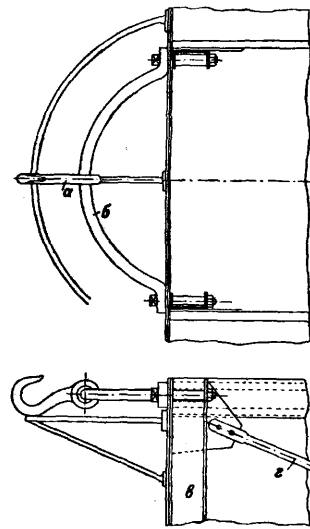
Конструкция композитных судов. Целесообразность постройки судов смешанной конструкции из стали и дерева оправдывается для рек в местностях, небогатых лесом. Их стоимость превышает таковую деревянных на 25%, но срок службы их много длиннее, чем у чисто деревянных. Обычно из дерева изготовляют: штевни, обшивку, палубу, комингсы, палубные надстройки, внутреннюю обшивку.

Из стали делают: поперечный набор—шпангоуты, поперечные переборки. Бимсы, продольный набор, кони (карленгсы), шпильеры, продольные фермы, бортовые стрингеры (подбалочные и воротовые) изготовляют или из стали или из дерева, в зависимости от того, к стальному или деревянному типу приближается более вся постройка композитного судна. Дерево к стали крепится болтами, головки к-рых должны быть утоплены заподлицо. Деревянная обшивка и палуба тщательно конопатятся и швы просмаливаются.

Конструкция железобетонных судов. *Железобетонные суда* (см.) в 1,5—2,5 раза тяжелее стальных или деревянных и поэтому невыгодны для эксплуатации в качестве самоходных судов. Их преимущества: ожесть постройки, неопределенно длительная долговечность, дешевизна строительного материала и работы (в 2,5 раза дешевле стальных), скорость постройки; эти преимущества обуславливают выгоду применения их в качестве подвижных пловучих сооружений пристаней (дебаркадеров), пловучих доков, брандвахт, а также несамходных грузовых судов.

Расчеты речных судов базируются на теории корабля (см.) и строительной механике корабля (см.); см. также *Пловучесть, Остойчивость судов, Дифферент*.

К вычислению водоизмещения можно подойти, исходя из основных размеров судна по приближительному фл $D = \delta LBT$, где D —водоизмещение в m , L , B и T —главные размеры судна в m (L —длина, B —ширина, T —осадка), δ —коэф. общей полноты, к-рый меняет-



Фиг. 29.

ся от 0,62 до 0,88 в зависимости от полноты подводных образований. Площадь S грузовой ватерлинии м. б. найдена приближенно из формулы $S = a \cdot L \cdot B$, где a —коэф. полноты грузовой. Значения δ и a для речных судов приведены ниже:

| | δ | a |
|---|-----------|-----------|
| Колесные грузо-пассажирские паротеплоходы | 0,63—0,70 | 0,70—0,75 |
| То же винтовые | 0,63 | 0,70—0,74 |
| Колесные буксирные паротеплоходы | 0,70—0,80 | 0,85—0,86 |
| То же винтовые | 0,65 | 0,70—0,74 |
| Стальные баржи сухогрузные | 0,75—0,85 | 0,77—0,87 |
| То же наливные | 0,75—0,88 | 0,77—0,91 |

Грузоподъемностью называется способность судна нести груз при погружении по нормальную ватерлинию. Грузоподъемность P равна разности водоизмещения судна в полном грузу и порожнего; при параллельности бортов речных судов можно принять

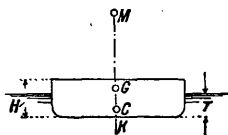
$$P = aLB(T - T_0),$$

где T и T_0 —осадка в грузу и порожнего. Зависимость между осадкой и грузоподъемностью м. б. подсчитана, исходя из величины числа q m на 1 см осадки; q зависит только от площади грузовой ватерлинии судна S

$$q = 0,01; S = 0,01 aBL.$$

Объем судна между грузовой ватерлинией и главной палубой называется запасом пловучести и характеризует способность судна держаться на воде при затоплении водонепроницаемого отсека. Запас пловучести определяется высотой надводного борта, к-рая нормируется Регистром и не д. б. менее заданных величин.

Остойчивость характеризует активную способность судна держаться на воде прямо и воз-



Фиг. 30.

вращаться к прямому положению, если какие-либо причины накренили судно. Метacentрическая высота для речных товаро-пассажирских судов равна 0,40—0,80 м. Приближенно для речных судов можно подсчитать положение характерных точек остойчивости: центра величины C , ц. т. порожнего судна G и метacentра M относительно верхней кромки киля K (фиг. 30) по ф-лам: $CK = 0,42 T$; $GK = k \cdot H$, где H —полная высота борта, а k —коэф., меняющийся от 0,66 до 0,74; метacentрически r а д и у с $\overline{MC} = 0,08 \frac{B^2}{T}$.

Ходкость судна характеризуется его скоростью, к-рая зависит от мощности механизмов, с одной стороны, и от сопротивления воды движению судна, с другой. Полное сопротивление воды движению судна R_n складывается из сил трения воды об обшивку R_m , водоворотных потерь R_δ и потерь на волнообразование $R_{\delta, \lambda}$. Для речных небыстроходных судов $R_m = 0,63 R_n$; $R_\delta = 0,07 R_n$; $R_{\delta, \lambda} = 0,30 R_n$. Как видно из этого, главнейшим слагаемым является сопротивление от трения R_m , зависящее от величины смоченной поверхности судна Ω в m^2 , шероховатости обшивки и скорости судна v в $m/сек$. По приближенной формуле Менделеева сопротивление трения в кг для необросшей нормальной обшивки $R_m = 0,122 \Omega (v^2 + 0,27 v)$. Смоченная поверхность Ω м. б. подсчитана по формуле:

$$\Omega = I(\delta B + 1,7T).$$

Для буксируемых судов сопротивление трения имеет первенствующее значение, а поэтому пол-

ное сопротивление их м. б. подсчитано по формулам: для деревянных барж $R_n = 0,23 \Omega v^2$; для железных барж $R_n = 0,17 v^{1,83}$ или $R_n = 20 F_0 v^{1,83}$, где F_0 —площадь миделя в m^2 . Смоченная поверхность для несамостоятельных судов м. б. вычислена по более простой ф-ле

$$\Omega = 0,9L(B + 2\mu),$$

где $\mu = 0,8 \div 1,0$.

Для уменьшения водоворотных сопротивлений необходимо заострять носовую и особенно кормовую часть судна или придавать им ложкообразную форму. Сила сопротивления речных несамостоятельных судов является пропорциональной приблизительно второй степени скорости, а следовательно потребляемая мощность буксирования изменяется пропорционально кубу скорости. Для быстроходных судов волновое сопротивление поддается подсчету с трудом. Для ответственных расчетов необходимо испытывать модели судов, буксируя их в специальных судостроительных опытовых бассейнах (см.). Сопротивление, отнесенное к 1 т груза, для больших судов меньше, чем для малых.

Поворотливость судна достигается отклонением руля от диаметральной плоскости. Давление воды на отклоненный руль P_r в м определяется приближенно по ф-ле:

$$P_r = 0,06 F_r v^2 \sin \alpha,$$

т. е. поворотливость судна зависит: от площади руля $F_r (m^2)$, угла отклонения руля α и скорости судна $v (m/сек)$. Поворотливость уменьшается с увеличением величины погруженной диаметральной площади $L \cdot T$. Из движителей бортовые колеса и винты улучшают поворотливость; задние колеса—ухудшают ее.

Прочность судна подсчитывается по данным строительной механики корабля (см.) и сопротивления материалов.

Проектирование речных судов производится в трехступенчатой последовательности: составление эскизного проекта, полного проекта и разработка рабочих чертежей. Эскизный проект разрабатывается в нескольких вариантах согласно заданиям, даваемым заказчиком. Задание вырабатывается на основании статистических данных о грузообороте, о величине и режиме реки, стоимости топлива, механизмов и пр. В технич. задании д. б. указано назначение судна, грузоподъемность и число пассажиров, район плавания, материал корпуса, скорость хода или сила тяги, тип судовых двигателей и род топлива, тип движителей, число людей команды, особые требования относительно величины люков, трюмов и отделки, ожидаемые заказчиком примерные размеры судна. Обычно экономически целесообразно увеличивать размер судна до пределов, к-рые допускает река. Длину судна нормирует поворотливость на изгибах реки, осадку—нормированная глубина реки или глубина шлюза на пороге. Особенно тщательно д. б. рассмотрен вопрос о требуемой скорости, т. к. ее увеличение сильно отзывается на мощности двигателях, размерах судна, стоимости его постройки, расходе топлива и других эксплуатационных расходах. Выбор двигателей д. б. обоснован соображениями об их первоначальной стоимости, стоимости амортизации, ремонта и топлива. При выборе дизелей в качестве главных механизмов следует учесть, что прямая экономия на топливе достигает 65%. Объем и вес дизелей меньше паровых установок на 40%, но дизели стоят

дороже, требуют большего ремонта и лучшего обслуживания. Окончательная экономия от установки дизелей вместо паровых машин составляет около 20%.

Проектирование начинается с определения размеров судна. Отношение длины к ширине и осадке и общий коэф. полноты сверяются с осуществленными постройкой судами, которые показали хорошие результаты на практике. Согласно намеченным размерам вычерчивается эскизный теоретич. чертеж, обычно на основе оправдавшего себя прототипа. По теоретическому чертежу подсчитываются пловучесть, остойчивость, поворотливость и ходкость и одновременно вычерчивают эскизные чертежи общего расположения: продольный разрез, палубу, трюм и поперечное сечение. По чертежам и подсчетам мощности составляется весовая нагрузка судна, к-рая должна сбалансироваться с водоизмещением его. Вес корпуса определяется по эскизному конструктивному чертежу миделя, к-рый берется из таблиц, набирается по правилам постройки речных судов Регистра СССР. Вес корпуса стального судна м. б. подсчитан по приближенной ф-ле Регистра СССР

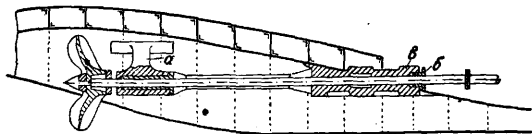
$$P = k_1 \cdot L \cdot B \cdot H,$$

где P —вес в t , L , B и H —главные размеры судна в m , k_1 —коэф.; для речных самоходных нефтеналивных $k_1 = 0,075 \div 0,092$; для судов особенно солидной конструкции $k_1 = 0,098 \div 0,104$; для килевых судов $k_1 = 0,127 \div 0,138$. Вес механизмов подсчитывается по мощности их и весу на 1 HP в зависимости от рода двигателей. Необходимое количество топлива определяют, зная район плавания, скорость судна, мощность двигателей и расход топлива на 1 HP-час. Примерное соотношение весов теплохода в процентах к водоизмещению: корпус 37%, механизмы 10%, топливо 2%, груз 46%, пассажиры 5%.

Эскизный проект в составе чертежей, объяснительных записок и кратких расчетов представляется заказчику и по одобрении им поступает на согласование с заинтересованными учреждениями: Регистром, Наркомтрудом, Санназором и пр. По утверждении выбранного варианта эскиза приступают к разработке полного проекта, к-рый изготавливается в чертежах большого масштаба с подробными расчетами. При ответственном проектировании новых типов судов испытывается буксируемая или самоходная модель в бассейне.

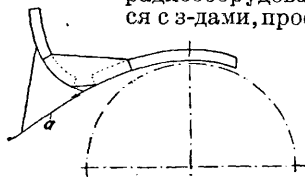
Весьма существенным является выбор системы движителя (см. *Движители судовые*) и правильная их конструкция; в частности особые трудности при проектировании речных судов представляют винтовые движители и форма корпуса в их районе. На речных судах удержались до настоящего времени совершенно исчезнувшие из морской судостроительной практики гребные колеса, т. к. они требуют меньшую осадку (0,3—0,4 м), удобны для ремонта без заводки судна в док и меньше размывают дно и берега каналов. Наилучшее расположение колес—бортовое; заднеколесные пароходы являются устаревшими. Мощность современных механизмов требует установки винта большего диаметра, чем это допускается осадкой речных судов, и, чтобы дать подход воде ко всей площади винта, устраивают корпус судна в форме туннеля (фиг. 31) или полу-туннеля, верхняя часть к-рого лежит выше уровня воды: во время хода винт засасывает в тун-

нель воду и таким образом работает во вполне погруженном состоянии. Гребной вал поддерживается у винта кронштейном a , выход вала из корпуса уплотняется сальником b , расположенным в дейдвудной трубе; или мортире $в$. Взамен туннелей ставят так наз. к-



Фиг. 31.

зырьки a (фиг. 32). При меняющейся осадке судна козырьки можно регулировать, снижая и поднимая их кромку. Проектирование быстроходных мелких судов представляет особую область. Форма этих судов чрезвычайно разнообразна: применяются глиссеры (см.), а также суда в форме саней и др. (см. *Спортивные суда*). Установка механизмов, электро- и радиооборудования согласовывается с э-дами, проектирующими и строя-



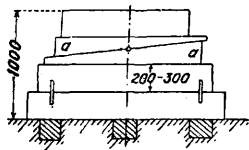
Фиг. 32.

шимизти конструкции. Полный проект содержит объяснительные записки, упомянутые выше чертежи, расчеты, в том числе расчет прочности, и спецификацию с подробными пояснениями качества материалов, способов соединений частей набора. Описываются главные и вспомогательные механизмы, устройства и системы.

Верфи С. р. Условия, к-рым должны удовлетворять верфи С. р., следующие: 1) район, связанный дешевым транспортом с базами топлива и металла; 2) удобное расположение у судоходного русла, при защите от ледохода (затон), умеренная высота незатопляемой территории верфи и наличие свободной береговой полосы достаточного протяжения и достаточно крупных водоемов для отделки спущенных со стапеля судов; 3) ж.-д. связь с заводами-контрагентами по поставке двигателей, вспомогательных механизмов и оборудования. Рациональная планировка верфи заключается в том, что металл и изделия должны следовать поточным порядком без возвратных движений и перекрещиваний по последовательному направлению: место ж.-д. разгрузки (или пристань)—склад металла и изделий—цех—монтажная площадка—строящееся судно. Обычно судно достраивается окончательно на воде после спуска, поэтому из цехов д. б. два направления потока: на строящиеся на стапеле суда и на суда, достраивающиеся на плаву. Цехи, входящие в состав крупной верфи С. р.: корпусный с подразделением на корпусно-обрабатывающий (разметка, обрезка, сверловка, зенковка и холодная гибка листов и фасонной стали) и корпусно-сборочный (сборка, клепка, сварка, чеканка и испытание), гибочный (горячая гибка листов), механический: сборочно-установочный (или монтажный) цех, медницкий, кузнечный, цинковалка, плотничный, столярный, малярный, такелажный. Кроме того: склады (магазины и стеллаж), конструкторское бюро, плаз, электро-теплоцентраль, пневматич. оборудование, транспортное и крановое оборудование. Большие верфи, самостоятельные от заводов-контрагентов,

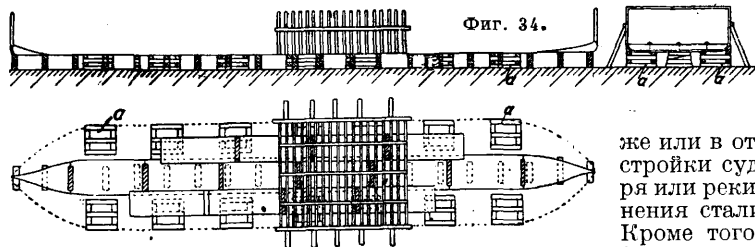
имеют кроме того: модельные, литейные, котельные, механические, электротехнические и прочие цехи.

Постройка судов. По получении чертежей от конструкторского бюро верфь приступает прежде всего к разбивке на плазе теоретич. чертежа корпуса в натуральную величину. Одновременно заказываются материалы: металл в прокатанных листах и профилях, ковочки, отливки. Механизмы, двигатели, электро- и радиооборудование обычно заказываются на заводах-контрагентах. Избранное место на берегу реки или затона, защищенное от ледохода, выравнивается и нивелируется; на нем производится установка кильблоков (фиг. 33), деревянных опорных ступлей, высотой



Фиг. 33.

1—1.5 м, могущих быть регулируемы по высоте с помощью клиньев *a, a*; по сторонам кильблоков в 1—3 ряда устанавливаются клетки *a* (фиг. 34), на к-рых будет строиться судно. На клетки устанавливают деревянную раму, служащую основанием для днищевых листов судна. Полученный металл идет в цехи, где последовательно производятся разметка, загибка, обрезка листов и профилей и идет колка (давление) или сверление отверстий для заклепок. Сборку листов и набора на месте производят на болтах, а по выверке и пригонке приступают к заенковке, клепке и чеканке. За последнее время все усиление переходит к замене в С. р. клепки электросваркою, к-рая дает экономию в стоимости постройки и в весе корпуса судна. В настоящее время сваривают 30% всех швов и стремятся довести сварку до



Фиг. 34.

75% швов, оставив лишь главные пазы заклепочными. Проектируются судовые конструкции, сваренные целиком.

Водонепроницаемость корпуса испытывают водоналивом, а в больших отсеках—переборки и борты—сильной струей воды из брандспойга. По готовности корпуса приступают к монтажу механизмов, устройств, систем, плотничным и столярным работам и отделке. Заканчивается постройка окраской судна.

Спуск речных судов (см. *Спуск судов*) производится еще до монтажа механизмов, причем самым простым спуском на воду является подъем судна разливом весенних вод. Продольный спуск нежелателен из-за больших напряжений корпуса судна на изгиб при спуске; боковой спуск не дает таких изгибающих моментов, осуществляется во все продолжение навигационного периода, не требует подводных фундаментов и дешевле при серийной постройке.

Уход за судном заключается в соблюдении чистоты, удалении воды и грязи из трюмов, очистке от ржавчины и периодич. окраске.

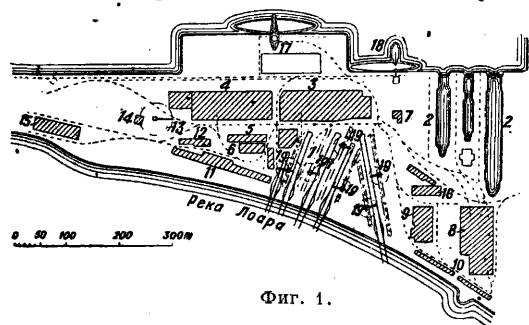
Подводную часть следует осматривать в доке для ошкрабки и окраски раз в 2—4 года. Ремонт разделяется на текущий, средний и капитальный. К капитальному ремонту относится значительная смена обшивки, набора, надстроек. Текущий ремонт отличается от среднего тем, что при нем судно не снимают с линии. Обычный ремонт корпуса состоит в выправке вмятин, устранении течи в швах, постановке заплат и смене листов корпуса и палубы.

Лит.: Дормидонтов Н., Речное судостроение, Л., 1930; Пеханович В., Речное судостроение, ч. 1 и 2, М., 1930; Калинин В., Речное судостроение, М.—Л., 1932; Пятилетний перспективный план речного транспорта на 1929—1933 гг.; Звонков В., Судовые тяговые расчеты, М., 1931; Карапетов Б., О сопротивлении движения судов внутреннего плавания, СПб., 1911; Регистр СССР, Списки речных судов, Рыбинск, 1927; Русский Регистр, Правила постройки речных железных судов, 1913; Нормы и правила для железобетонного судостроения, 1926; Ориентировочная программа судостроения на период до 1941 г., М., 1929; «Речное судостроение»; «Судоходство и судостроение»; «Водный транспорт»; Sachsenberg, Kleinschiffbau, В., 1920; Smith, The Design a. Construction of Small Craft; Tenbert W., Der Flussschiffbau, Lpz., 1920. А. Цушвардт.

СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ЗАВОДЫ строят корпуса судов, а также судовые механизмы и различные устройства как для судов своей постройки, так и для других з-дов (верфей), не имеющих этих производств. Т. к. в создании современного судна принимают участие почти все отрасли техники и С. з. не могут производить все у себя, то надлежащее кооперирование с другими з-дами в смысле распределения заказов на материалы, изделия и полуфабрикаты является одним из факторов быстроты и удешевления постройки судов. Кроме того географич. расположение С. з. в районе, наиболее удобном для сообщения с питающими его предприятиями, также имеет большое значение. В состав С. з. входит ряд зданий и сооружений специально

назначения, устройств и мастерских. Управление заводом, бухгалтерия, отдел заказов и др. помещаются в административном здании, технич. бюро и чертежные—там же или в отдельном здании. Стеллажи для постройки судов располагаются на берегу (моря или реки), вблизи них—стеллажи для хранения стали и судостроительная мастерская. Кроме того д. б. мастерские: механическая (производство механизмов и обработка деталей судовых устройств), железокотельная (производство или ремонт котлов), кузнечная, литейные (стальное, чугунное, медное, а иногда и алюминиевое некрупное литье), слесарная, токарная, меднокотельная, модельная (изготовление деревянных моделей для отливок), деревообделочная, цинковальная, малярная, парусная (шитье брезентов, чехлов и пр.) и такелажная (блоки, обделка тросов и пр.); иногда имеется еще и шлюпочная мастерская, если з-д сам изготавливает шлюпки. Вблизи мастерских должны находиться магазины, или склады, заготовленных материалов и готовых изделий, инструментальные кладовые для хранения и ремонта инструментов, склады для дерева, угля и отдельно стоящий бак для хранения нефти. В верхнем ярусе одной из наиболее крупных мастерских или в другом соответствующем здании помещается план для производства разбивки (т. е. вычерчивания в натуральную величину теоретич. чертежа—обводов корабля, что необходимо для снятия шаблонов и лекал при постройке корпуса). Также д. б. электрическая, водопроводная и компрессорная станции с

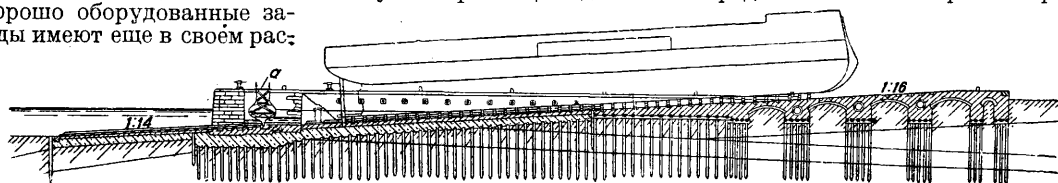
сеть трубопроводов и кабелей для снабжения током, водой и сжатым воздухом (для пневматич. инструментов) мастерских и судов, а также лаборатории для испытания материалов и механизмов. В общем оборудование э-да должны входить пожарное депо, медицинский пункт,



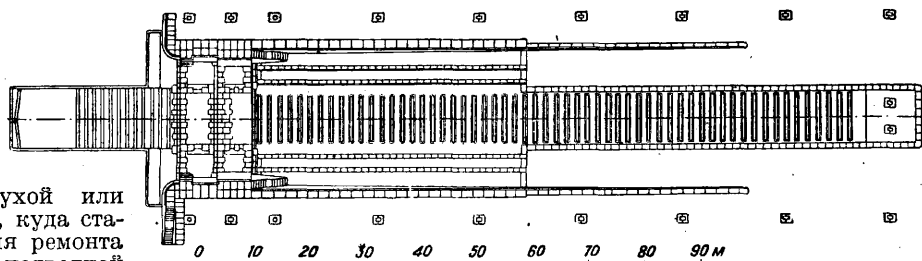
Фиг. 1.

столовые для рабочих, школы и пр. По всему э-ду проводятся рельсовые пути для сообщения стапелей и набережных для достройки судов на плаву с мастерскими и складами; на набережной устанавливаются подъемные краны, а также д. б. один или два пловучих крана. Хорошо оборудованные заводы имеют еще в своем рас-

кой площадку, располагаемую нормально к береговой линии (при продольном спуске судов на воду) или вдоль ее (при боковом спуске). При сооружении стапеля сначала забивают в грунт правильными рядами деревянные и железобетонные сваи; верхние концы их соединяют продольными и поперечными брусками, промежуток между к-рыми забирается бутовой кладкой. Образуется ровный помост, имеющий уклон к горизонту воды ок. 3° . Стапель продолжается и под водой до глубины воды, близкой к среднему углублению судна, но там он идет в виде двух направляющих плоскостей *a, a* (фиг. 3), по к-рым скользят полозья вместе с судном во время спуска последнего на воду. Эта подводная часть стапеля называется подводным спусковым фундаментом и имеет уклон 4° ; продолжение его над водой, всю длину строящегося судна, образует надводный спусковой фундамент. Подводный фундамент при продольном стапеле ограждается с боков дамбами *б, б*, в устья к-рых устраивают шлюзовые ворота или заводят батопрот *a* (фиг. 2) с целью удаления воды над подводным фундаментом для осмотра, исправления и насаливания его перед спуском судна. Для подъема и передачи тяжестей при постройке



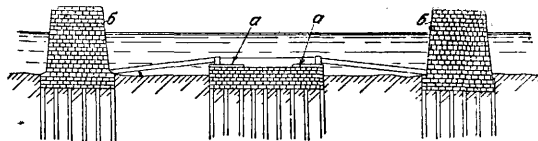
Фиг. 2.



поряжении сухой или пловучий док, куда ставятся суда для ремонта или окраски подводной части. На фиг. 1 показан общий план одного из удобно и компактно распланированных судостроительных заводов (французской трансатлантической компании в С.-Назере), где обозначены: 1—стапели, 2—сухие судостроительные доки, 3—судостроительная мастерская, 4—машиностроительные мастерские, 5—кузница, 6—электроцентраль, 7—компрессорная централь, 8—котельная мастерская, 9—деревообделочная мастерская, 10—такелажная и парусная мастерская, 11—медницкая, 12—склады, 13—стеллажи для стали, 14—нефтяные цистерны, 15—чертежная, 16—администрация, 17—150-т кран, 18—пловучий кран, 19—стапельные краны.

То место на С. з., на к-ром строится судно, называется стапелем; стапели бывают открытые, т. е. судно строится под открытым небом, или закрытые, когда над стапелем воздвигается каменное здание (старые конструкции) или специальная железная решетчатая конструкция. Такое сооружение над стапелем называется элингом. Стапель (фиг. 2) представляет собой плотную бетонированную или выложенную каменной клад-

судна на открытом стапеле устраиваются специальные подъемные и транспортные приспособления. На фиг. 4 изображено обслуживание стапелей поворотными башенными кранами типа, приведенного отдельно на фиг. 5. Стапели I и II обслуживаются восемью кранами грузоподъемностью 3 и 6 т (*a, a*), области действия

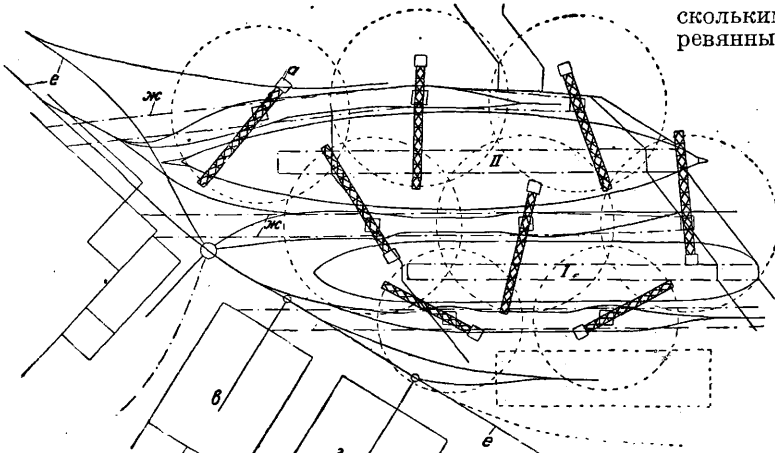
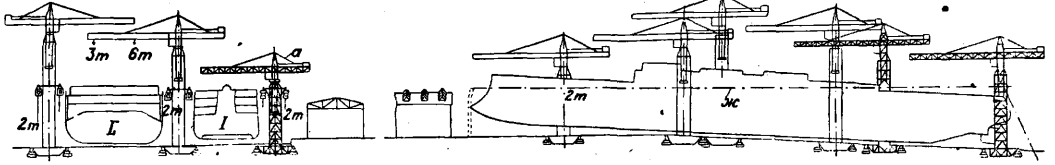


Фиг. 3.

к-рых взаимно перекрываются. Для предупреждения возможности столкновения поворотные плечи кранов расположены на разных уровнях. Подвоз материалов к судостроительной мастерской *б*, механической мастерской *в*, складам *г* и деревообделочной мастерской *д* обеспечивается рельсовыми путями *е, е* и подвесной дорогой грузоподъемностью в 2 т, идущей по башням кранов. Часто применяются высокие эстакады *a, a* (фиг. 6), по к-рым ходят обычно

двусторонние консольные катучие краны б, б. Подвоз материалов осуществляется подъездны-

при помощи деревянных раскосин. Кроме стапельблоков судно поддерживается с боков не-



Фиг. 4.

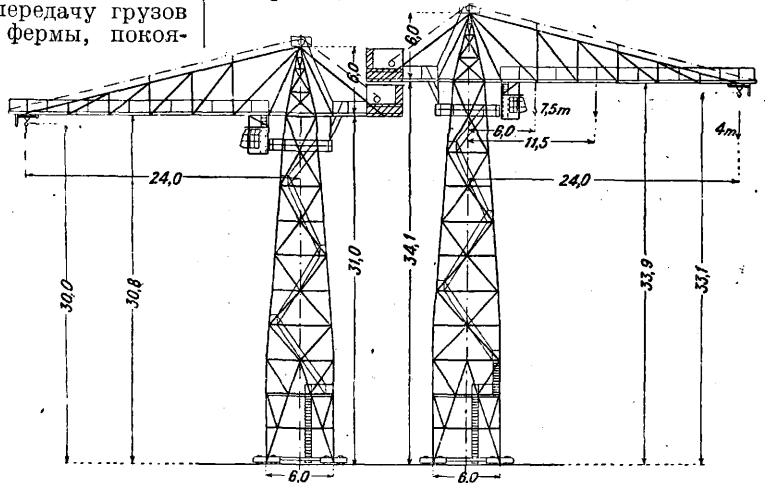
ми рельсовыми путями, проложенными рядом с эстакадой или между ног эстакадных стоек. Иногда вместо консольных кранов по эстакадам пускают поворотные краны с неподвижной или качающейся укосиной а, а (фиг. 7).

Железная фермовая конструкция б, воздвигаемая над стапелем, обеспечивает наимыгоднейший и быстрый подъем и передачу грузов внутри элинга. Продольные фермы, покоящиеся на столбах в, в, служат опорой для верхних поперечных ферм г, г, к-рые поддерживают систему электрич. катучих мостовых кранов д, охватывающих всю ширину стапеля. Краны эти зачастую делаются обычного типа с катучей тележкой, иногда же для более легкого маневрирования тележка снабжается поворотной укосиной е, чем облегчается и ускоряется передача материалов с рельсовых путей, проложенных между ногами колонн, к строящемуся кораблю.

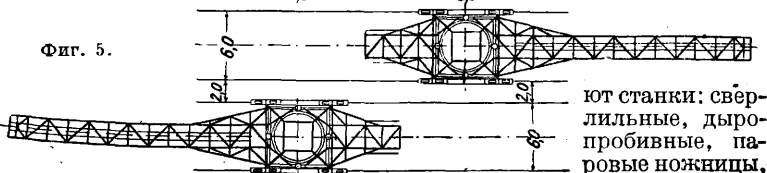
Строящееся судно для возможности производства работ под днищем располагается на высоте ок. 1,5 м над стапелем, для чего служат стапельблоки (фиг. 8) представляет вертикальную стойку, составленную из ряда коротких дубовых брусьев с крепительными планками; блоки располагаются вдоль стапеля по всей длине судна в расстоянии ок. 1,5 м друг от друга и удерживаются в вертикальном положении

сколькими рядами подстав—деревянных бревен, которые упираются одним концом в жесткую часть корпуса судна а другим в стапель; кроме подстав иногда борта судна поддерживаются еще клетками и из ряда продольных и поперечных бревен. Вокруг судна, строящегося на открытом стапеле, устраивают леса с несколькими ярусами мостков для возможности прохода со стапеля на палубы строящегося судна и производства работ у бортов его. Вблизи стапелей должна находиться судостроительная мастерская,

являющаяся основой для постройки корпуса судна. Подача материала (стали листового и сортовой) со стеллажей совершается при помощи выходящего из мастерской наружу на склад катучего крана или посредством подвесных дорог, а также по рельсовым путям. В судостроительной мастерской производятся работы по разметке и обрезке стали, остругиванию кромок, проколке и просверливанию заклепочных отверстий; для этой цели в ней устанавлива-

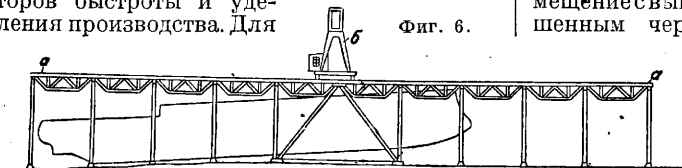


Фиг. 5.



ют станки: сверлильные, дыропробивные, паровые ножницы, строгальные, кромкоотгибные и вальцовальные. В состав мастерской входит также отделение для горячей обработки судостроительной стали с калильными печами, чугунным

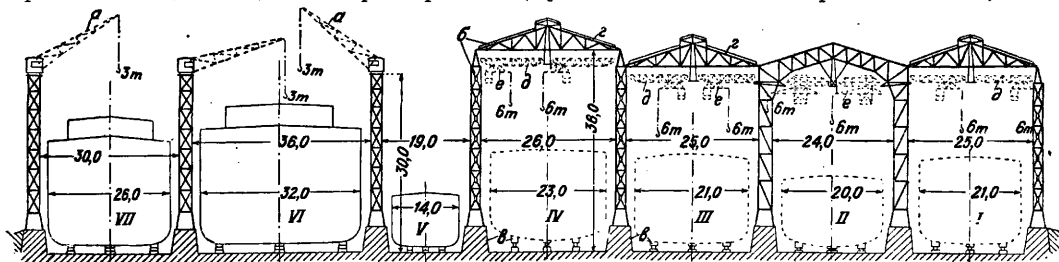
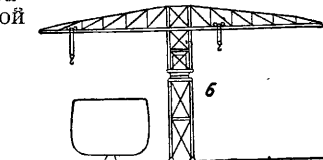
плитным полом для выгибки на нем стальных листов и полос и кузнечными горнами для заварки обделочных рамок и пр. Рациональное расположение станков в мастерской, обеспечивающее бесперебойную поточность при переходе от одной стадии обработки материала к последующей, является одним из важнейших факторов быстроты и удешевления производства. Для



Фиг. 6.

этой цели мастерская имеет несколько пролетов с крановым оборудованием в каждом из них; отдельные сорта материала при этом проходят всю обработку в своем пролете, не мешая друг другу. Рядом с судостроительной мастерской помещается цех электросварочных

(например переборку в целом, часть набора корпуса на известном протяжении и пр.). Это вызывает однако необходимость иметь более мощные (до 30 т) подъемные краны на стапеле вместо обычных 3—5 т. Изготовление шаблонов для сборки гнутых частей корпуса производится на плазе, представляющем большое помещение с выкрашенным черной

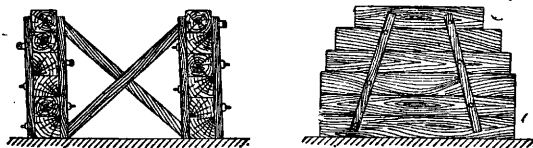


Фиг. 7.

работ. Обработанный в судостроительной мастерской материал поступает затем на сборочную площадку, где ведутся сборка отдельных частей корпуса судна и частичное заклепывание—перед установкой этих частей корпуса судна и частичное заклепывание—перед установкой этих частей

на стапель. В настоящее время как за границей, так и у нас стремятся для

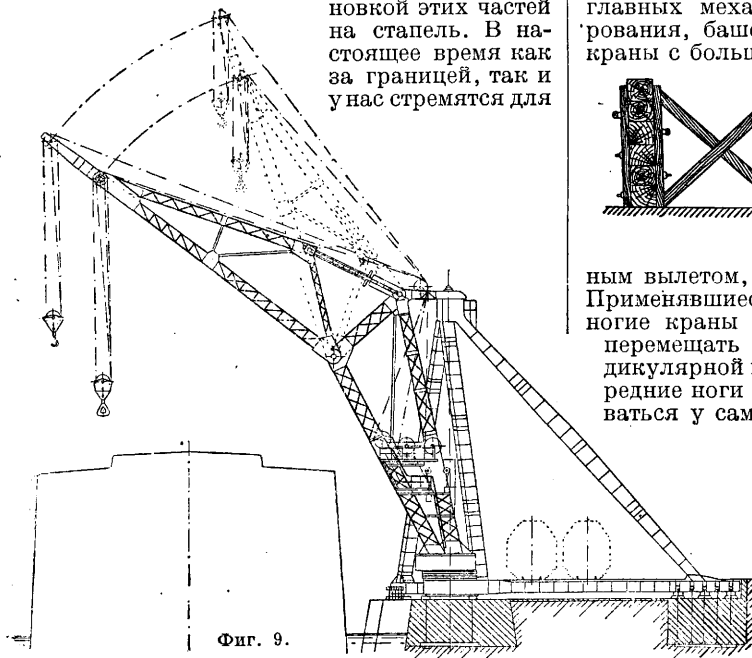
изводят спуск судна на воду и дальнейшую достройку, т. е. установку механизмов, систем, мачт, внутреннее оборудование и пр., ведут на плаву у набережной, которая для этой цели оборудуется мощными береговыми кранами. Для постановки на достраиваемые суда котлов, главных механизмов, орудий, частей бронирования, башен и т. п. необходимы мощные краны с большой высотой подъема, значитель-



Фиг. 8.

ным вылетом, грузоподъемностью 150—250 т. Применявшиеся для этой цели раньше трехногие краны неудобны, т. к. они позволяют перемещать грузы лишь по линии, перпендикулярной к набережной, и сверх того их передние ноги не позволяют судну ошвартовываться у самой набережной, что уменьшает

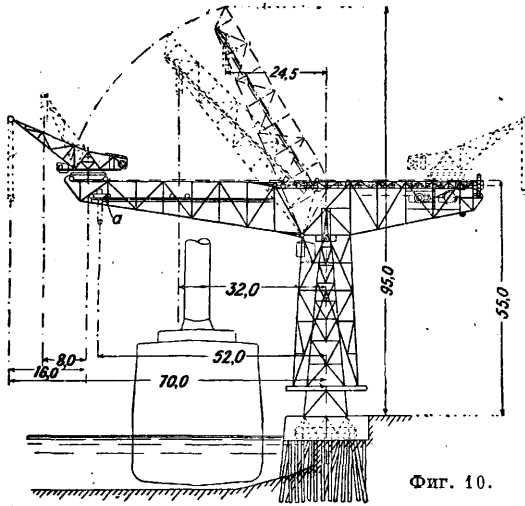
полезный вылет крана. В настоящее время применяют преимущественно мощные деррик-краны (фиг. 9) или чаще молотовые поворотные краны (фиг. 10), снабженные грузовой кошкой *a*, катающейся по рельсам внутри укосины. Иногда краны последнего типа делают с качающейся укосиной (фиг. 10); для легких работ по укосине пускают кошку или поворотный катучий кран. Некоторые С. з. имеют специальный бассейн, в котором устанавливают достраиваемые суда.



Фиг. 9.

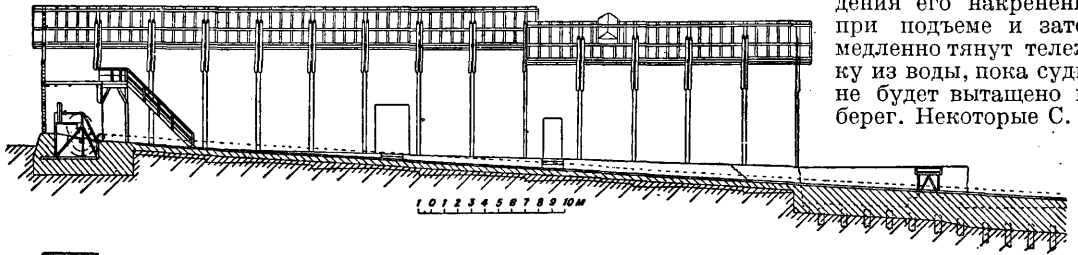
ускорения постройки вести секционную сборку, т. е. собирать заранее и ставить на место части корпуса в более крупном охвате

Для обеспечения бесперебойности достройки, и особенно ремонта судов, э-д даже при концентрации однородных производств на сторо-

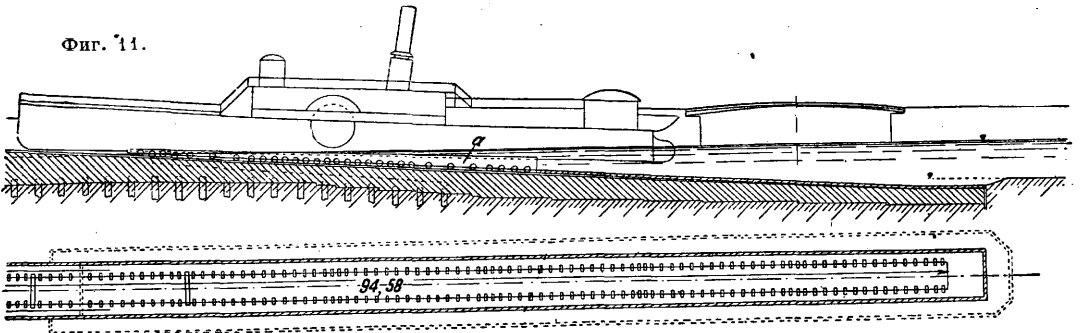


Фиг. 10.

не д. б. обеспечен в том или ином размере цехами-питомниками (литейной, кузнечной, медницкой, слесарной и др.) для производства не-



Фиг. 11.



крупных, но срочных работ. Важным фактором быстроты и дешевизны постройки судов является серийность таковой, т. е. постройка одновременно судов одного типа; это дает возможность применения упрощающих методов работы, использование раз установленных шаблонов и калибров, а также приобретение навыков. Необходима также налаженность внутриа-

водской организации в смысле точного выполнения сроков плана постройки с учетом сроков доставки материалов, контрагентских заказов, выполнения работ заводскими цехами и выпуска из техбюро рабочих чертежей.

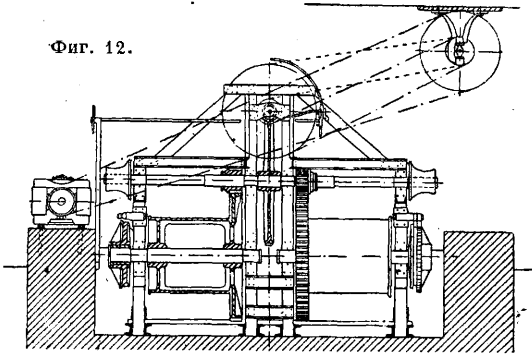
Если С. з. производит у себя ремонт и окраску подводной части судна, то он должен иметь сухой или пловучий док (см.); для малых судов, вытаскиваемых на берег, применяется подъемная тележка (Мортонов элинг). Сухой док является более дорогим сооружением, нежели пловучие доки, а потому (а также вследствие удобства эксплуатации) последние преимущественно применяются на С. з.

Мортонов элинг представляет тележку *a*, могущую двигаться по рельсам, проложенным наклонно к воде в направлении, нормальном к береговой линии (фиг. 11). От берегового конца тележки идет тяговая цепь или канат к сильной паровой или электрич. лебедке (фиг. 12). Сама тележка (фиг. 13) представляет собой две или более стальные клепаные балки, опирающиеся на катки, движущиеся по рельсам; посредине между рельсами иногда прокладывают продольную зубчатую рейку, в зубцы к-рой упираются тормозные собачки. Тележку опускают по рельсам в воду, судно устанавливают над тележкой, подпирают его тем или иным образом с боков для предупреждения его накренения при подъеме и затем медленно тянут тележку из воды, пока судно не будет вытаскано на берег. Некоторые С. з.

имеют вместо Мортонова элинга т. н. с л и п (фиг. 14), к-рый устраивается так: в определенном месте на берегу проложен, нормально к берегу, ряд рельсов *a*, *a*, по к-рым ходит не продольно, а поперечно стальная тележка фермовой конструкции. Иногда устройство осложняется тем, что по обеим сторонам этого спускового устройства проложено несколько рельсовых

путей по направлению, перпендикулярному к первым, т. е. параллельно береговой линии.

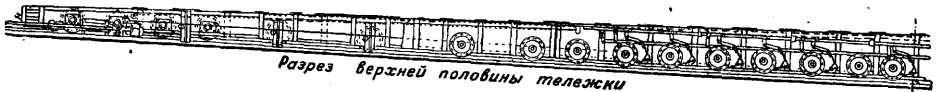
Фиг. 12.



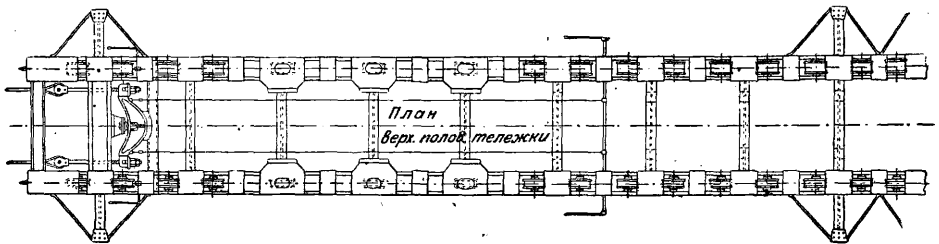
На каждом пути устанавливается продольная тележка, могущая быть вместе с судном уста-

лебедки с цепной или тросовой передачей. На таком слипе может одновременно строиться несколько судов и затем спускаться на воду или же суда могут подниматься из воды и устанавливаться на берегу.

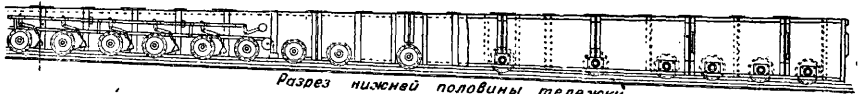
СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ОПЫТОВЫЙ БАСЕЙН, научно-исследовательское учреждение, изучающее вопросы сопротивления воды движению судна и действия судовых движителей путем испытания моделей таковых, приводимых в движение в специальном искусственном канале. С. о. б. делятся на: 1) бассейны с тележкой (сист. Фруда) и 2) бассейны без тележки (сист. Велленкампа). Практическое применение нашли себе С. о. б. системы Фруда. На фиг. 1 изображен в плане и разрезе С. о. б. в Гамбурге (Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt): 1—помещения для кабинетов, бюро, чертежной, архива и т. д., а—мастерская для обработки моделей, б—механич. мастерская, в—столяр-



Разрез верхней половины тележки



План Верх. полов. тележки

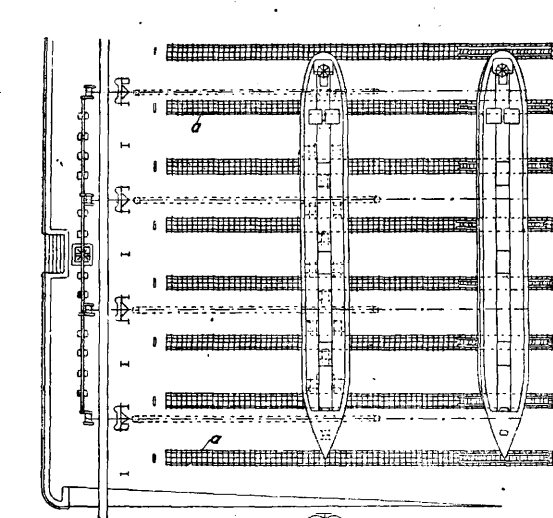


Разрез нижней половины тележки

Фиг. 13.

новлена на среднюю тележку, которая затем поднимает судно, довозит его до продольной

мастерской, г—насосная, д—отопление, е—склад горючего, жс—распределительная до-



ская, з—помещение аппаратуры высокого напряжения, и—умформерная, к—аккумуляторная, л—фильтры, м—лекционный зал, н—уборные, о—мастерские гидроавиационного канала; А—узкая часть главного канала, Б—широкая часть главного канала, В₁ и В₂—посты управления главной тележкой, Г—стеклянный бассейн, Д и Е—передние и задние диферентные бассейны, Ж₁ и Ж₂—шлюзовые ворота, З—гидроавиационный бассейн (для испытаний при больших скоростях), И—мелководный бассейн, К—кавитационный танк, Л—большая главная тележка, М—малая главная тележка, Н—прицепная тележка для опытов в мелководном бассейне, О—тележка для высоких скоростей, П—волнообразователь, Р—подъемное дно.

Фиг. 14.

пути, после чего судно сдвигают в сторону, и поперечная тележка освобождается для приема следующей продольной тележки. Для передвижения тележек имеются мощные

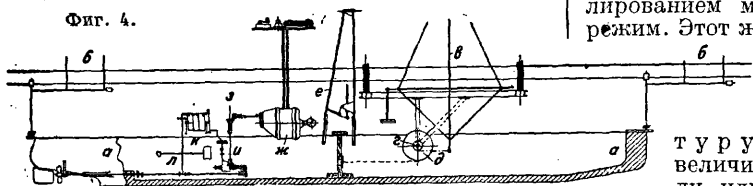
специального здания. По рельсам, проложен-

п фер. Диаграмма сопротивления обрабатывается путем планиметрирования площади кривой сопротивления; частное от деления этой площади на абсциссу принимают за сопротивление модели. Иногда вместо планиметрирования кривой сопротивление определяют непосредственно путем отыскания точек равновесия на кривой сопротивления. Динамометр винтовой имеет назначением испытания модели винта в свободной воде и дает возможность измерять вращающий момент M и упорное давление P винта. К этому еще присоединяется измерение числа оборотов N тахометром и скорости тележки V (запись на барабане). Эти 4 величины определяют действие винта. Винт приводится во вращение от электромотора, стоящего на тележке, число оборотов регулируется наблюдателем с помощью реостата и м. б. произвольно установлено (независимо от скорости тележки); в этом заключается отличительная особенность испытаний в свободной воде. Это дает возможность исследовать винт при различных режимах (тогда как при установке на корабле или на самоходной модели скорость и число оборотов взаимно связаны и притом так, что относительная поступь изменяется лишь в очень малых пределах). Для измерения упора гребной вал (несущий модель винта) имеет возможность перемещаться вдоль своей оси на несколько мм и связан с коромысловыми весами, с помощью к-рых и определяется осевое усилие воды на винт, т. е. упорное давление. Измерение вращающего момента производится или применением передачи, аналогичной таковой для упорного давления, или измерением мощности электромотора. Обработка испытаний состоит в составлении диаграммы постоянных K_1 , K_2 и кпд η винта

$$K_1 = \frac{P}{\rho n^2 D^4}; K_2 = \frac{M}{\rho n^2 D^5}; \eta = \frac{PV}{M \cdot 2\pi n} = \frac{K_1 \lambda}{K_2 2\pi};$$

где D —диаметр винта, n —секундное число оборотов, ρ —массовая плотность воды, построенная в функции относительной поступи $\lambda = \frac{v}{nD}$, где v —скорость тележки. Удобство применения этих величин K_1 , K_2 , η , λ в том, что

Фиг. 4.



они не зависят от масштаба модели, и диаграммы годятся для всех геометрически подобных винтов без каких бы то ни было пересчетов. Динамометр для самоходных испытаний и является тем же винтовым динамометром, но приспособленным для установки на самой модели, т. е. облегченным по весу и уменьшенным по размерам. Для измерения вращающего момента в этом случае применяется иногда пружина, включаемая между ведущим валом электромотора, стоящего на модели (а в случаях малых размеров модели—на тележке), и ведомым, т. е. гребным, валом. Угол закручивания пружины, пропорциональный вращающему моменту, измеряется путем преобразования углового перемещения в поступательное и записи последнего на барабане. На фиг. 4 изображена аппаратура самоходных испытаний венского С. о. б. Модель судна а

подвешена к тележке шарнирными уравновешенными тягами б, б. Дополнительное усилие для преодоления избыточного сопротивления трения создается весами в, связанными с моделью нитями, перекинутыми через барабаны г и д. Щипцы е служат для жесткого связывания модели с тележкой; винты приводятся в движение мотором ж через конич. зубчатки з, динамометр и, регистрирующий на барабане к вращающий момент винта; упорное давление последнего регистрируется на том же барабане пружинным динамометром л. Помимо динамометров, регистрирующих упорное давление и вращающий момент, применяют также визуальные указатели. Модель при самоходном испытании идет под тележкой, скорость к-рой записывается обычным образом. Число оборотов модели винта регулируется реостатом до совпадения скорости модели со скоростью тележки, после чего производится измерение. Т. к. регулировка скорости модели требует еще известного времени уже после установления постоянной скорости тележки, то длина бассейна при самоходном испытании д. б. значительной. Если модель совершенно свободна, то условия подобия с натурой оказываются заведомо нарушенными. Причина в том, что сопротивление трения модели r_m , не подчиняющееся закону подобия, у модели относительно больше, чем сопротивление трения R_m корабля, т. е.

$$r_m > \frac{R_m}{k^3} \quad (1:k \text{—масштаб модели}).$$

Следствием этого является перегрузка винта модели, работающего т. о. не при режиме под об и я. Для достижения последнего применяется создание горизонтального усилия, являющегося дополнением к упорному давлению винта; усилие это делается равным избыточному сопротивлению трения. Т. о. винт работает при том же скольжении, что и в натуре. Определение такого режима подобия м. б. произведено и иначе—путем жесткого связывания модели с тележкой, что создает возможность испытания винта при различных скольжениях, т. е. так же, как в свободной воде, но в условиях его совместной работы с корпусом. Интерполированием можно затем определить любой режим. Этот же метод дает возможность исследовать взаимодействие винта и корпуса, являющееся по настоящее время мало исследованным. Пересчет на натуру, т. е. определение для судна величин, к-рые были измерены для модели, или определение нужной мощности механизмов судна производится по настоящее время по методу Фруда (см. Теория подобия).

Сопротивление судна определяют по формуле

$$R_n = R_m + R_o = f_c S v_c^{1.825} + (r_n - f_m s v_m^{1.825}) k^3,$$

где R_n , R_m и R_o соответственно сопротивление судна полное, трения и остаточное, f_c и f_m —коэф-ты трения судна и модели, S —смоченная поверхность судна, v_c и v_m —скорости судна и модели, r_n —полное сопротивление модели, s —смоченная поверхность модели, k —отношение линейных размеров судна и модели. Для пересчета мощностей с результатов испытаний при соответственных скоростях $v_m = \frac{v}{V_k} 0,5144$ м. б. применена след. ф-ла:

$$N_e = 0,0068592 \cdot k^3 \frac{\gamma_c}{\gamma_m} \cdot r_n V_c - 0,00203925 \gamma (k^{0,0875} \lambda_m - \lambda_c) S V_c^{2,285},$$

где N_c —эффективная мощность на валу винта судна, γ_c и γ_m —уд. в. окружающей воды для судна и модели, V_c —скорость судна в узлах, λ_m и λ_c —коэф-ты трения модели и судна, зависящие от длин их. Значения λ_m и λ_c приведены (по Johon Hilfsbuch für den Schiffbau, 5-е изд.) в табл. 1 и 2. Пересчет с результатов са-

Табл. 1.—Значения коэф. трения λ_m для судовых моделей из парафина длиной l в м.

| l | λ_m | l | λ_m | l | λ_m |
|------|-------------|------|-------------|------|-------------|
| 0,25 | 0,23899 | 3,00 | 0,18561 | 5,75 | 0,16960 |
| 0,50 | 0,22800 | 3,25 | 0,18361 | 6,00 | 0,16872 |
| 0,75 | 0,21982 | 3,50 | 0,18169 | 6,25 | 0,16789 |
| 1,00 | 0,21,21 | 3,75 | 0,17990 | 6,50 | 0,16712 |
| 1,25 | 0,20783 | 4,00 | 0,17821 | 6,75 | 0,16642 |
| 1,50 | 0,20332 | 4,25 | 0,17661 | 7,00 | 0,16,75 |
| 1,75 | 0,19914 | 4,50 | 0,17521 | 7,25 | 0,16512 |
| 2,00 | 0,19601 | 4,75 | 0,17,91 | 7,50 | 0,16451 |
| 2,25 | 0,19297 | 5,00 | 0,17271 | 7,75 | 0,16388 |
| 2,50 | 0,19030 | 5,25 | 0,17159 | 8,00 | 0,16314 |
| 2,75 | 0,18786 | 5,50 | 0,17057 | 8,25 | 0,16294 |

Табл. 2.—Значения коэффициента трения λ_c судов, окрашенных масляной краской, с необросшей полудной частью длиной L в м.

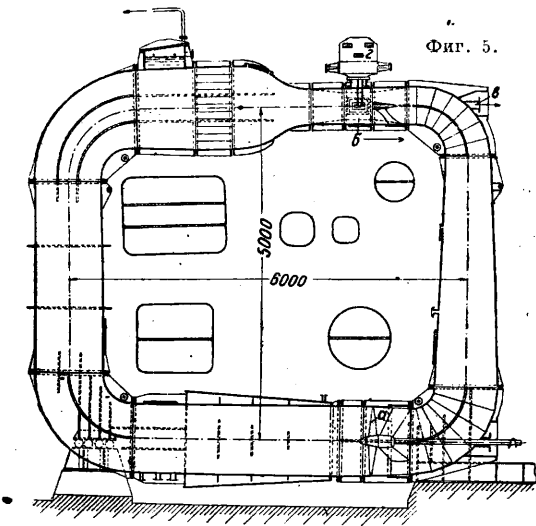
| L | λ_c | L | λ_c | L | λ_c | L | λ_c |
|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|
| 10 | 0,15906 | 60 | 0,11391 | 160 | 0,11020 | 260 | 0,13760 |
| 15 | 0,15370 | 70 | 0,11312 | 170 | 0,139,2 | 270 | 0,13737 |
| 20 | 0,15079 | 80 | 0,11300 | 180 | 0,13961 | 280 | 0,13715 |
| 25 | 0,14882 | 90 | 0,11261 | 190 | 0,13936 | 290 | 0,13693 |
| 30 | 0,11711 | 100 | 0,11223 | 200 | 0,13910 | 300 | 0,13671 |
| 35 | 0,11342 | 110 | 0,11187 | 210 | 0,1,884 | 310 | 0,13649 |
| 40 | 0,11577 | 120 | 0,11150 | 220 | 0,138,7 | 320 | 0,13629 |
| 45 | 0,11508 | 130 | 0,11116 | 230 | 0,13831 | 330 | 0,13608 |
| 50 | 0,11461 | 140 | 0,11081 | 240 | 0,13807 | 340 | 0,13586 |
| 55 | 0,11422 | 150 | 0,11050 | 250 | 0,13783 | 350 | 0,13563 |

моходного испытания производится по закону подобия непосредственно с режима подобия, т. е. в предположении, что вязкость не изменяет явления работы винта. Это предположение справедливо при достаточно большом числе Рейнольдса, т. е. при достаточно высоких числах оборотов и достаточно больших диаметрах винта—модели.

При обычных условиях испытаний в С. о. б. отклонение по этой причине невелико и т. к. оно идет в запас, т. е. преувеличивает требуемую мощность, то обычно считают возможным им пренебрегать. Диаграммы самоходного испытания состоят из кривых вращающего момента, упорного давления, числа оборотов и вычисляемой по ним затраченной мощности на валу винта WPS в зависимости от скорости модели. Путем пересчета определяются соответствующие величины для судна и строится аналогичная диаграмма. На ней же наносятся величины пропульсивного кпд $\eta_0 = \frac{EPS}{WPS}$ (EPS — буксиров. мощность из испытания модели).

К особым приспособлениям, применяемым в бассейне, относятся: 1) волнообразователь, представляющий собою длинный ящик, ось к-рого расположена поперек бассейна, приводимый в прямолинейно-возвратное движение в вертикальном направлении специальным электромотором через посредство шагнуного механизма. Указанное движение дает возможность образовывать волны различной высоты и длины в зависимости от скорости и амплитуды движения волнообразователя. 2) Плавающее дно, состоящее из ряда пустотелых понтонов, по ширине равных лотку и скрепленных вместе. Внутри понтонов заключены трубы, в к-рые

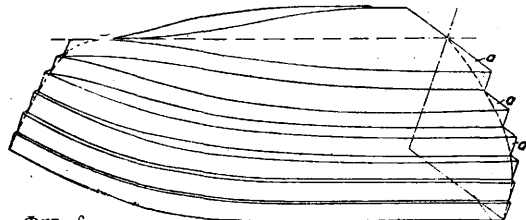
м. б. накачиваем воздух особым компрессором. Плавающее дно применяется для исследования движения судов на мелководьях. Впрочем невозможность осуществить ровное дно, громоздкость и неудобство в обращении не позволяют рекомендовать этот метод; устройство специального мелководного лотка следует признать более желательным. 3) Кавитационная



труба (фиг. 5) устраивается для исследования винтов при режиме кавитации, т. к. это явление не поддается изучению в бассейне, ибо подобие природы и модели не м. б. соблюдено по причине равенства атмосферного давления для натурального и модельного явлений, между тем как для наступления кавитации играет роль величина статич. давления, в к-рое атмосферное давление входит слагаемым. Поэтому в настоящее время предпринимаются попытки исследования явления кавитации в специальной замкнутой трубе, давление в к-рой можно изменять по желанию в широких пределах. Винтовым насосом a , устанавливаемым в трубе, сообщается нек-рая скорость заключенной в ней воде. В трубу же y помещается исследуемая модель винта, к-рой сообщается желаемое число оборотов валом, проходящим наружу через патрубок e ; упорное давление и вращающий момент винта измеряются динамометром g . Явление можно наблюдать через стекло, вставленное в стенку трубы.

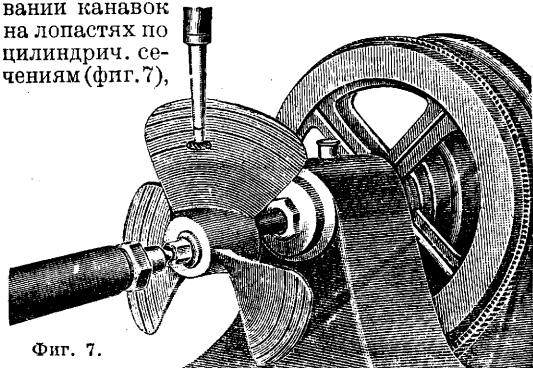
Модели судов изготовляются из парафина (редко из дерева), причем существует два способа: в первом остов (скелфтон) парафиновой модели делается из дерева, во втором модель делается из парафина целиком. Второй способ более распространен. В этом случае парафин отливается начерно в глиняную форму; для обработки отливка идет на специальный фрезерно-копировальный станок, где она устанавливается килем вверх в корыте, движущемся вдоль своей оси, и обстративается 2 фрезами с вертикальными осями, получающими симметричное относительно диаметральной плоскости модели поперечное перемещение от руки, причем это перемещение управляется поперечным же перемещением рамки с стеклянной пластинкой, на к-рой нанесена окружность диаметра, равного наружному диаметру фреза. Под рамкой движется со скоростью обрабатываемой модели в продольном направлении стол с чертежом, на котором нанесен ряд ватерли-

ний модели. Мастер двигает рамку со стеклом (а следовательно и фрезы) в поперечном направлении так, чтобы окружность, нанесенная на стекле, была во время движения стола во внешнем касании к соответствующей ватерлинии; фрезы при этом прострагивают данную ватерлинию на обеих сторонах модели. Затем фрезы переставляются на высоту, соответствующую новой ватерлинии, производится вновь фрезеровка и т. д.; после этой обработки модель при-



Фиг. 6.

обретает ступенчатый вид (фиг. 6), причем внутренние уступы ступени идут по ватерлиниям, излишки парафина *аа* снимаются затем вручную под локала до исчезновения ступенек. Наконец модель идет на воду, где загружается балластом до потребной ватерлинии и выверяется диферент. Обработка моделей винтов производится аналогичным образом. Модель изготавливается из легкоплавкого металла, отливается в алебастровую (гипсовую) форму и обрабатывается на станке, аналогичном в принципе таковому для моделей судов. Разница заключается лишь в том, что продольное движение модели здесь заменяется вращательным движением винта, модели, вокруг своей оси. По этой причине скорость модели различна на различных радиусах, а отсюда меняется и масштаб чертежа (ф р е з л а н а) в направлении движения стола (вращения модели), по которому производится обработка, соответственно радиусу обрабатываемой части винтовой поверхности. В соответствии с этим изображением профиля лопасти на фрезеляне искажаются. Масштаб продольный (по оси *x*) неравен поперечному (по оси *y*), причем последний постоянный для различных радиусов, а первый (продольный) различен. Обработка заключается в прострагивании канавок на лопастях по цилиндрич. сечениям (фиг. 7),



Фиг. 7.

т. е. аналогична обработке в случае моделей судов (по ватерлиниям); в соответствии с этим фрезплан представляет собой совокупность сечений лопасти цилиндрич. поверхностями. Радиусы берутся через 5 или через 10 мм. После строжки модель винта спиливается вручную до исчезновения следов канавок, а затем полируется. В здании бассейна располагаются помимо собственно бассейна столлярная,

литейная (для парафина), модельная и механическая мастерские, бюро и кабинеты инженеров, аккумуляторная, светокопировальная и др.

Проектирование и построение бассейна. Длину лотка следует определять, исходя из времени пробега (15—20 ск. постоянной скорости) и скорости; последняя зависит от скорости исследуемых судов и предполагаемого масштаба моделей. Обычные длины моделей— в пределах от 3 до 8 м. В случае исследования гидросамолетов и глассеров ну кнэ иметь наибольшую скорость тележки не менее 20 м/сек. Надежность результатов, получаемых путем испытания в бассейне при пересчете их на натуру, не всегда является достаточной; известны резкие отклонения, получаемые в отдельных случаях при испытаниях судов от тех результатов, к-рые были получены путем пересчета данных испытаний модели. Тем не менее метод испытаний в бассейне следует все же признать значительно более точным для предварительного определения мощности механизмов судна, чем всякий другой. Что же касается подбора наилучшего варианта обводов, т. е. сравнительной оценки различных образований корпуса судна, то испытания в бассейне являются

Табл. 3.—Главные данные о важнейших С. о. б.

| Местонахождение | Год постройки | Главные размеры бассейна, м | | | Скорость тележки, м/сек |
|-----------------|---------------|-----------------------------|--------|--------------|-------------------------|
| | | длина наибольш. | ширина | глубина воды | |
| Гамбург * | 1915 | 185,0 | 16,00 | 6,75 | 9,00 |
| » | 1915 | 165,0 | 8,00 | 4,50 | 5,00 |
| » | 1931 | 322,0 | 5,00 | 2,50 | 20,00 |
| Берлин | 1910 | 202,0 | 8,20 | 4,30 | 7,00 |
| Вена | 1915 | 180,0 | 10,00 | 5,00 | 8,50 |
| Теддингтон | 1910 | 175,0 | 9,15 | 3,73 | 7,60 |
| Рим | 1930 | 275,0 | 12,5 | 6,30 | 12,0 |
| Гренелль | 1906 | 160,0 | 10,00 | 4,00 | 6,10 |
| Вашингтон | 1899 | 113,0 | 13,25 | 4,50 | 10,2 |
| Москва | 1930 | 200,0 | 12,5 | 6,50 | 13,0 |
| Ленинград | 1887 | 131,0 | 6,70 | 3,30 | 4,00 |

* Большая тележка обслуживает оба бассейна, полная эффективная длина 322 м.

бесспорно единственным и очень точным методом. Самоходные испытания, вошедшие в употребление очень недавно, должны дать освещение вопросов «пересчета на натуру» и тем сделать более надежным результаты эксперимента в бассейне.

СУКОННОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ряд технологич. процессов в обработке шерсти при превращении ее в сукно. **Н. Алякринский.**

Сукно—шерстяная или полушерстяная ткань, переплетение нитей к-рой находится под войлочным застилом—фильцем. Сукно может быть сработано путем непосредственного сваливания и сваливания шерстяных волокон на сукновальных машинах—фильцевых. В области производства войлоков (фильцев) за последние годы имеются громадные достижения. Достаточно указать на то, что некоторые ответственные сорта технич. сукно, употребляющихся в производстве бумаги и вырабатывающихся на особом, достаточно сложном и весьма громоздком оборудовании, успешно заменяются сукнами, сработанными путем фильцевания. Другой способ изготовления сукна заключается в выработке тканей из нитей, их переплетении в продольном и поперечном направлениях и в дальнейшей обработке этих тканей

на целом ряде машин. Продольно расположенные нити называются основой, поперечно расположенные—утком. Сукно может быть сработано: 1) из шерстяной основы и шерстяного утка, 2) из шерстяной основы и нешерстяного (хл.-бум., льняного, шелкового и т. п.) утка или, что чаще, из нешерстяной основы и шерстяного утка, 3) из основы или утка, сработанных из шерсти в смеси с другими волокнами. В соответствии с родом основы и утка сукно может быть подразделено на чистошерстяное, полusherстяное и смешанное. В зависимости от сорта шерсти, из которого сукно сработано, оно делится на грубошерстное—сработанное из грубой шерсти, и тонкое—сработанное из тонкой меринсовой или полугрубой шерсти. Сукно чаще всего окрашивается в различные цвета уже после его выработки; в таком случае оно называется полотном крашеное. Но для изготовления сукна может быть взята окрашенная в разные цвета шерсть. Тщательное перемешивание шерсти различных цветов дает всей массе шерсти своеобразный оттенок—меланж. Сукно, сработанное из меланжевой пряжи, называется тоже меланжевым. Летние костюмные и дамские сорта сукна работаются в большом количестве в виде рисунчатых тканей и носят название трико. Для получения пестрых рисунков пряжа окрашивается в 2, 3 и более цветов. Рисунки, получаемые переплетением различно окрашенных нитей, можно разбить в основном на 3 группы: клетки, прямые полосы и косые полосы, образующие елку. В соответствии с этим встречаются названия: 1) сукно в клетку, 2) сукно в полоску, 3) сукно в елку. Некоторые сорта сукон после получения, на их поверхности войлочного застила подвергаются ворсованию (сукно ворсованное); сукно, не подвергавшееся ворсованию, называется безворсным. При выработке особых видов сукон помимо процесса ворсования сукно подвергается дополнительной операции—отбойке, а отбитый (приподнятый) ворс ровно подстригается. Отбойке подвергаются различные сорта бобрка. Сукно, сработанное из различно окрашенной пряжи с утолщениями, носит название фасонного. В зависимости от веса единицы площади (1 м²—500—1 000 г) сукно делится на тяжелое, среднее и легкое или, что то же самое, пальтовое, костюмное и дамское.

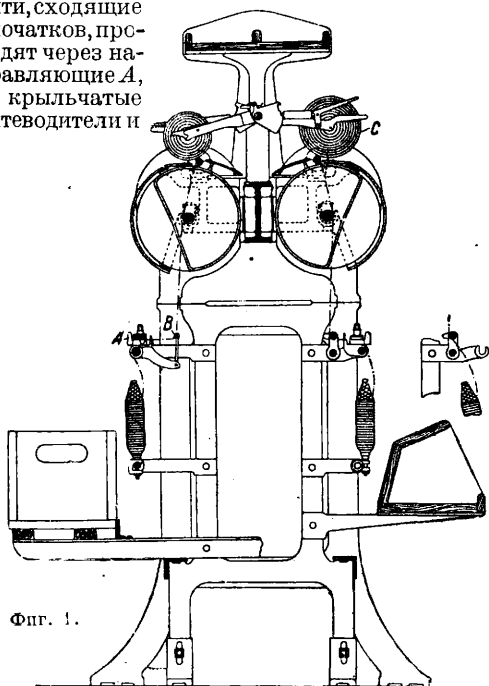
Обычно сукно работается в готовом виде шириною 130—140 см, но для некоторых видов допускаются отклонения как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения указанной ширины. Качество сукна определяется его крепостью на разрыв и размерами удлинения. Более объективным показателем добротности сукна является его разрывная длина (произведение номера, общего для всех нитей, оказывавших сопротивление разрыву, на разрывную нагрузку). Испытание на крепость и удлинение производится одновременно на особых динамометрах. Для испытания берется полоска длиной 200 мм и шириною 50 мм. Чем выше разрывная длина и удлинение сукна, тем выше его качество. Кроме того сукно испытывается на изнашивание, прочность окрашивания и теплопроводность.

С. п. охватывает собой следующие процессы. 1. Приготовлении пряжи из шерсти или из смеси ее с другими волокнами (см. Шерстопрядение). Сущность этого процесса заключает-

ся в том, что различные виды шерсти приводятся в разрыхленное состояние, смешиваются, расчесываются, превращаются вначале в ровницу, а затем перерабатываются в пряжу. Если шерсть поступает на ф-ку в грязном виде, ее необходимо перед разрыхлением промыть и высушить. Промывка (мойка) шерсти производится на мочечных машинах-левиафанах, а высушивание—в соответствующих сушильных установках (сушилках). Разрыхление мытой шерсти производится на трепальных и шипальных машинах, а сущность этой операции заключается в воздействии на более крупные клочки шерсти растягивающих усилий. При этом наблюдаются протряхивание шерсти, разделение массы шерсти на более мелкие клочки и освобождение ее от посторонних примесей. Разрыхленную шерсть нескольких сортов смешивают. Иногда при смешивании к шерсти добавляют другие волокна (хлопок, шерстин и т. п.). Расчесывание, или кардочесание, шерсти преследует цель дальнейшего разделения волокон, их распрямления и частичной параллелизации. Кардочесание в С. п. производится на комплекте кардочесальных машин, состоящем из двух-трех машин, называемых в совокупности а п п а р а т о м. В грубосуконном производстве аппарат состоит из двух кардочесальных машин; в тонкосуконном производстве аппарат состоит из трех кардочесальных машин. Смеска (комбинация нескольких видов шерсти) последовательно пропускается через кардочесальные машины аппарата и в зависимости от числа машин, входящих в аппарат, подвергается двукратному или трехкратному пересчесыванию. Аппарат, состоящий из двух машин, называется двухпрочесным. Составной частью аппарата является делительная каретка, на к-рой сходящая с последней кардочесальной машины в виде тонкого полотна расчесанная смесь делится на отдельные ленточки и в особом сучильном приборе ссучивается в виде рыхлых круглых нитей, называемых р о в н и ц е й. Ровничные нити после выхода из сучильного прибора наматываются на особые скалки в виде бобин (см. Шерстопрядение). Переработка ровницы в пряжу производится на прядильных машинах. В зависимости от характера получения пряжи прядильные машины в С. п. разделяются на непрерывнодействующие и работающие периодически. К первым относится аппаратный кольцепрядильный ватер, а ко вторым—аппаратный, или суконный, сельфактор. На ватере процесс прядения и процесс наматывания выпряденной пряжи в виде початков происходят одновременно и непрерывно, пока не будет закончена выработка съема, т. е. пока не будут сработаны початки установленных размеров. Процесс прядения на сельфакторе происходит периодически. Сначала ровничные нити вытягиваются и скручиваются, а затем готовая пряжа наматывается в виде початков (см. Шерстопрядение). Т. к. в дальнейшем получении из шерстяных нитей ткани основная пряжа—«основа»—подвергается ббльшим механич. воздействиям, нежели уточная пряжа («уток»), и следовательно основная пряжа д. б. сработана более крепкой, ей в процессе прядения сообщается ббльшая крутка, нежели утку, т. к. при одинаковом сырье крепость пряжи до некоторых пределов пропорциональна сообщаемой ей крутке. Само скручивание нитей в процессе прядения производится в разные стороны. Обычно основе назначается правая крут-

ка, а утку—левая. Диаметр и высота початков при выработке пряжи зависят от ее назначения. При выработке основы желательно получить початки наибольшими, т. к. дальнейшие операции с этой пряжей не предъявляют к размерам початков особых требований, а увеличение длины нити на початке повышает коэф. использования. В таком случае размеры початков будут зависеть только от расстояния между веретенами и от высоты веретен на прядильных машинах. Размеры початков для уточной пряжи помимо указанных факторов зависят еще и от размеров челнока.

2. **Перемотка пряжи.** а) **Перемотка основы.** Основную пряжу желательно всегда перематывать с початков, поступающих из прядильного отдела в бобины. При перемотке пряжи производится ее контроль в отношении крепости. Т. к. во время перемотки пряжа подвергается натяжению, наиболее слабые места обрываются. Оборвавшиеся нити соединяют, и в дальнейшей обработке на сновальных машинах и на ткацких станках уменьшается число обрывов основных нитей, а вследствие этого уменьшается время простоев указанных машин и, тем самым повышается их коэффициент использования времени работы, т. е. их производительность. Перемотка основы производится на крестомотальных машинах. Такая машина представлена на фиг. 1. Как видно из фиг. 1, нити, сходящие спочатков, проходят через направляющие А, В крыльчатые нитеводители и



Фиг. 1.

благодаря трению между быстро вращающимся валом и бобинами наматываются на бобины С. При перемотке нить проходит со скоростью, достигающей 400 м/мин. Производительность одного веретена такой машины достигает 15—20 килономеров в час. б) **Перемотка утка.** В тех случаях, когда размеры початков не соответствуют размерам челнока, уточную пряжу следует перематывать. Уточные початки должны свободно укладываться в челноке, однако необходимо помнить и о том, чтобы внутренние размеры челнока, были полностью использованы, поэтому очень маленькие початки

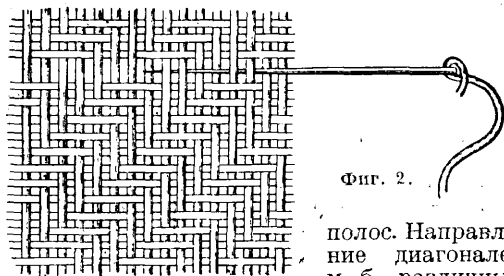
по сравнению с размерами челнока должны перематываться для того, чтобы во время работы на ткацком станке меньше было смен челнока, на время к-рых обыкновенный ткацкий станок останавливаются. Во время перемотки уточной пряжи также происходит контроль ее в отношении крепости. Перемотка утка производится на уточно-мотальных машинах (см. *Размотка пряжи*).

3. **Сновка пряжи.** После перемотки основной пряжи она направляется в сновальное отделение для сновки. Сновальная машина состоит из следующих трех частей: а) рамы, б) берда, или рядка, в) сновального барабана. Бобины, или початки с основной пряжей, устанавливаются на раме сновальной машины, откуда нити через бердо направляются на сновальный барабан и навиваются по его периметру в виде полос (лент). Ширина таких полос зависит от числа нитей, проходящих через бердо, от плотности ткани по основе и от общего числа нитей по ширине основы. Обычно на сновальный барабан последовательно навивается несколько полос вплотную друг с другом. Произведение числа нитей в одной полосе на число полос дает общее число нитей по ширине основы. Длина нитей в каждой полосе д. б. одинаковой. Длина же всех основных нитей в навое зависит от длины основы на 1 кусок ткани и от числа кусков, к-рое можно сработать из одного навоя. Длина нитей, наматываемых на барабан, контролируется специальным счетчиком, что позволяет делать особые пометки на основах через определенно устанавливаемую длину. На сновальный барабан навивается одновременно до пяти основ суконной пряжи средних размеров и до 15—20 основ хл.-бум. пряжи при выработке полушерстяных тканей. По окончании полной навивки основ на сновальный барабан основные нити обрезают, перевязывают и укрепляют на навойном валике, после чего производится перевивка основы со сновального барабана на навойный валик. На этом заканчивается сновка пряжи.

4. **Шлихтование основ.** На ткацком станке во время образования зева основные нити испытывают значительные растягивающие усилия, вследствие чего нити могут обрываться; кроме того основные нити во время ткачества непрерывно трутся друг о друга, т. к. часть нитей одновременно с перемещением в горизонтальном направлении перемещается вверх, а другая часть—вниз. Основные нити также трутся о галева ремиз, о бердо во время колебательного движения последнего и о челнок во время его полета. Все перечисленные факторы делают основную пряжу пушистой и ослабляют ее крепость, в результате чего повышается число обрывов основных нитей и следовательно снижается коэф. использования времени работы ткацкого станка и его производительность. Для того чтобы сделать основную пряжу более гладкой и частично повысить ее крепость, ее подвергают шлихтованию, т. е. проклеиванию особыми клеящими составами, называемыми ш л и х т о й. В грубосуконном производстве шлихтование производится обыкновенным столярным клеем, а в тонкосуконном производстве—раствором картофельного крахмала. Иногда к крахмалу добавляют столярный клей и глицерин. Проклеивание основ столярным клеем помимо повышения гладкости пряжи увеличивает крепость на 50—60%, а проклеивание крахмалом повышает крепость на 15—30%.

Шлихтование основ производится на *шлихтовальных машинах* (см.).

5. Ткачество представляет собой выработку суровых тканей (суровья) путем переплетения основных и уточных нитей, поступающих на ткацкий станок в виде навоев и уточных початков (см. *Ткацкий станок*). Для разных суконных тканей назначаются различные виды ткацких переплетений. В С. п. встречается большое количество разнообразных переплетений. Все число возможных переплетений можно разбить на три основных класса, из комбинаций которых обычно конструируется данное переплетение. а) Суконное, полотняное или гарнитурное, переплетение представляет собой самую простую комбинацию основных и уточных нитей (см. *Переплетения тканей*). При выработке тканей с суконным переплетением основные нити при образовании зева делятся на две равные части, причем для первой прокидки уточной нити верхнюю часть зева составляют все нечетные основные нити, а нижнюю часть — все четные основные нити. При второй прокидке уточной нити в верхней части зева оказываются четные основные нити, а в нижней части — нечетные основные нити. Выработку суровья с суконным переплетением возможно производить при двух ремизах. б) Киперное, или саржевое, переплетение представляет собой такую комбинацию нитей, при к-рой каждая следующая нить основы переплетается с каждой следующей нитью утка, вследствие чего рисунок киперного переплетения имеет форму диагонально расположенных



Фиг. 2.

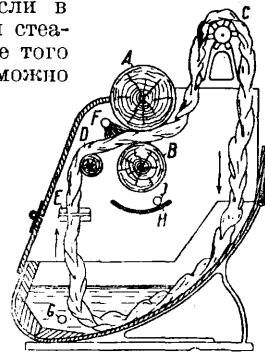
полос. Направленные диагоналей м. б. различным

(фиг. 2). в) Атласное, или сатиновое, переплетение представляет такую комбинацию нитей, при к-рой каждая основная нить в одном раппорте перекрывается уточной нитью только один раз. (Раппортом называется число основных и уточных нитей, необходимое для образования ткацкого рисунка.)

6. Просмотр суровья. Сотканые куски суровья отрезают с ткацкого станка и передают в контрольное отделение, где производят промеривание и просмотр, при этом на куске делают соответствующую пометку о длине и весе. Далее производят просмотр суровья, в процессе к-рого на местах обнаруженных дефектов тканей делают соответствующие пометки мелом. Иногда для отметок употребляют мел различных цветов, причем различными цветами отмечают определенные виды пороков. Такой способ отметок позволяет строго дифференцировать работу между штопальщицами и чистильщицами и тем самым повысить их производительность. Чистильщицы производят удаление с поверхности суровья узелков, петель, налета, а также подрезание торчащих концов нитей и тем самым придают ему внешне чистый вид. Штопальщицы производят исправление дефектов ткацкого рисунка, к числу которых

относятся: а) прометы (недостача уточной нити на нек-рой ширине товара); б) двоины (попадание в зев духили более уточных нитей); в) бланы (отсутствие на нек-рой длине основной нити); г) козлы (искажение ткацкого рисунка вследствие неправильно заведенных в ремизку основных нитей); д) двоины основы (образуются от заедания в глазки галев двух основных нитей вместе) и т. д. Работа штопальщиц заключается в непосредственном введении недостающих нитей как по основе, так и по утку с тем, чтобы в местах дефектов ткацкий рисунок получил свое полное оформление. При штопке применяют нити соответствующей пряжи (по цвету, № и крутке). Для исправления дефектов в рисунке при недостающих основных или уточных нитях применяют особые иглы с широкими ушками, в к-рые продевается нить соответствующего номера и цвета. Способ продевания нитей ясен из фиг. 2. После чистки и штопки суровья подвергается окончательному просмотру на особых катках. Каток состоит из двух деревянных валиков — направляющего и вращающегося, — через к-рый перекачивается кусок суровья. На одном конце валика укреплен червяк, связанный с червячным колесом. Червячное колесо связано со стрелкой счетчика, что позволяет во время перекачки суровья производить измерение его длины.

7. Промывка суровья. После окончательного просмотра и приемки суровья оно направляется в промывное отделение. При приемке суровья в промывном отделении должен производиться его просмотр на таком же катке, как и в ткацком отделе, с целью установления пороков для того, чтобы можно было установить причины возникновения новых пороков в процессе промывки. Сущность процесса промывки суровья заключается в удалении из него всех загрязняющих примесей. Необходимо отметить, что наиболее трудно удаляемая часть загрязнений в суровье представляет собой остатки замазливашей эмульсии, применяемой во время кардочесания, особенно если в состав замазливашей эмульсии входил олеонафт, получаемый при переработке нефти и являющийся минеральным маслом, которое не поддается омыливанию щелочами. Даже после хорошей промывки в суровье остается небольшое количество олеонафта. Эмульсии, в к-рые составной частью входит олеиновая к-та, тоже вымываются не полностью, если в олеиновой к-те имеется стеариновая кислота. Кроме того при ткачестве также возможно образование на суровье масляных пятен в результате небрежного обращения со смазочными материалами. Процесс промывки можно разделить на три части: омыливание, эмульгирование и растворение эмульсии. Взвешенные в воде жировые частицы уносятся вместе с ней в сточную канаву. Для обезжиривания суровья применяются сода, мыло, нашатырный спирт и сукновальная глина. Промывка суровья производится на промывных машинах. Схема промывной машины представлена на фиг. 3. В кузове машины расположены один



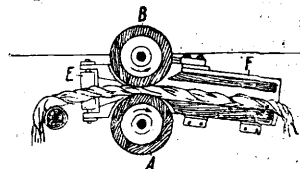
Фиг. 3.

над другим два деревянных вала A и B . Нижний вал B получает движение от привода, а верхний вал A вращается благодаря трению, возникающему между ним и суровьем. Несколько выше и правее главных валов расположен направляющий рифленый валик C . Слева перед главными валами установлены направляющий валик D и направляющая доска E с числом отверстий в ней, соответствующим числу кусков, одновременно проходящих через главные валы машины. Суровье заправляется в машину сл. обр.: куски одним концом пропускаются между валами A и B , затем через направляющий валик C идут вниз и, поднимаясь, проходят через отверстия в направляющей доске E . Затем пропущенные концы кусков сшиваются с другими своими концами, образуя т. о. бесконечную ленту. Иногда в одну ленту сшивают два и более кусков. В месте прохождения кусков от направляющего валика до отжимных валов суровье может по желанию смачиваться водой из трубы. В начале процесса промывки суровье смачивается омыливающим составом, загружаемым в машину. Этот состав производит омыление жировых примесей. Процесс омыливания и эмульгирования, называемый также *р а з м ы л о м*, вначале происходит без добавления в промывную машину воды. Затем в машину вводят дополнительное количество воды через трубу F ; t° воды по желанию может изменяться. Суровье, пропитанное эмульгированным составом, проходит между валами A и B , где происходит отжатие жидкости. Отжатая жидкость при размыле стекает обратно в промывную ванну. Под отжимными валами имеется корыто H , на дне которого расположена выходная труба J . При размыле она закрыта. После того как суровье будет в достаточной мере освобождено от загрязняющих примесей, грязная вода спускается по трубе G , выходную трубу J открывают и по ней вытекает грязная жидкость, отжимаемая валами; дальнейшая промывка, носящая название прополаскивания, производится при непрерывном поступлении свежей воды через трубу F . По окончании промывки куски суровья распаривают в сшитых месгах и выгружают из машины на особые подставки или тележки, где они лежат до тех пор, пока не стечет с них излишек воды, после чего производится отжимка.

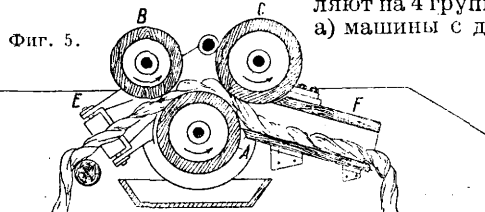
8. *О т ж и м к а*. Этой операцией производится удаление из влажного суровья частиц воды. Отжимка суровья производится на *центрифугах* (см.) или отсасывающих машинах. Центрифуга представляет собой круглый металлич. кожух, внутри которого на вертикальной оси посажена вращающаяся корзина с круглыми отверстиями. После загрузки в корзину отжимаемого материала центрифугу пускают в работу. Дырчатая корзина вращается с большой скоростью, в результате чего развивается большая центробежная сила, заставляющая частицы воды проходить в направлении к оболочке корзины и за нее через круглые отверстия. Удаление воды будет производиться до тех пор, пока действие центробежной силы будет больше сил сцепления воды с материалом. Практически окончание процесса отжатия узнается по прекращению стекания воды со стенок кожуха. Отсасывание влаги производится на отсасывающих машинах—«отсосах». Главным органом отсасывающей машины является полый цилиндр, по длине которого расположена узкая щель. При помощи отсасывающего вентилятора воздух непрерывно отсасывается из

этого цилиндра, и новое заполнение воздухом происходит через щель. Когда через этот цилиндр пропускается суровье, то вместе с воздухом через щель отсасываются частицы воды.

9. *В а л к а с у р о в ь я*. Процесс валки состоит из свойлачивания и собственно валки. Сущность свойлачивания заключается в перемещении концов волокон, выступающих на поверхности тканей, их спутывании и переплетении друг с другом, в результате чего на поверхности ткани образуется войлочный застил (фильц). Сущность же валки, или увалки, заключается в перемещении и уплотнении по всей массе как в верхних, наружных, частях ткани, так и внутри ее, в результате чего происходят уплотнение ткани и сокращение линейных размеров ее по длине и ширине. Перемещение концов волокон и волокон в целом происходит благодаря их упругости. Как только упругость окажется недостаточной для преодоления усилий, испытываемых волокнами шерсти, перемещение волокон прекращается, и дальнейшее продолжение валки станет нецелесообразным как в отношении внешнего вида ткани, так и в отношении увалки и свойств ткани. По мере продолжения процесса валки волокна перепутываются все больше и больше, а в результате продольного перемещения волокон плотность ткани все более и более увеличивается. По окончании процесса валки ткацкое переплетение, хорошо видимое в суровье, оказывается скрытым под войлочным застилом. Этот застил является защитой для основных и уточных нитей от истирания их во время последующей носки. Как продолжительность валки, так и степень увалки по ширине и длине ткани зависят от целого ряда факторов, важнейшими из которых являются: а) состояние суровья (степень влажности, промытое суровье или грязное), б) t° в сукновальной машине, в) свойства шерсти, из которой сработана пряжа и ткань, г) крутка и номер пряжи, д) состав замасливающей эмульсии, е) вид переплетения ткани, ж) плотность ткани по основе и утку, з) добавления во время процесса валки особых составов в сукновальную машину, и) примеси растительных волокон. Из перечисленных факторов наиболее важными являются t° в сукновальной машине, степень влажности, крутка пряжи, плотность ткани в суровом виде. Валка производится в сукновальных машинах. Сукновальные машины, встречающиеся на суконных ф-ках, подразделяют на 4 группы: а) машины с дву-



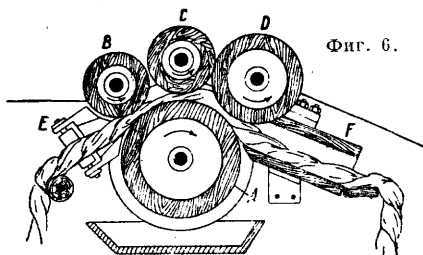
Фиг. 4.



Фиг. 5.

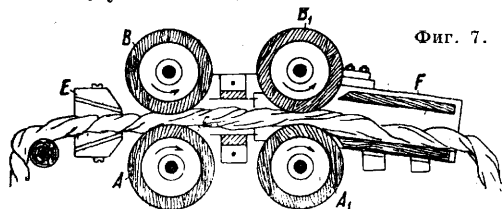
ма валами A и B , расположенными друг над другом (фиг. 4); б) машины с тремя валами: один нижний A и два верхних B и C (фиг. 5); в) машины с четырьмя валами—один нижний A и три верхних B , C и D (фиг. 6); г) машины с четырьмя попарно расположенными валами: два верхних B и B_1 и два нижних A и A_1 ,

(фиг. 7). Все типы сукновальных машин помимо главных горизонтально расположенных валов имеют вертикально установленные направляющие ролики *E* и клапанные коробки



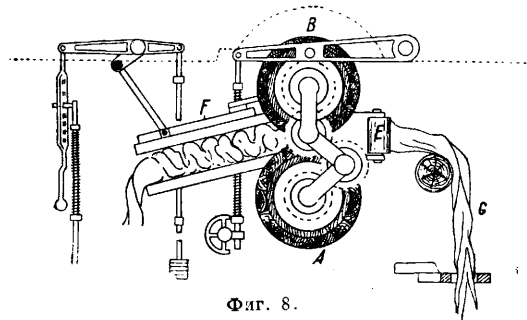
Фиг. 6.

F (фиг. 4, 5, 6, 7). Горизонтально расположенные валы и вертикальные направляющие ролики являются органами, уваливающими ткани по их ширине, клапанные же коробки — органами, уваливающими ткани по их длине.



Фиг. 7.

Наиболее распространенным типом сукновальной машины является машина с двумя расположенными друг над другом валами. Процесс работы ясен из рассмотрения схемы на фиг. 8. Кусок или несколько кусков суровья сшиваются и заправляются в машину в виде бесконечной ленты. Лента проходит через направляющий валик *G* между вертикально установленными роликами *A* и *B* и далее между ними в клапанную коробку *F*. По выходе из последней лента опускается под действием собственного веса вниз — на дно сукновальной машины, откуда поднимается вверх и через направляющий валик идет по только что описанному пути. Из рассмотрения фиг. 8 видно, что помимо собственного веса верхнего вала *B* давление на ткань, проходящую между валами *B* и *A*, увеличивается еще действием системы рычагов. Точно так же помимо веса верхнего



Фиг. 8.

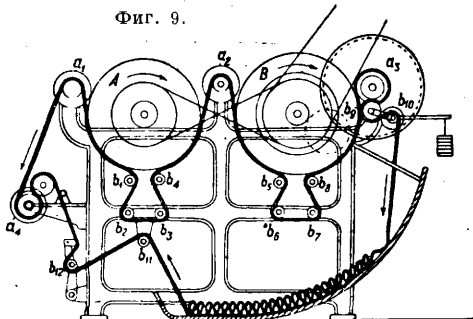
клапана клапанной коробки давление на ткань, проходящую через клапанную коробку, достигается соответствующей системой рычагов с грузами и пружинами. Для ускорения и улучшения процесса валки ткани замачивают особым составом (раствором мыла или раствором серной к-ты). Также для ускорения процесса валки t° внутри сукновальной машины искусственно поддерживается на определенном уро-

вне. Для этого в машину иногда подводится пар. При валке полушерстяных тканей усадка происходит по ширине ткани. Волокна перемещаются в этом случае только по утку. Изменения же размеров по длине тканей или не наблюдается совсем или происходит увеличение длины. Путем изменения давления на ткань можно изменять степень ее увалки по ширине и длине. Правильное ведение процесса валки должно дать соответствующее изменение линейных размеров ткани по ширине и длине. Работу сукновальной машины прекращают, как только ткань получит определенно установленные размеры по длине и ширине. После валки ткани должны промываться на промывных машинах. Если ткани после указанных операций имеют растительные примеси, то они после промывки должны обязательно карбонизоваться. Ткани рисунчатые и не имеющие растительных примесей после промывки и отжимки направляют на сушильную машину для сушки, а особые виды тканей направляют в ворсовальное или красильное отделение.

10. Карбонизация тканей. Шерстяные ткани, содержащие растительные примеси, не поддающиеся окраске красителями, применяемыми при крашении чисто шерстяных сукон, карбонизируют (см. Карбонизация).

11. Ворсование. После промывки и отжимки валажные и карбонизованные ткани направляют в ворсовальное, или нагонное, отделение. В зависимости от того, подвергаются ткани ворсовке или не подвергаются, все виды

Фиг. 9.

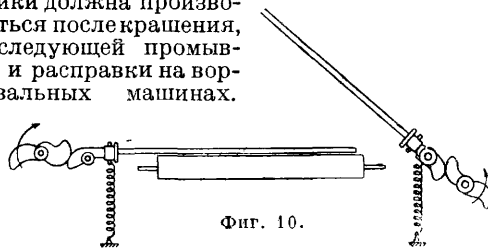


суконных тканей разделяются на ворсованные и безворсные. Сущность процесса ворсования заключается в вытаскивании на поверхность ткани концов волокон, их расчесывании и параллельном расположении друг относительно друга. Образование на поверхности тканей массы параллельно расположенных волокон также носит название начеса. При ворсовании тканей волокна на их поверхности располагаются по длине куска. При образовании начеса основную массу волокон на поверхности тканей представляют волокна уточных нитей, поэтому ткани, подвергающиеся ворсованию, дают пониженные показатели по крепости на разрыв по утку. Ворсование производится на ворсовальных (нагонных) машинах. Нагонные машины бывают однобарабанные и двухбарабанные. На фиг. 9 представлена схема двухбарабанной машины. Ткань во влажном состоянии в виде бесконечного полотна заправляется в машину. Вначале она проходит через направляющий валик a_1 и, огибая его в верхней части, направляется по поверхности барабана *A* к натяжному ролику b_1 , затем, огибая ролики b_2 , b_3 и b_4 , она по поверхности барабана *A* идет вправо вверх, огибая направляющий валик a_2 . Далее

ткань проходит через натяжные ролики b_5, b_6, b_7 и b_8 и направляющий валок a_3 , огибая ворсовальный барабан B . Ткань одной и той же стороной соприкасается с ворсовальными барабанами в четырех местах. Далее ткань через валки b_9 и b_{10} проходит вниз под машину и оттуда через валки b_{11}, b_{12} и a_4 — в исходное положение. Органами, ворсующими ткани, являются два барабана A и B , вращающиеся по направлению движения часовой стрелки. На их поверхности по длине расположены параллельно друг другу планки, в к-рых закреплены ворсовальные шишки, покрытые цепкими колючками. Ворсовальные шишки в большом количестве культивируются во Франции. В СССР ворсовальные шишки культивируются в Крыму, на Кавказе и в Туркестане. Колючки ворсовальных шишек очень прочны и упруги. Высокая степень упругости ворсовальных шишек очень важна для процесса ворсования. Благодаря упругости и эластичности колючек вытаскивание волокон на поверхность тканей происходит без заметных повреждений. Ворсовальные шишки закрепляют на планках т. о., чтобы, когда планки будут установлены на барабане ворсовальной машины, направление загибов колючек совпадало с направлением их движения. При прохождении тканей через машину необходимо следить за тем, чтобы ткани были расправлены во всю ширину и чтобы не было на них складок. Наряду с ворсовальными машинами с планками и ворсовальными шишками встречаются машины, на к-рых вместо ворсовальных шишек применяют валки, обтянутые кардолентой. Принцип работы таких машин одинаков с только что изложенным. Недостатки их — потери большого количества волокон в виде сбоя и повреждение тканей.

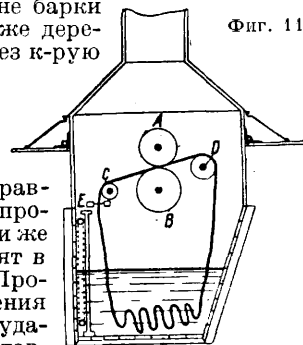
12. **Поднятие ворса.** Эта операция производится только для тканей особого назначения. К таким тканям относятся бобрин, некоторые сорта драпа и одеял. Поднятие ворса на тканях достигается путем отбивки ворса, полученного на их поверхности ручным или машинным способом. Волокна, извлеченные на поверхность ткани в процессе ворсования, расположены горизонтально. Процесс отбивки ставит своей целью поднять эти волокна в вертикальное положение. При ручной отбивке подлежащая отбивке ткань подвешивается во влажном состоянии вверх наворсованной стороной на особые ролики. С одного конца ткань закрепляется на круглом валике, обтянутом колючей лентой, а с другого конца натягивается при помощи ворота. Ткань д. б. натянута равномерно по длине и ширине. После того как ткань окажется в достаточной степени натянутой, начинается отбивка. Для этой цели рабочие (12—16 чел.) встают по обе стороны натянутой ткани и начинают наносить сильные, но короткие удары по ткани длинными, круглой формы, ореховыми палками. При этом волокна на поверхности ткани принимают вертикальное положение по отношению к полотну. Нанося удары палками, рабочие все время подвигаются вдоль ткани. Для полного поднятия ворса рабочим необходимо несколько раз пройти с одного конца ткани к другому. При машинной отбивке натянутая ткань непрерывно передвигается, а палки в горизонтальном направлении укреплены неподвижно. Движение палкам в вертикальном направлении сообщается при помощи эксцентров и пружин. Схема такого приспособления показана на фиг. 10. Отбитую ткань сни-

мают с роликов и накальвают по длине куски на особые сушильные рамы. Натянутая на раме ткань просушивается в особых сушильных камерах. Если ткань работает из крашеной шерсти и не будет подвергаться дополнительному крашению, то в отбивку товар поступает из ворсовального отделения. Если же работает сукно полотном крашеное, то операция отбивки должна производиться после крашения, последующей промывки и расправки на ворсовальных машинах.



Фиг. 10.

13. **Крашение суконных тканей** производится в красильных барках. Схема красильной барки дана на фиг. 11. Промытые и нейтрализованные ткани направляются в виде бесконечных полотен в барку. Полотно, огибая направляющий валок C , направляется в отжимные валы A и B . Оттуда оно, огибая барабан D , опускается в барку, наполненную красящим раствором. У левой боковой стенки барки установлена деревянная решетка E . Между стенкой барки и решеткой расположены трубы, по к-рым проходит пар для нагревания содержимого барки. На дне барки устанавливается также деревянная решетка, через к-рую проваливаются тяжелые, загрязняющие красящий раствор примеси. По окончании процесса крашения сукно направляют для промывки в промывное отделение или же промывку производят в красильной барке. Промывкой после крашения преследуется цель удаления из тканей оставшихся загрязнений и красителя, не соединившегося достаточно прочно с волокнами или не образовавшего на поверхности волокон прочного соединения. Промывка окрашенных тканей производится или на чистой воде или на воде с добавлением раствора глины. См. *Крашение*.



Фиг. 11.

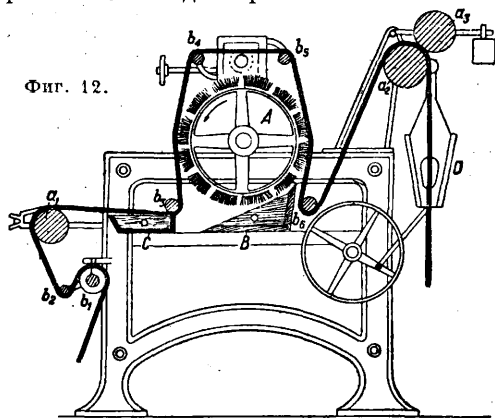
14. **Просушивание сукна.** После промывки и отжимки окрашенные ткани просушиваются в ширительно-сушильных машинах. Ткань в ширительно-сушильной машине медленно движется в натянутом состоянии по длине и ширине. Воздух в машине нагревается с помощью батареи труб, по к-рым проходит пар, а насыщенный водяными парами удаляется из машины вентилятором. Натянутая ткань проходит в машине зигзагообразно несколькими рядами. Одновременно в машине в зависимости от ее мощности может находиться несколько кусков общей длиной 100—150 м. Просушенные ткани по выходе из сушильной машины особым прибором укладываются в виде широких складок.

15. **Просмотр сукна.** После высушивания сукно просматривают на специальных, хорошо освещенных столах. В результате просмотра окрашенного и высушенного сукна с

его поверхности удаляют петельки, узелки, концы нитей, хорошо видимые в окрашенном и высушенном сукне. После просмотра и очистки окрашенное сукно для придания ему большей мягкости пропускают через мяльную машину—«мялку». По своей конструкции мяльная машина очень похожа на сукновальную машину. Ткань пропускают через мяльную машину в сухом виде, в то время как валку суровья производят во влажном состоянии. Во время пропуска сукна через мяльную машину с его поверхности удаляются грубые, сухие и мертвые волокна.

16. **Б а с т о в к а.** Этой операцией удаляются с поверхности сукна различные случайно оказавшиеся примеси, а также волокна, не связанные с тканью. Кроме того в процессе бастовки производится поднятие волокон их свободными концами кверху. Бастовка производится на бастовальных машинах. Встречаются двухбарабанные и однобарабанные бастовальные

Фиг. 12.

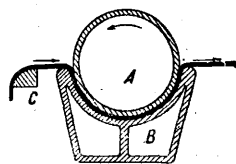


машины. На фиг. 12 представлена схема однобарабанной машины. Сукно в виде расправленного полотна, огибая валики $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6$, a_1, a_2, a_3 , проходит по щеточному барабану A в двух местах. Щеточный барабан движется навстречу движению сукна. Щетки барабана во избежание загрязнения непрерывно очищаются о край ящика B . В некоторых случаях для лучшей очистки сукно перед тем, как вступить в соприкосновение со щетками барабана, увлажняется и пропаривается. Для этой цели в корыте C , верхняя часть к-рого делается дырчатой, расположена труба с отверстиями, через к-рые пропускается пар. По выходе из бастовальной машины сукно раскладом D раскладывается в виде складок.

17. **Стрижка.** Бастовка сукна по отношению к стрижке является подготовительной операцией. Во время бастовки концы волокон на поверхности ткани поднимаются щетками. Сущность процесса стрижки состоит в срезывании торчащих на поверхности ткани волокон, в результате чего поверхность становится однообразной и чистой. Срезывание волокон производится при помощи стригального аппарата, состоящего из ножа и цилиндра со спиральными ножами-перьями (см. *Стригальная машина*). Обычно стрижка сукна производится по несколько раз с обеих сторон полотна. При пропуске сукна через стригальную машину цилиндр, нож d , установлен на соответствующий в зависимости от толщины ткани высоте. Опускание и поднятие цилиндра ножа производится винтом. Для увеличения производитель-

ности стригальной машины на одной станине устанавливают два или даже три цилиндра. Однократный пропуск через такую машину заменяет собою двукратный или трехкратный пропуск через одноцилиндровую машину. При индивидуальной работе стригальных машин сукно должно сшиваться в виде бесконечной ленты. При прохождении над шивком между ножами могут произойти порезы сукна и связанные с этим дефекты. Во избежание подобных явлений верхний цилиндр, нож во время прохождения утолщенных мест ткани приподнимается. С целью сокращения времени на перетаскивание кусков от одной машины к другой несколько машин устанавливают подряд одну за другой, а шитые куски сукна непрерывно проходят через всю группу машин. Качество стрижки остается одинаковым, зато увеличивается коэф. использования времени работы машин и тем самым повышается производительность каждой машины и всего комплекта в целом. Во время поднимания цилиндрического ножа процесс стрижки прекращается, и концы кусков оказываются неостриженными. Для стрижки концов применяются небольшие поперечные стригальные машины. Сущность процесса стрижки на поперечной стригальной машине одинакова с вышеизложенным. Отличие заключается лишь в том, что на стригальной машине обычного (продольного) типа ножи находятся в неподвижных опорах, а передвигается ткань, на машине же поперечного типа ткань неподвижно закрепляется в расправленном состоянии, а ножи передвигаются поперек ткани. Во время стрижки получается большое количество мелких волокон, называемых к н о п о м, часть к-рых остается на поверхности сукна. Для удаления клопа с поверхности сукно после стрижки пропускают через бастовальную машину. При стрижке непрерывным потоком бастовальные машины $m. б.$ установлены перед первой стригальной машиной и после последней стригальной машины.

18. **Прессование и декатировка.** Процессом прессования производятся уплотнение массы волокон в ткани, разглаживание волокон на поверхности полотна и их закрепление. Прессование производится при высокой t° . Шерстяные волокна после действия на них высокой t° повышают свою упругость и тем самым сохраняются на продолжительное время в таком положении, в каком они оказываются после выхода сукна из самопресса. В подавляющем большинстве случаев прессование производится на цилиндрич. самопрессах. Схема цилиндрич. самопресса показана на фиг. 13. Сукно, огибая направляющий брус C , проходит между вращающимся цилиндром формы металлич. барабаном A и установленным под ним металлич. корытом B . Внутрь барабана и внутрь корыта пропускают пар, к-рый производит обогревание поверхностей как первого, так и второго. Корыто при помощи гидравлич. насоса или системой шестерен под большим давлением прижимается к барабану. Волокна на поверхности ткани с верхней стороны разглаживаются поверхностью барабана, с нижней стороны—поверхностью корыта. Одновременно с разглаживанием происходит уплотнение ткани в направ-



Фиг. 13.

лени ее толщины и нагревание. Ткань, пропущенная через самопресс, имеет ровный и гладкий вид. Процесс декатировки по существу походит на процесс прессования. Здесь происходит нагревание тканей до высокой t° в более сильной степени, чем это имеет место на самопрессе. Прогревание производится или паром или горячей водой. Целью декатировки является дальнейшее повышение упругих свойств волокон и снижение их гигроскопичности. При обработке шерстяных тканей паром и горячей водой им также сообщается способность противостоять усадке, что имеет особо важное значение для тканей, идущих на пошивку одежды. Декатировка делится на сухую и мокрую. При сухой декатировке на сукно действуют сухим паром. Для этого предназначенную для декатировки ткань наворачивают на полый цилиндрич. валик с мелкими отверстиями. Валик с тканью помещается в закрытый котел, а внутрь валика пропускают горячий пар. Пар проходит через отверстия валика и обогревает ткань. Во избежание образования пятен на сукне дырчатый валик перед тем, как на него намотать предназначенную для декатировки ткань, обертывают бумажной или льняной материей. При мокрой декатировке предназначенная для этой цели ткань также наматывается на цилиндрич. валик с дырчатой поверхностью, обернутый предварительно бумажной или льняной материей. После того как ткань будет намотана, ее сверху также обертывают льняной тканью. Мокрая декатировка производится прокачиванием через сукно горячей воды с последующей обработкой паром. Прокачивание горячей воды может вестись как изнутри, так и снаружи валика. При декатировке тканей во влажном состоянии прокачивание горячей воды не производится, а ткани непосредственно обрабатываются паром. При сухой декатировке ткань после обработки паром оставляют на валике несколько часов для остывания, после чего разворачивают. Чем дольше производится декатировка и чем продолжительнее остывание, тем сильнее образуется на тканях глянec. Для тканей с матовой и полуматовой поверхностью продолжительность декатировки и последующего остывания д. б. меньше. При мокрой декатировке охлаждение ткани производят в холодной воде. Для этого холодная вода прокачивается через ткань или на декатире или на особом аппарате. Процесс декатировки может производиться после различных операций: после валики, после крашения и т. д.

19. **Промеривание, складывание и упаковка.** Сукно, прошедшее все стадии отделочных работ, окончательно просматривают на катке. При этом отмечают все замеченные недостатки, о чем производят соответствующую запись на карточке куска и в предназначенной для этой цели книге. Просмотренные куски сукна промеряют на особых мерильных столах. Промеренные куски складывают по их длине вдвое лицевой стороной внутрь. Складывание производится вручную или на особых складальных столах. Сложенные вдвое куски сукна складывают по длине особыми складками или наворачивают на валики. К готовым кускам пришивают ярлыки, на к-рых проставляют номер, вес и длину куска, ширину и сорт ткани и пр. Готовые куски сукна по 5—6 шт. пакут в кипы и отправляют на склад.

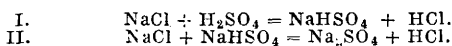
Лит.: Канарский Н., Краткий курс суконного производства, М., 1926; его же, Курс суконного произ-

водства, М., 1932; Клейн К., Ткачество в суконном производстве, Ив.-Вознесенск, 1927; Bergmann J., Handbuch d. Appretur, B., 1928. И. Мясников.

СУЛЬФАНИЛОВАЯ КИСЛОТА, см. *Промежуточные продукты* для синтеза красителей.

СУЛЬФАТ, технич. название безводного сульфата натрия Na_2SO_4 (см. *Натрия содинени*). В природе С. встречается в виде минерала *тенардита* (о водной его форме—*мирабилите* $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ —см. *Глауберова соль*) и в виде различных двойных солей. Естественные залежи С. пока разрабатываются мало, и его добывают почти исключительно разложением NaCl (серной к-той, бисульфатом или действием газов обжигательных колчеданных печей).

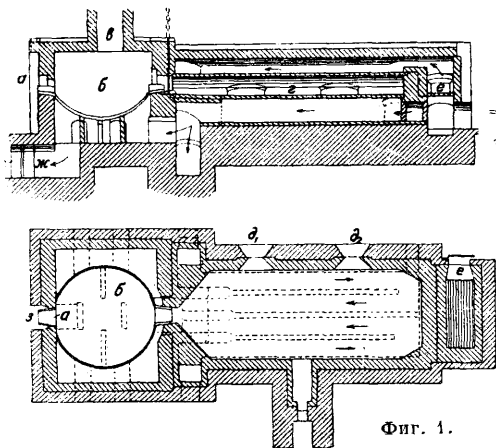
Производство С. 1. Способ *Леллана*. На грубоизмельченную каменную или грубозернистую выварочную соль действуют при нагревании Gloverной серной к-той в $58\text{--}62^\circ \text{Bé}$ или камерной (не слабее 55°Bé), если С. предназначена для приготовления хорошего стекла; обычно берут избыток серной к-ты (от 1 до $1\frac{1}{2}\%$), т. к. часть ее улетучивается. Происходящая при этом реакция протекает в две фазы:



При низкой t° реакция протекает гл. обр. по ур-ию I, при более высокой t° (красного каления) происходит полное разложение поваренной соли, а следовательно реакция протекает по ур-ию II. Теоретически для получения С. на 100 ч. NaCl следует брать 83,81 ч. моногидрата серной к-ты или 107,44 ч. H_2SO_4 60°Bé , причем С. получается ок. 122 ч. В поваренной соли, идущей для приготовления С., определяют хлор, влажность, нерастворимый остаток и известь; примеси MgCl_2 и CaCl_2 вызывают лишний расход серной к-ты; CaSO_4 вреден в том случае, если С. идет для приготовления серы, железо и глинозем вредны, если С. идет для приготовления стекла. Серную кислоту можно отчисти или полностью заменить бисульфатом натрия. Лучше всего $\frac{1}{16}$ ч. (или еще меньше) NaHSO_4 предварительно смешать с поваренной солью и хорошо измельчить.

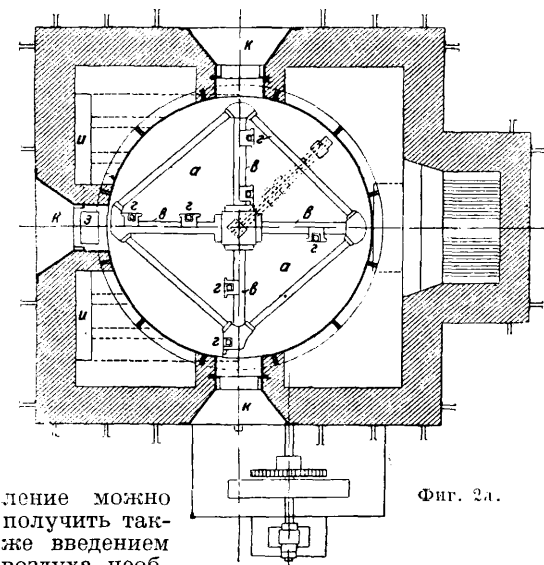
Для получения С. обычно пользуются сульфатными муфельными или специальными механич. печами. Муфельная печь (фиг. 1) состоит из двух частей, соединенных между собой каналом. Поваренную соль забрасывают через отверстие *a*, а серную к-ту вливают сверху через особую воронку в чугунную или толстостенную свинцовую чашу *b*. Кислотоупорный свод над чашей *b* снабжен для отвода газов трубой *в* из шамота. В чаше *b* происходит первая фаза реакции при более низкой t° , причем здесь выделяется ок. 70% всей HCl , образующейся при получении С. Когда выделение HCl в чаше слабеет, массу из чаши перегревают в муфель *г* из шамотных кирпичей, равномерно распределяют железной кочергой по поду через рабочие отверстия d_1, d_2 и нагревают постепенно до красного каления (ок. 700°) при помощи пламенных газов, идущих из точки *e* и охватывающих муфель равномерно со всех сторон. Отходящие газы, раньше чем выйти в дымовую трубу, подогревают чашу *б*, а затем уже через *ж* и *з* уходят наружу. Выделяющийся в муфеле HCl отводится отдельно в конденсационную систему через трубу, сделанную из шамота или песчаника и отделенную от трубы *в*. С. не следует доводить до плавления; каждые $\frac{1}{4}$ ч. его

переворачивают гребками и разбивают образующиеся комья. С. считается готовым, когда он накален докрасна и не дымит при переворачивании. Готовый С. выгребают через отверстия d_1 , d_2 в находящиеся тут же железные ящики с крышкой. Одновременно в чашу забрасывают новую порцию поваренной соли. Охлажденный



Фиг. 1.

С. измельчают. Муфель делают до 10 м длины, 3 м ширины и 0,25 м высоты; толщина его стенок 10 см. Чаши делают до 3 м (и больше) в диам., 1/2 м глубиной и с 12—17-см толщиной стенок [1]. Муфельная печь в среднем перерабатывает в сутки до 12 загрузок по 500—600 кг каждая. Считается, что 1 м² площади муфельной печи в 24 часа дает 300—400 кг С. при диам. чаши в 3 м. Расход каменного угля ок. 35% от веса полученного С. Недостаток муфельных печей—возможность проникания топочных газов в HCl, и наоборот. Для устранения этого в топочном пространстве муфеля держат избыточное давление, для чего топочное пространство располагают глубже муфеля. Повышенное дав-



Фиг. 2а.

ление можно получить также введением воздуха, необходимого для сгорания, под некоторым давлением; печи с повышенным давлением сокращают расход топлива. В последнее время муфельные печи строят с генераторной топкой, которые дают тот же эффект.

Применявшиеся раньше открытые пламенные печи в настоящее время почти совершенно оставлены (применяются еще в Англии), так как выделяющийся при реакции HCl смешивается с пламенными газами и загрязняет кислоту, а, с другой стороны, сильно повышает температуру входящих в конденсационную установку газов.

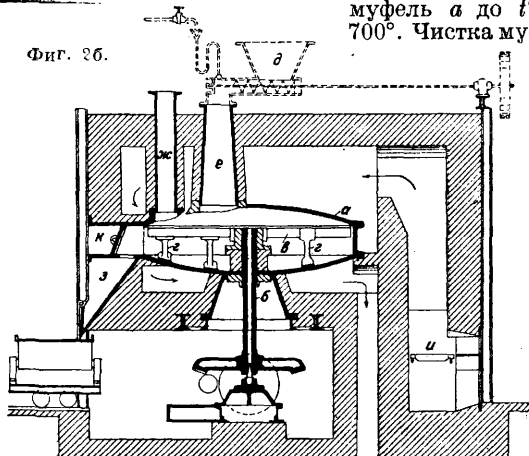
При пламенных печах приходится применять слишком большую конденсационную установку, а в качестве топлива—нефть, кокс или очищенный генераторный газ. Производительность пламенных печей больше, чем в муфельных, приблизительно в 1 1/2 раза, и расход топлива меньше. Получаемый С. свободен от хлора.

Механические сульфатные печи вошли в практику с 1896 г. На фиг. 2а и 2б показана механич. сульфатная

печь Маннгеймского з-да [2]. Печь эта состоит из чугунного муфеля *a* (диам. 5 м), внутри которого поставлена на вертикальной оси *b* мешалка *в* с кулаками *г*. Материал загружают через воронку *д*, откуда он при посредстве шнека подается в трубу *e* и в муфель *a*. Выделяющийся при реакции HCl отводится по трубе *ж*. Готовый С. при $t^{\circ} 450^{\circ}$ выгружается по воронке *з* в поставленные тут же вагонетки. Весь муфель неподвижен, т. к. вделан в кирпичную кладку; топочные газы из топки *и* обогревают

муфель *a* до $t^{\circ} 700^{\circ}$. Чистка му-

Фиг. 2б.



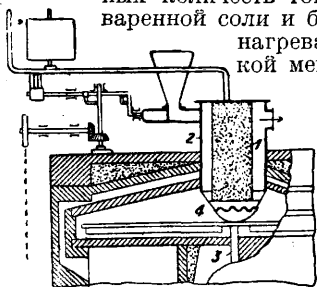
феля производится через отверстия *к*. Производительность печи (при диам. муфеля в 5 м) до 7—8 т С. в сутки. Расход топлива (каменного угля) 22÷25% от веса получаемого С. Расход энергии 5 Ю. Получаемый С. содержит около 1/3% NaCl и около 1% свободной к-ты. При работе на механич. сульфатных печах можно пользоваться вместо серной к-ты исключительно бисульфатом (побочный продукт при производстве азотной к-ты). При этом реакция аналогична с имеющей место в обычных сульфатных печах на муфеле (вторая фаза).

Для переработки бисульфата его измельчают, хорошо перемешивают с поваренной солью, после чего загружают в муфель, нагретый до $t^{\circ} \sim 700^{\circ}$. Содержание HCl в газах, образующихся при производстве С., очень изменчиво и колеблется в широких пределах. Так, в газах из муфеля содержится иногда только 2% HCl, в газах из чаши (в муфельных печах) ~ 22% HCl, в газах из механич. печи при переработке бисульфата—до 33—35%. В пламенных печах содержание HCl будет еще меньше.

На фиг. 3 показана конструкция другой механич. сульфатной печи [2]. К-та поступает в печь через трубу *l*, наполненную теплопроводным материалом, благодаря чему к-та, прежде чем притти в соприкосновение с перегретой солью, нагревается. К-та попадает в чашу (из фер-

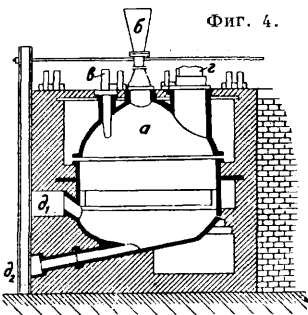
росилиция), вращающуюся при помощи вала. Соль вносится в резервуар через трубу 2. Однородная реакционная смесь течет из бассейна в середину печи. Горячий газообразный HCl, улетающий через трубу 2, служит для нагрева соли, к-рая идет из воронки и подается поршнем. С каждым ходом поршня вводится определенное количество соли в трубу; вал 3 при посредстве гребнов 4 движет смесь к середине печи. Имеются сульфатные механические печи, работающие на 80% H₂SO₄ и купоросном масле (печь Деваляда[4]). Для получения С. и соляной к-ты имеются также цилиндрические вращающиеся печи с гребками [5] (см. *Соляная кислота*).

2. Способ Мейера (Meuer) [6]. По исследованиям Мейера тесная смесь эквивалентных количеств тонко размолотой поваренной соли и бисульфата уже при нагревании до 400° без всякой механич. обработки в



Фиг. 3.

не примешивается воздух, что обычно имеет место при других способах получения С. При действии серной к-ты на поваренную соль реакция может проходить и без всякой механич. обработки при условии, что обе составные части вводятся в баню из расплавленного бисульфата при 300°. Первоначально полагали, что для этого процесса пригодна только 90%-ная серная к-та, но оказалось, что можно применять и более слабую к-ту (до 60° Вё), если реторту до уровня бисульфатного плава снабдить кислотоупорным материалом и нижнюю часть ее нагреть до необходимой темп-ры. Реакция лучше всего протекает на поверхности жидкого бисульфата, и тогда более легкие и еще сильно кислые слои медленно погружаются вниз. Отработанный бисульфат при помощи особого приспособления отводится равномерной струей и легко перерабатывается на С. Высота слоя бисульфата д. б. достаточной, т. к. иначе вместе с вытекающим бисульфатом может уходить и газ. Применяемые для этого реторты (фиг. 4) состоят из замкнутого котла

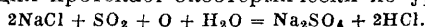


Фиг. 4.

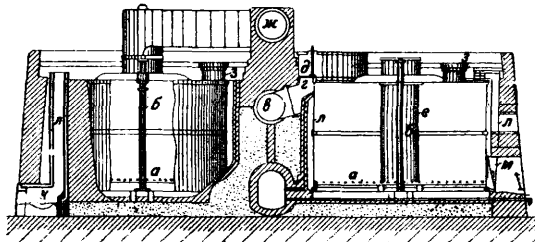
а с воронкой б для загрузки соли и трубой г для загрузки к-ты. Выделяющийся HCl выходит через г, а готовый бисульфат через d₁. Отдельный штуцер d₂ служит для взятия пробы. Нагревание лучше всего производить при помощи газа под давлением, который дает равномерную и легко регулируемую темп-ру. HCl получается при этом 80—90%-ный, исключительной чистоты и совершенно сухой. Вместо NaCl можно применять KCl [7]. Образующийся, легко застывающий и ломкий бисульфат калия немного гигроскопичен и легко размалывается: его непрерывно направляют на поверхность вращающегося барабана, где его получают в виде очень мелких чешуек с содержанием ок. 27% свободной кислоты [8]. Расход топлива около 20—25% количества разлагаемой соли.

По Фришеру темп-ру реакции между поваренной солью и серной к-той можно понизить до 200° и даже менее, если на предварительно подогретую (до ~200°) соль действовать горячей к-той; разложение NaCl в этом случае наступает почти мгновенно. Расход топлива при этом равен 12—15% от веса взятой соли. Образовавшийся бисульфат натрия, так же как и при способе Мейера, можно, прибавляя NaCl, переработать на С.

3. Способ Гаргривса (Hargreaves) [9] дает возможность обходиться без готовой серной к-ты. На NaCl действуют сернистым газом обжигательных печей (с содержанием 6—8% SO₂), воздухом и парами воды; при t° 500° реакция протекает экзотермически по ур-ю



Реакция ускоряется, если к NaCl прибавить 0,1—1% солей меди или железа [10]. В качестве исходного материала применяют серу, обманку и колчедан. На 100 кг С. требуется 200 кг водяного пара. Соль для увеличения ее пористости предварительно измельчают, увлажняют паром и затем в особом непрерывнодействующем аппарате ее высушивают и одновременно формируют в брикеты величиною 6 × 6 × 3 см [11]. Брикеты загружают в особые печи из 10 больших чугунных цилиндров (высота 3,75 м, диам. 5,5 м), соединенных в батарею (в два ряда) (фиг. 5). Каждый цилиндр снабжен решеткой а и центрально расположенной термо-



Фиг. 5.

метрич. трубой б, в и г—отверстия для выхода газа, д—вентиль, е—труба для отвода газа, ж—труба для сбора газа, з—отверстия для загрузки, к—вспомогательная топка, л—дымоход, м—отверстие для выгрузки. Каждый цилиндр вмещает ок. 100 т соли, время ее переработки 17—20 дней. Смесь газов проходит последовательно через батарею, а затем истощенные уже газы (SO₂) перед выходом из батареи действуют на свежезагруженную поваренную соль. Газы из обжигательной печи обыкновенно пропускают сначала сверху вниз в цилиндр с почти уже готовым С. В работе находится 8 цилиндров; в двух—происходит загрузка и разгрузка. В конце батареи устанавливается вентилятор, к-рый высасывает газ, содержащий ок. 10% HCl (по объему). Один объем SO₂ дает 2 объема HCl. При работе б. ч. не требуется внешнего нагревания, т. к. оптимальная t° (ок. 500°) создается за счет теплоты реакции. Неизбежные потери тепла вследствие излучения требуют хорошей изоляции аппаратуры. Если температура во время процесса спускается ниже 300°, то реакция прекращается. Если же темп-ра поднимается выше 610°, то соль может начать плавиться, и процесс прерывается. Батарея в 10 цилиндров дает в год 8½ тыс. т С. с содержанием 96—97% Na₂SO₄, ок. 0,8% NaCl, 0,08% Fe и 0,3% свободной SO₂. При этом получается ок. 13 тыс. т соляной к-ты 19—20° Вё. Расход горючего 12—15% от веса С. Эта установка особенно выгодна для производства больших количеств С. [12]. В последнее время в способ Гаргривса внесены

некоторые улучшения. Так, рекомендуется к поваренной соли добавлять тонкоизмельченные горючие вещества (уголь, смолу, торф, опилки), благодаря чему лепешки получаются более пористыми. Клемм для ускорения реакции предлагает поднимать температуру выше $t_{пл}$ хлоридов, причем для предупреждения сплавленной массы он прибавляет трудноплавкие вещества (глину, гипс, кизельгур и др.). Способ Гаргривса применяется гл. обр. в Англии, Франции и частью в Германии.

Можно еще указать на способы получения С., основанные на разложении NaCl сернокислыми солями. Так, нек-рое количество С. добывается в Стассфурте растворением в воде кизерита ($MgSO_4 \cdot H_2O$) вместе с NaCl. При охлаждении полученного раствора до 0° выкристаллизовывается 10-водный сернокислый натрий, а в растворе остается $MgCl_2$. Полученная этим путем соль не содержит железа.

Состав и свойства сульфата. Хороший С. представляет собою мелкозернистую однородную пористую массу белого цвета с желтоватым оттенком. Красный цвет, присутствующий иногда С., не может служить признаком значительного содержания железа, а является часто следствием того, что масса была несколько перекалена, отчего из соли железа образовалась окись железа; обыкновенно при этом происходит спекание массы в большие куски. Внутри кусков С. при хорошей работе не должно находиться зерен неразмолотой поваренной соли; сероватые, ноздреватые куски попадают только в плохо переработанных партиях. Лучший сорт С. должен содержать 96—97% Na_2SO_4 и не более 0,5% NaCl при таком же или несколько большем проценте «свободной» серной к-ты. При значительном избытке (выше 1,5%) свободной к-ты получается С. зеленоватого цвета; кроме того он содержит до 0,1% Fe, немного $Al_2(SO_4)_3$, $CaSO_4$, $MgSO_4$ (не всегда), нерастворимый остаток и воду.

Примерный состав С., вырабатываемого на одном из заводов СССР в муфельных печах (%):

| | |
|--|-------|
| Na_2SO_4 | 96,28 |
| NaCl | 0,21 |
| $Al_2(SO_4)_3$ | 0,89 |
| $Fe_2(SO_4)_3$ | 0,43 |
| $CaSO_4$ | 0,71 |
| $MgSO_4$ | 0,19 |
| Свободной H_2SO_4 , т. е. $NaHSO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$ и других веществ, перечисленных на SO_3 | 0,85 |
| Нерастворимого остатка | 0,32 |
| Воды | 0,21 |

С., идущий для производства нек-рых сортов стекла (зеркальных и др. стекол), не должен содержать железа более 0,01—0,03%. Такой С. готовят в свинцовых чашах при помощи серной кислоты или очищают сульфат, полученный другим способом, кристаллизацией из воды с последующим прокаливанием. Для этого сульфат растворяют в теплой воде и, если нужно, нейтрализуют «свободную» кислоту известковым молоком, причем осаждается и окись железа. Раствор осветляют отстаиванием, и соль выкристаллизовывают. Полученные кристаллы обезвоживают прокаливанием. Способом прокаливания удается понизить содержание железа в сульфате до 0,006%.

Применение С. находит при изготовлении стекла, для приготовления соды (по способу Леблана), сернистого натрия, ультрамарина и сульфатной целлюлозы. Кроме того значительные количества сульфата перерабатывают (путем перекристаллизации из воды) на глауберову соль (см.).

При испытании С. обыкновенно ограничиваются определением свободной к-ты и неразложившегося NaCl. В СССР установлен следующий стандарт для С.: Na_2SO_4 —93—95%, H_2SO_4 +NaCl—не выше 3,0%, Fe_2O_3 —не выше 0,4%, Al_2O_3 —не выше 0,2%, влаги—не выше 2,0%, неразложимого остатка—не выше 1,2% [18, 14].

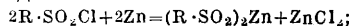
Лит.: 1) Деметьев К., Тепло- и заводские печи, Киев, 1911; 2) Г. П. 325314; 3) Ан. П. 172010, «Chem. a. Ind. Review», Л., 1923, в. 42, 15, р. 308; 4) Лурия и др. в П., Курс химической технологии минеральных веществ, ч. 1, 3 изд., М.—Л., 1930; 5) Вульфсон З. и Покровский И., «ХХП», 1927, 11, т. 4, стр. 902; 6) Г. П. 136998; 186398; 7) Г. П. 261411; 8) «The Chemical Trade Journal and Engineering», L., 1924, p. 157; 9) Г. П. 1956, 17409; 10) Neumann & Co., Die Reaktion beim Hargreaves Prozess, «Z. f. anorg. Ch.», Лpz., 1929, p. 1085; 11) Lunge G., Handb. d. Sodaindustrie u. ihre Nebenweige, В. 2, 3, Brnschw., 1909; 12) Pilietz, «Ch.-Ztg.», Cöthen, 1919, p. 517; 13) «ХХП», 1925, т. 1, 12, стр. 84; 14) ОСТ 48.—Будников П., Химич. технология минеральных веществ, Иваново-Вознесенск, 1927; Философов П. и Унковская В., Глауберова соль, «НИИ», т. 1, 1926; Минаев В., Химич. индустрия, ее особенности и значение для Сибири, «Вестн. sib. шк.», Томск, 1923, т. 4, 5; е го же, Перспективы содовой индустрии в Сибири, там же, 1923, т. 4, 6; е го же, Тульская залежь мирабилита, как возможный центр содовой индустрии Кузнецко-Алтайской пром. области, там же, 1923, т. 5, 1; Кузнецов И., К вопросу о добыче природной соды в Сибири, «Жизнь Сибири», Новосибирск, 1922, 1; Философов П., Природная глауберова соль и ее значение в содовом и стекольном производствах, «Труды комиссии сырья», П., 1917, вып. 4; Ост Г., Химическая технология, пер. с нем., Л., 1927, вып. 4; Ullm. Enz., В. 8, 2 Aufl.; Waeser B., Schwefelsäure, Sulfat, Salzsäure, Dresden, 1927.

СУЛЬФИНОВЫЕ КИСЛОТЫ, органич. к-ты общей ф-лы $R \cdot SO_2H$, где R—углеводородный радикал; сера в С. к. считается шестивалентной, что доказывается образованием из них сульфонов (см.). Предположительная структура

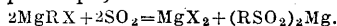
ф-лы С. к.: $R \cdot S \begin{matrix} \searrow O \\ \nearrow H \end{matrix}$; можно предполагать так-

же и таутомерную форму: $R - S \begin{matrix} \searrow O \\ \nearrow OH \end{matrix}$, где сера четырехвалентна, что доказывается получением из С. к. хлорангидридов.

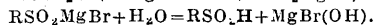
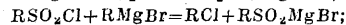
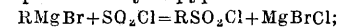
Получаются С. к.: 1) При осторожном восстановлении хлорангидридов сульфокислотцинковой пылью в водном, спиртовом и эфирном растворах в виде цинковых солей, нерастворимых в воде:



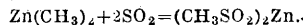
после отфильтрования и кипячения с раствором соды они переходят в растворимые натриевые соли; из их конц. растворов м. б. выделены свободные С. к. подкислением разбавленной серной к-той. Вместо цинковой пыли можно применять амальгаму натрия в эфирной среде или кальций. 2) В виде магниевых солей получают С. к., с выходом 50—60% теории, путем насыщения сернистым газом при охлаждении эфирного раствора алкил- или арил-магнийгалоида (Гриньяра):



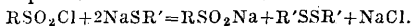
3) Из алкил- и арил-магнийгалоеидов при действии хлористого сульфурала по схеме:



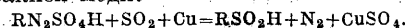
4) При насыщении сернистым газом эфирного раствора цинкалкоголь:



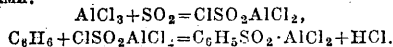
5) Из сульфохлоридов при действии меркаптидов натрия:



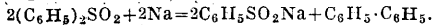
6) Ароматические С. к. могут быть получены из солей диазония при насыщении раствора их сернистым газом в присутствии порошка меди или закиси меди:



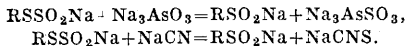
7) По реакции Фриделя-Крафтса из ароматических углеводородов и сернистого газа в присутствии хлористого алюминия в струе сухого HCl с последующим разложением алюминиевого комплекса сначала щелочами, а затем кислотами:



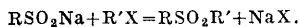
8) Из ароматич. сульфонов при нагревании их с металлич. натрием:



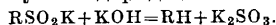
9) Из солей арилтиосульфоновых к-т при действии на них мыльняющих или цианистых щелочных солей как восстановителей:



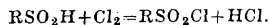
Свойства. С. к. мало устойчивы; легко окисляются слабыми окислителями, даже воздухом; большинство С. к. трудно растворимо в воде и из последней кристаллизуются. При кипячении с водой С. к. переходят в сульфокислоты и дисульфоксиды, при восстановлении переходят в меркаптаны. При нагревании с серой переходят в дитиосульфокислоты RSOSH . Соли С. к. с галогенными алкилами дают сульфоны:



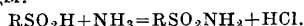
При сплавлении с едким кали ароматич. С. к. переходят в углеводороды:



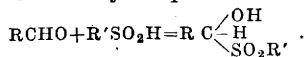
При пропускании хлора через раствор С. к. или их растворимых солей образуются сульфохлориды:



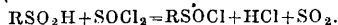
При пропускании же хлора через раствор С. к. в присутствии избытка аммиака образуются сульфамиды:



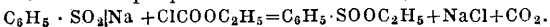
С. к. присоединяют альдегиды с образованием нестойких окисульфонов:



При действии на сухие ароматич. С. к. избытком хлористого тионила образуются хлорагидриды С. к.:



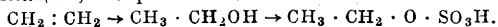
При действии уксусного ангидрида на ароматич. С. к. в присутствии небольшого количества конц. серной к-ты образуются ангидриды С. к. ф-лы $(\text{RSO})_2\text{O}$. При действии хлорургольных эфиров на соли С. к. образуются сульфиноновые эфиры:



Применение С. к. может найти вследствие своих антисептич. свойств. А. Панченко и А. Вомпе.

Лит.: см. Сульфоны.

СУЛЬФИРОВАНИЕ, введение сульфогруппы SO_2H (реже ее хлорида SO_2Cl) в органич. соединения (углеводороды, амины, фенолы и т. д.). С. соединений жирного ряда возможно лишь при наличии двойных связей; при этом ненасыщенные соединения сначала присоединяют элементы воды, а затем сульфогруппа вводится в гидроксильную группу путем этерификации, напр.:



О С. ароматич. соединений см. Промежуточные продукты для синтеза красителей.

Средствами С. служат (при прямом, непосредственном, С.) обыкновенная серная к-та крепостью в 66° Вé, моногидрат, дымящая серная к-та различных концентраций, хлорсульфоновая к-та. Непрямое С. производится различными способами: окислением меркапта-

нов, обработкой diaзосоединений сернистой кислотой с последующим окислением полученной сульфоновой кислоты, обработкой нитрозосоединений SO_2 или бисульфитом; о непрямом сульфировании ароматических соединений см. *Бакпроцесс*. С. жирных соединений служит для различных целей: С. этилена пользуются для получения этилового спирта; С. касторового масла—для получения *ализаринового масла* (см.). Особое значение имеет С. в крашении (см. *Промежуточные продукты* для синтеза красителей).

Лит.: W i c h e l h a u s K., Sulfurieren, Alkalischmelzen d. Sulfosäuren, Esterifizieren, Lpz., 1911; Equipment f. Nitration a. Sulfonation, «J. Eng. Ch.», 1932, 12.

СУЛЬФИРОВАНИЕ МАСЕЛ, обработка масел и жиров конц. серной кислотой; применяется в различных областях пром-сти (текстильной, кожевенной и др.). Способы, наиболее часто применяемые в практике для получения сульфированных масел, состоят из следующих операций: к маслу, находящемуся в котле или чане, приливают при непрерывном перемешивании небольшими порциями или в виде тонкой струи конц. или в нек-рых случаях дымящую серную к-ту, дают смеси нек-рое время стоять, затем отделяют сульфированное масло при помощи добавки раствора глауберовой или поваренной соли от избытка серной к-ты. промывают и, если нужно, нейтрализуют щелочью. Для С. м. употребляют деревянные оцинкованные сосуды, снабженные мешалкой и рубашкой или змеевиком для охлаждения сульфированной смеси холодной водой, т. к. происходящие при этом реакции сопровождаются выделением тепла. Температуру при С. м. держат в определенных границах, напр. при получении ализаринового масла не выше 30–40°, при сульфировании ворвани не выше 24°; при более высоких темп-рах происходят побочные реакции, изменяющие свойства конечных продуктов. Химический процесс, происходящий при С. м., весьма сложен: 1) вследствие сложности и непостоянства состава применяемых масел и жиров, 2) вследствие сильного влияния на химич. процесс различных факторов (количества и крепости к-ты, продолжительности и t° обработки, степени перемешивания и других условий), 3) вследствие склонности образующихся соединений к побочным реакциям (разложение эфиров, полимеризация). Поэтому при С. м. никогда не получается одно химическое соединение, но обычно смесь их очень сложного состава. Даже при сульфировании одного и того же масла в зависимости от различных условий получаются продукты, сильно отличающиеся по своему составу и свойствам. Сульфированию подвергают растительные, животные и минеральные масла. Наиболее важные в практическом отношении сульфированные продукты м. б. разбиты в зависимости от исходных материалов на сл. группы (табл. 1 на ст. 443). Кроме указанных групп сульфированных продуктов в продаже имеются различные препараты, состоящие из смеси сульфированных масел с углеводородами, мылами, неомыленным жиром, минеральными и другими маслами, в виде прозрачных растворов или эмульсий, т. н. эмульсионных сульфированных масел. При исследовании качества сульфированных продуктов определяют: 1) физич. свойства (цвет, запах, консистенцию и т. д.), 2) растворимость в воде и эмульгирующую способность, 3) присутствие свободной

Табл. 1.—Классификация сульфированных продуктов.

| Исходные материалы | Группы сульфированных масел | Наиболее важные представители |
|--|--|---|
| А. Растительные масла а) Касторовое масло | Сульфорицинаты | Ализариновое масло, мыло «Монополь», авироль и др. |
| б) Оливковое и другие масла с большим содержанием олеиновой к-ты | Сульфоолеаты из растительных масел | Сульфированные растительные масла: оливковое, рапсовое, масцо земляных орехов и др. |
| Б. Животные масла и некоторые животные жиры (ворвань и др.) | Сульфоолеаты из животных жиров и масел | Сульфированная ворвань, костяное масло и др. |
| В. Дистилляты нефти и других минеральных масел | Щетяные сульфокислоты и др. | Контакт |

щелочи или минеральной к-ты, 4) химич. состав жира, 5) содержание серной к-ты, связанной с жирными к-тами, 6) количество неомыляемых веществ, 7) золу и др. составные части.

Сульфорицинаты. Основой различных сульфорицинатов является сульфированное касторовое масло (см. *Ализариновое масло* и *Касторовое масло*). Химич. процесс, происходящий при сульфировании касторового масла, состоит: 1) из омыления масла, т. е. разложения его на глицерин и свободные жирные к-ты, и 2) из собственно сульфирования.

Кроме различных соединений, образующихся при С. м., в окончательный продукт переходят в виде эмульсии неразложившийся нейтральный жир, незначительные количества органич. неомыляемых веществ, щелочные мыла, получающиеся при нейтрализации сульфированного масла щелочью, нейтральные минеральные соли (сульфаты) и другие соединения. Наиболее важными составными частями всякого сульфированного масла являются растворимые в воде сульфокислые соединения жирных к-т не только в виде их щелочных солей, но также и в виде свободных жирных к-т. Растворимость в воде сульфокислых жирных к-т имеет важное значение в практике, т. к. обуславливает прочность сульфированных масел по отношению к действию к-т и извести. Поэтому при С. м. стремятся связать по возможности большее количество SO_3 с жирными к-тами, т. е. достигнуть более высокой степени сульфирования. Последняя выражается в % сульфорицинолевой к-ты, вычисленной по определенному аналитическому количеству SO_3 , органически связанного с жирными к-тами, по отношению к теоретически возможному содержанию сульфокислот (жирных).

Напр. по Ф-ле, предложенной Бенером, степень сульфирования n равна (в %):

$$n = \frac{378,33}{\frac{80,06}{378,31} \cdot x + \frac{298,27}{298,27} \cdot y} = 372,6 \frac{x}{y}$$

где 378,33—мол. вес сульфорицинолевой к-ты, 298,27—мол. вес рицинолевой к-ты, 80,06—мол. вес SO_3 , x —содержание органически связанного SO_3 , а y —содержание всех жирных к-т. Если учитывать незначительное содержание в касторовом масле других жирных к-т, кроме рицинолевой, то можно ввести поправку, приняв $n = 362,5 \frac{x}{y}$.

С целью повышения в сульфированных маслах содержания органически связанного SO_3

в последнее время предложены различные новые способы, напр.: 1) производить С. м. в присутствии алифатич. или ароматич. к-т, их ангидридов или хлоридов, 2) применять большее количество H_2SO_4 в присутствии органич. растворителей, 3) применять ангидрид серной к-ты или хлорсульфокислоты в присутствии конденсирующих веществ и т. д. Получаемые новые продукты сульфорицинатов, как авироль и другие, отличаются высокой стойкостью и не омыляются полностью даже при кипячении с соляной к-той. Сульфорицинаты—продукты от светложелтого до коричневого цвета, с водою дают прозрачные растворы или же становятся прозрачными при добавке небольшого количества щелочи или аммиака. Со спиртом также дают прозрачные растворы, чем отличаются от других сульфированных растительных или животных масел. Применяют их в настоящее время чрезвычайно широко: как вспомогательные вещества при различных процессах обработки волокон в текстильной пром-сти, в особенности для крашения, печати и аппретуры, а также прядения, шлихтования и отбели хлопка, шерсти и других материалов; в кожевенной пром-сти и др. Сульфорицинаты играют роль, во-первых, как смягчители (при жирровке кож, аппретуре, прядении), во-вторых, как улучшители цвета, дающие очень живые и яркие тона при крашении или расцветке волокнистых материалов. В табл. 2 приведены составы некоторых сульфорицинатов.

Табл. 2.—Характеристики сульфорицинатов.

| Название сульфорицинатов | Общее содержание жирных к-т в % | Органически связанного SO_3 в % | Содержание сульфорицинолевой к-ты в % | Степень сульфирования в % (по Бенеру) |
|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Ализариновое масло | 41,2 | 2,16 | 10,2 | 18,2 |
| Мыло «Монополь» | 71,5 | 6,43 | 30,4 | 33,5 |
| Авироль КМ энстра | 37 | 4,5 | 21,2 | 45,3 |
| Аппрет авироль Е | 35,8 | 3,5 | 21,2 | 46,8 |
| Флереноль М | 31,7 | 4,7 | 22,2 | 55,2 |
| Престабитовое масло | 36 | 8,8 | 41,5 | 91,1 |

Многие сульфорицинаты применяют в смеси с растворителями, напр. тетраполь, состоящий из 20% сульфожирных к-т (мыла «Монополь») с 12–16% перхлорэтилена (раньше для изготовления применялся CCl_4),—прозрачный желтый раствор, к-рый при разбавлении водою остается прозрачным, не огнеопасен, является прекрасным средством для мытья и обезжиривания. При исследовании сульфорицинатов помимо химического анализа часто производят практич. испытания: 1) на стойкость к к-там, извести и солям щелочноземельных металлов, 2) на растворимость в углеводородах, 3) на эмульгирующую способность и др.

Сульфоолеаты. В зависимости от исходных материалов они делятся на: 1) сульфоолеаты из растительных масел: оливкового, сурепного, масла земляных орехов и др., 2) сульфоолеаты из животных жиров и масел: ворвани, рыбьих жиров, костяного масла и др. Процесс С. м., богатых олеином, протекает так же, как и при касторовом масле в две стадии: сначала происходит омыление масел с выделением жирных к-т, гл. обр. олеиновой, к-рые затем подвергаются собственно сульфированию. Иногда вместо масел и жиров для получения сульфоолеатов применяют и чистую

олеиновую к-ту. Сульфированное оливковое масло употреблялось в текстильной промышленности еще до применения сульфорицианатов, но с введением касторового масла оно было вытеснено из употребления. Сульфоолеаты значительно уступают по качеству сульфорицианатам и применяются или в смеси с ними или только для некоторых операций, как напр. аппретирования, шлихтования и т. д. Применение масел с более ненасыщенными к-тами, чем олеиновая, напр. льняного, не дало положительных результатов, т. к. получаемые продукты непрочны и легко полимеризуются. Масла с большим содержанием насыщенных к-т, в особенности кокосовое масло, несмотря на малое содержание олеиновой к-ты дают после сульфирования продукты, служащие для изготовления эмульсий, применяемых на текстильных фабриках при изготовлении различных аппретурных составов для хл.-бум. тканей. Из сульфоолеатов животного происхождения наиболее широкое применение, в особенности в кожевенном производстве, находит сульфированная ворвань.

Последнюю получают (по Розе и Кэ) сл. обр.: в котел с мешальной помещают 30 кг ворвани и прибавляют постепенно 3 кг чистой H_2SO_4 , уд. в. 1,84, т. о., чтобы 1% смеси не поднималась выше 24°. Обугливающее действие H_2SO_4 устраняется при помощи хорошего перемешивания и охлаждения. Конец сульфирования определяется посредством пробы, для чего 1 каплю продукта сильно встряхивают в пробирке с водой. Образование эмульсии служит признаком конца обработки, после чего в котел постепенно прибавляют при непрерывном размешивании 5 кг концентрированного технического NH_3 . При этом цвет смеси переходит из темнокоричневого в светлокоричневый. Реакцию считают законченной, когда масса примет цвет легры. Целесообразно применять минимум H_2SO_4 , однако не менее 10%, т. к. при меньшем количестве не получается достаточно стойкой эмульсии. При 18—20% H_2SO_4 сульфированная ворвань дает с водой прозрачный раствор. Для получения эмульсии из сульфированной ворвани к ней прибавляют неомыленный жир, минеральные масла и другие вещества.

Сульфокислоты из минеральных масел. Наиболее важное технич. значение из этих продуктов имеют нефтяные сульфокислоты, получаемые путем обработки дистиллатов нефти конц. или дымящей H_2SO_4 или как побочный продукт из остатков при кислотной очистке погонов нефти, т. н. гудрона (см. *Нефтяные кислоты, Мыловарение*).

Лит.: Е р м а к о в Н., Лизароль и заменяющие его продукты, «Изв. текст. пром. и торг.», М., 1930, 3; Петров Г., Об нефтяных сульфокислотах, «Масл.-жир. желод.», М., 1929, 1; е г о ж е, Сульфокислоты нефтяных гудронов и их применение в пром-сти, «Нефт. и сланц. хоз.», 1922, 5—6; Н е р б и г В., Die Öle u. Fette in der Textilindustrie, 2. Aufl., Stg., 1929; G n a m m H., Die Fettstoffe in d. Lederindustrie, Stg., 1926; Н е е r m a n n P., Färberei- und textilchemische Untersuchungen, 2. Aufl., B., 1929; L a n d o l t A., Netzmittel, «Melliand Textilberichte», Heidelberg, 1928, p. 759—763; L a n d o l t A., Über den Sulfurierungsgrad von Sulfurizinen, ibid., 1929, p. 230; В е с к е r W., Über d. Sulfurierungsgrad von Sulfurizinen, ibid., 1929, p. 472; P o m e r a n z B., Das Sulfurieren anderer Öle ausser Rizinusöl, ibid., 1929, p. 382; W a l l a n d H., Kenntniss der Wasch-, Bleich- u. Appreturmittel, 2. Aufl., B., 1925; S t i a s n y E. u. R e s s C., Über die Herstellung u. die Eigenschaften von sulfuriertem Tran u. sulfuriertem Klauenöl, «Collegium», Ober-Ramstadt, 1925, p. 498; S t a d l e r O., Sulfurierte Öle u. Vorschläge zu deren analytischer Bewertung mit Rücksicht auf praktische Verwendung in der Lederindustrie, ibid., 1923, p. 284; R o s e H. u. K e h M., Zur Sulfurierung des Tranes, ibid., 1924, p. 327; Ubelohdes Handbuch d. Chemie u. Technologie d. Öle u. Fette, B. 3, T. 1, 2. Aufl., Lpz., 1929.

П. Чернин.

СУЛЬФИТАЦИЯ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ, метод консервирования плодов и овощей при помощи сернистой к-ты. Сернистый ангидрид в качестве консервирующего вещества был предложен впервые Браконно в 1837 г. и получил большое применение в виноделии (окуривание вина и бочек SO_2) и при сушке фруктов (окуривание яблок, груш, абрикосов, персиков

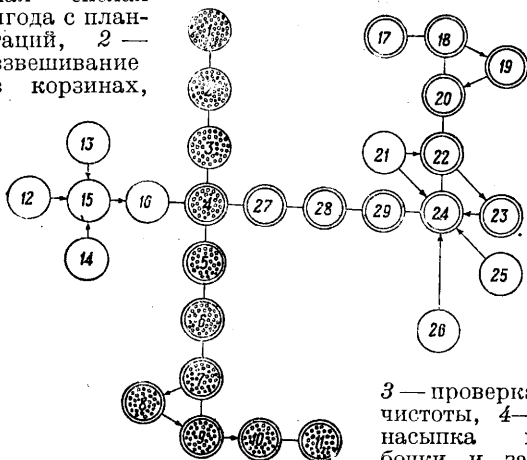
перед сушкой для сохранения их натурального цвета), но в последнее время SO_2 получил громадное применение для консервирования свежих фруктов и ягод, фруктовых и ягодных соков, яблочного теста и пр. Сернистая кислота обладает сильными антисептич. свойствами и достаточно 0,1—0,2% сернистого ангидрида для того, чтобы на долгое время сохранить продукт без порчи. Сернистая к-та, поглощаемая плодами при сульфитации, не остается полностью в неизменном виде, часть сернистой к-ты окисляется в серную к-ту, к-рая, реагируя с солями органич. к-т фруктов, дает сульфаты; другая часть сернистой к-ты соединяется с альдегидами и кетонами, каковыми в фруктах являются гл. обр. глюкоза и фруктоза, и образует глюкозо-сернистую и фруктозо-сернистую к-ту; эта часть сернистой к-ты называется связанной сернистой к-той. Т. о. сернистая к-та в сульфитированных плодах находится частью в свободном, частью в связанном состоянии. Глюкозо- и фруктозо-сернистые кислоты представляют собой непрочные соединения, легко разлагающиеся при нагревании. Еще легче они разлагаются при нагревании с разбавленными к-тами и щелочами. Сернистая к-та ядовита. Пфедфер считает дозу в 80 мг SO_2 оказывающей вредное действие на здоровье. Поэтому сернистая к-та может применяться для консервирования полуфабрикатов с таким расчетом, что при переработке их на готовые продукты сернистая к-та будет удалена и в готовом продукте ее останется незначительное количество, считающееся невредным для здоровья. В виду этого во всех странах законами устанавливаются допустимые нормы содержания сернистой кислоты в пищевых продуктах. В СССР НКЗдравом нормированы следующие количества: 1) готовые фруктово-кондитерские изделия—варенье, мармелад, глазированные фрукты, приготовленные из сульфитированных фруктов и ягод, не свыше 0,002% SO_2 ; 2) фруктово-ягодные соки, идущие на приготовление напитков, не свыше 0,002% SO_2 ; 3) сушеные фрукты не свыше 0,003% SO_2 . Для консервирования фруктов и ягод следует брать как максимум следующие количества сернистой к-ты: для вишни 0,3%; клубники, малины 0,2%; для прочих плодов 0,15%; для томат-пюре 0,15%; яблочного теста 0,10%; фруктовых и ягодных соков 0,10%. Сульфитация свежих ягод (крупноплодная земляника-клубника, лесная земляника, черная смородина, малина) и фруктов (черешни, абрикосы) заключается в том, что перебранные, отделенные от плодоножек плоды, если надо, то и промытые, помещают в бочки и заливают водным раствором сернистой к-ты требуемой концентрации. Количество сернистой к-ты рассчитывается в % от веса ягод + веса добавляемой воды. При консервировании клубники (для экспорта) кроме раствора SO_2 прибавляют еще некоторое количество раствора бисульфита кальция $Ca(HSO_3)_2$, который делает ягоду более плотной; для клубники берут 50% SO_2 и 50% бисульфита кальция от всего количества сернистого ангидрида, требуемого для консервирования. Для консервирования сернистый ангидрид получается на 3-дах или в виде 6—7% раствора SO_2 или в сгущенном в жидком виде—100%-ный сернистый ангидрид в стальных цилиндрах. Из сгущенного сернистого ангидрида готовится на месте раствор сернистой к-ты требуемой концентрации, а в случае консервирования соков сгу-

ценный сернистый ангидрид отмеривается при помощи сульфитометра в требуемом количестве по расчету и вливается непосредственно в сок, налитый в бочку. Концентрацию раствора SO_2 правильнее проверять титрованием, но на практике при приготовлении растворов можно руководствоваться также уд. весом раствора, определяемым по ареометру.

Содержание SO_2 в водных растворах сернистой кислоты.

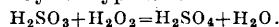
| Уд. вес раствора | % SO_2 | Уд. вес раствора | % SO_2 | Уд. вес раствора | % SO_2 |
|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| 1,0028 | 0,5 | 1,0221 | 4,0 | 1,0101 | 7,5 |
| 1,0036 | 1,0 | 1,0243 | 4,5 | 1,0426 | 8,0 |
| 1,0085 | 1,5 | 1,0275 | 5,0 | 1,0450 | 8,5 |
| 1,0113 | 2,0 | 1,0302 | 5,5 | 1,0474 | 9,0 |
| 1,0141 | 2,5 | 1,0328 | 6,0 | 1,0497 | 9,5 |
| 1,0168 | 3,0 | 1,0353 | 6,5 | 1,0520 | 10,0 |
| 1,0194 | 3,5 | 1,0377 | 7,0 | | |

Заготовка фруктов и ягод путем сульфитации ведется в бочках (дубовых, буковых, осиновых) емкостью в 200 кг. Дубовые бочки содержат в своей древесине много танина, от к-рого ягоды будут чернеть, поэтому он предварительно должен быть удален путем продолжительного вымачивания и пропаривания бочек (с добавкой каустич. соды или кальцинированной). На фигуре дана полная схема сульфитации крупноплодной земляники (клубники): 1—очищенная спелая ягода с плантаций, 2—взвешивание в корзинах,

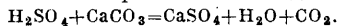


3—проверка чистоты, 4—насыпка в бочки и заливка раствором, 5—закупорка бочек, 6—взвешивание, 7—выдержка на складе 5 дней, 8—сульфитированная ягода в текущих бочках, 9—дополнение бочек, 10—окончательная отделка, 11—отправка по ж. д., 12—бутылки с бисульфитом, 13—баллон с газом, 14—вода, 15—рабочий раствор, 16—мерник, 17—поступление бочек, 18—проверка качества, 19—ремонт бочек, 20—просверливание шпунтов, 21—вода, 22—заливка водой 2 раза, 23—ремонт, 24—шпарка, 25—пар, 26—раствор соды (25%-ный), 27—взвешивание тары, 28—склад, 29—сортировка по величине. При сульфитации черной смородины перебранная ягода подвергается паровой бланшировке («шпарка»), т. е. обрабатывается в чане (40—50 кг) паром (давление 2—3 атм) в течение 2—3 мин., причем часть ягод лопаются; полученную густую массу охлаждают, наливают в бочки и сульфитируют. Черешки сульфитируются без косточек; косточки вынимают при помощи спе-

циальной ложечки, так чтобы щель была минимальной величины. При сульфитации красной черешки предварительно подвергают ее окуриванию сернистым газом для отбеливания, а затем вынимают косточки и сульфитируют в бочках. Абрикосы сульфитируют также без косточек в виде половинок. Для контроля правильности сульфитации плодов и ягод прибегают к определению %-ного содержания SO_2 в продукте путем объемного анализа (иодометрия). Важнейшим вопросом в этом методе консервирования является вопрос о десульфитации и, т. е. удалении SO_2 из продукта. Для десульфитации существуют 2 метода: 1) кипячение сульфитированного продукта, причем SO_2 улетучивается, и 2) окисление перекисью водорода в серную к-ту с последующей нейтрализацией серной к-ты мелом. Первый метод применяется для сульфитированных фруктов и ягод, второй—для соков. Исследования показали, что при варке варенья из сульфитированных ягод, применяя метод последовательной варки в 3—4 приема, сернистая кислота улетучивается и в готовом варенье ее не остается или остается незначительное количество, допускаемое НКЗдравом. Сульфитация является очень хорошим методом для консервирования томат-пюре (или просто дробленых сырых томатов), заготавливаемого в бочках. Для консервирования томат-пюре достаточно прибавлять от 0,1 до 0,15% SO_2 от веса пюре. Для долгого хранения томат-пюре следует брать 0,15% SO_2 , т. к. во время хранения имеет место уменьшение содержания сернистой к-ты вследствие улетучивания и окисления. Прибавленная сернистая к-та к томат-пюре должна быть очень тщательно размешана в бочке для равномерного распределения ее во всей массе; для десульфитации такого томат-пюре перед употреблением необходимо уварить его вдвое (по объему), тогда вся сернистая к-та улетучивается. Поэтому для производства сульфитированного томат-пюре надо брать жидкое томат-пюре с плотным остатком в 6% и прибавлять к нему раствор сернистой к-ты из расчета 0,15% SO_2 . При десульфитации оно уварится в два раза и т. о. получится нормальной густоты томат-пюре с плотным остатком в 12%. Десульфитация соков может производиться путем добавки к сульфитированному соку перекиси водорода, количество к-рой рассчитывается по содержанию SO_2 в соке, пользуясь урием:



Образовавшаяся серная к-та осаждается мелом:



Образовавшийся осадок удаляется фильтрованием.

Лит.: В з о р о в В. И., Консервирование плодов и плодово-ягодных соков при помощи сернистого ангидрида. «Труды научно-исследовательского плодовоощного и Энохимического Института НКЗ». М., 1929, стр. 66—79; Консервирование томат-пюре сернистой к-той, там же, М., 1931, вып. 2; Сульфитация и переработка сульфитированных продуктов, М., 1931, вып. 2; Черешкин Ф. Сульфитация томат-пюре, инструкция, «Консервная промышленность», М., 1930, 1, стр. 31. Ф. Черешкин.

СУЛЬФИТНЫЕ ЩЕЛОКА, см. Целлюлоза.

СУЛЬФИТЫ, соли сернистой к-ты (см. Серы соединения) общей ф-лы Me_2SO_3 (где Me—одновалентный металл); кислые соли сернистой к-ты, б и с у л ф и т ы, отвечают ф-ле MeHSO_3 . Техническое значение имеют сульфиты калия, натрия и кальция.

С. во многом аналогичны карбонатам (углекислым солям), с которыми они изоморфны.

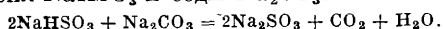
Средние С. в воде мало растворимы (за исключением С. щелочных металлов и аммония), кристаллизуются с водой (щелочные С.) и без воды (С. свинца, серебра, бария и стронция). Бисульфиты легко разлагаются под влиянием атмосферных условий, теряя SO_2 и окисляясь в сульфаты. Щелочные С. при нагревании распадаются; С. свинца и нек-рых других тяжелых металлов при этом образуют сульфат и сульфид; при нагревании с углем, натрием, железом, цинком, оловом и в токе водорода С. восстанавливаются в сульфиды. Водные растворы С. при действии цинковой пыли переходят в гидросульфиты (см.). Водные растворы щелочных С. при обработке серой дают соли тиосерной (серноватистой) и тритионой кислот. С хлорокисью фосфора С. дают тионилхлорид.

Получают С. различными способами, из к-рых технич. значение имеют следующие: 1) растворение металлов или их окисей в сернистой к-те, 2) пропускание SO_2 в растворы карбонатов.

С. натрия Na_2SO_3 —бесцветные моносимметричные кристаллы с 7 ч. воды ($\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), на воздухе устойчивы, в воде легко растворимы:

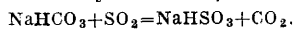
| | | | | |
|--------------------------------------|-----------|------------|------------|-------------|
| t° | 0° | 20° | 40° | 100° |
| Растворимость (на 100 ч. воды) . . . | 14,1 | 28,7 | 49,5 | 33 |

При нагревании конц. растворов кристаллич. С. из них выделяется безводный С. Получают С. (кристаллический и безводный) из бисульфита натрия NaHSO_3 и соды Na_2CO_3 :



Раствор NaHSO_3 ($38\div 40^\circ \text{Bé}$) вводят в освинцованный чан, который обогревается паровым змеевиком или иным способом, и туда же вливают из расположенного выше резервуара вычисленное количество конц. раствора соды. После удаления CO_2 С. подвергается сушке. Для получения водного С. эту же реакцию проводят при нормальной t° . По Г. П. 304867 готовят твердый С. из раствора NaHSO_3 и твердой соды. Применение Na_2SO_3 основано на его восстановительных свойствах: в фотографии его применяют для сообщения прочности проявителям (С. устраняет возможность их окисления), при белинии тканей (в качестве антикислора (см.)), в органич. синтезе—для введения сульфогрупп в органич. соединения (напр. получения бензальдегид-о-сульфокислоты); далее его применяют для консервирования виноградных вин, яичного желтка и сахарных соков. Консервирование им мяса запрещено в виду того, что присутствие С. сообщает испорченному мясу вид и цвет свежего.

Бисульфит натрия NaHSO_3 кристаллизуется в мелких бесцветных, блестящих, легко растворимых в воде призмах; незначительная примесь железа окрашивает его в желтый цвет и понижает качество продукта; обычно применяют раствор NaHSO_3 крепостью $38\div 40^\circ \text{Bé}$. Получают его из соды (приготовленной по способу Сольвея):



В цилиндрич. железный освинцованный чан с плотно закрываемой крышкой, с отверстиями для ввода и вывода газов и для ввода соды вливают холодный насыщенный раствор соды (21,4% Na_2CO_3 , удельн. веса 1,24 при 20°) и затем пропускают ток SO_2 ; реакция проходит без нагревания и считается оконченной, когда раствор достигает крепости $38\div 40^\circ \text{Bé}$. Для приготовления твердого бисульфита применяют тот же аппарат, в к-рый от времени до времени вводят определенное количество каль-

цинированной соды и пропускают SO_2 . Когда раствор образующегося бисульфита становится насыщенным, NaHSO_3 осаждается на дне чана; когда слой его достигает определенной толщины, из чана выливают сначала жидкость (при помощи нучаппарата и монтежу), а затем и осадок кристаллич. бисульфита, который далее поступает на центрифугу. По Г. П. 103064 приготовление NaHSO_3 проводят с рекуперацией CO_2 . Применение NaHSO_3 (в белинии тканей, соломы, в дублении кожи) основано гл. обр. на его восстановительном действии; его применяют также для приготовления гидросульфита (см.) и для очистки химич. путем альдегидов и кетонов, с к-рыми NaHSO_3 образует кристаллические соединения общей ф-лы $\text{R} \cdot \text{COH} \cdot \text{NaHSO}_3$ и $\text{R} \cdot \text{CO} \cdot \text{R}' \cdot \text{NaHSO}_3$, применяемые в парфюмерии при приготовлении искусственных душистых веществ.

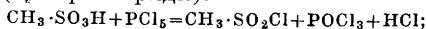
Бисульфит кальция $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ известен только в водном растворе; вырабатывается и применяется (под названием сульфитных щелоков) бисульфит кальция при получении сульфитной целлюлозы (см. Кальциевые соединения и Целлюлоза).

С. калия, см. Калиевые соединения.

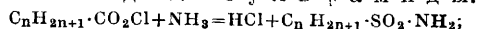
Лит.: Schütz E., Die Darstellung v. Bisulfiten u. Sulfiten, Monographien über chemisch-technische Fabrikationsmethoden, hrsg. v. L. Wahlgemuth, B. 23, Halle a/S., 1914.

Н. Ельцина.

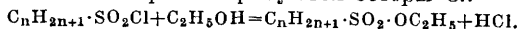
СУЛЬФОКИСЛОТЫ, сульфоновые кислоты, производные углеводородов, в к-рых водород замещен радикалом серной кислоты, сульфокислот SO_3H . Алкилсульфокислоты—С. предельных углеводородов жирного ряда общей ф-лы $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\cdot\text{SO}_3\text{H}$ —получаются прямым сульфированием (см.) углеводородов: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2} + \text{HOSO}_2\text{OH} = \text{C}_n\text{H}_{2n+1}\cdot\text{SO}_3\text{H} + \text{H}_2\text{O}$ или чаще окислением меркаптанов азотной к-той: $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH} + \text{O}_3 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\cdot\text{SO}_3\text{H}$. Это—сильные к-ты, устойчивые, б. ч. кристаллич. тела, легко растворимые в воде, сильно гигроскопичные. При действии хлористых соединений фосфора они дают хлорангидриды сульфокислот (сульфохлориды):



последние при действии водорода in statu nascenti восстанавливаются обратно меркаптаны; при действии аммиака на хлорангидриды С. получают амиды С.—сульфамиды:



действием спиртов образуются эстеры С.:



Метансульфокислота $\text{CH}_3\text{SO}_3\text{H}$ —бесцветная сиропообразная жидкость, разлагающаяся при $t^\circ \sim 130^\circ$; прямым действием хлора на сероуглерод в присутствии воды получается трихлорметилсульфохлорид: $\text{CS}_2 + 4\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CCl}_3\cdot\text{SO}_2\text{Cl} + 4\text{HCl} + \text{SCl}_2$, кристаллы с характерным запахом, с $t_{\text{пл.}} 135^\circ$, с $t_{\text{кип.}} 170^\circ$.

Этилсульфокислота $\text{C}_2\text{H}_5\cdot\text{SO}_3\text{H}$, легко расплавляющиеся кристаллы, дает хлорид $\text{C}_2\text{H}_5\cdot\text{SO}_2\text{Cl}$ с температурой кипения $177,5^\circ$.

Арилсульфокислоты, ароматические С. (производные нафталина, нафтолов, нафталинов и др.), имеют гораздо большее технич. значение, гл. обр. в производстве красителей (см. Промежуточные продукты для синтеза красителей).

Лит.: Meyer V. u. Jakobson P., Lehrbuch d. organischen Chemie, 2 Aufl., B. 1, T. 1, Berlin—Leipzig, 1922.

СУЛЬФОКИСЛОТЫ НАФТОЛОВ, см. Сульфокислоты и Промежуточные продукты для синтеза красителей.

СУЛЬФОНЫ, органические соединения шестивалентной серы общей формулы $\begin{matrix} \text{R} \\ \diagdown \\ \text{S} \\ \diagup \\ \text{R}' \end{matrix} \text{SO}_2$, где R и R'—углеводородные радикалы.

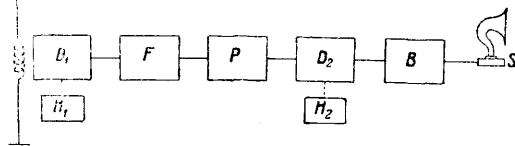
на мелкие столярные поделки и музыкальные инструменты; из скумпии изготавливают для виноградных плантаций тычины, обладающие высокой прочностью. Из коры скумпии добывают красную краску. Листья скумпии содержат танины, обладающие высокой дуброкачественностью при дублении кож. В коре, корнях и древесине скумпии содержится галловая к-та, красящее вещество физетин и жаропонижающее вещество, к-рое обуславливало применение коры скумпии в прежние времена вместо хинина. В естественных зарослях скумпии в Крыму, на Кавказе и в юж. части СССР происходит сбор листьев для получения дубителей, а в последнее время для этой цели заложены специальные плантации на Сев. Кавказе. Скумпия размножается семенами и отводками, а также укореняется при зеленом черенковании. Посадки скумпии на плантациях производят одно- или двухлетними сеянцами. На сплошь обработанной почве высаживаются на 1 га 10 000 шт. (1×1 м; $0,7 \times 1,4$ м) растений. Плантации следует защищать от сухих ветров, создавая защитные дробостоя. В первое время следует посадки опалывать от сорной растительности и разрыхлять в них почву. Уже с 3-го года жизни производительность 1 га скумпиевых плантаций достигает до 1 т сухих листьев. Сбор листьев лучше производить в июле—августе, до пожелтения листьев. Наряду с созданием скумпиевых плантаций и работой по селекции скумпии на танидоносность и другие качества следует урегулировать пользование в естественных зарослях этого ценного растения. С и ц и л и й с к и й с у м а х, R. coriaria L., менее распространен в пределах СССР, встречается на юж. берегу Крыма, Черноморском побережье Кавказа и в зап. Грузии; в Европе сицилийский С. распространен по Средиземноморскому побережью. Это кустарник высотой до 3 м, весьма декоративный. С. размножается семенами и корневыми отпрысками. Листья С. содержат ценные дубильные вещества, ради к-рых производится культура этого кустарника в Италии (особенно в Сицилии) и Франции. Измельченный лист С. служит серьезным предметом экспорта из Сицилии. Удачные культуры С. имели место в 93-х гг. прошлого столетия в Крыму. Кроме того С. должен быть отнесен к красильным растениям; из его листьев и молодых плодов получают черную краску, из зрелых плодов—красную и из коры стеблей—желтую, а из коры корней—коричневую краску. В кожуре плодов встречается винная к-та, благодаря чему плоды служат в качестве добавки к уксусу и приправой к различным кушаньям. Сицилийский С. светолюбив, засухоустойчив, но более теплолюбив, чем скумпия, произрастает в горных местностях на юж. склонах, скалистой почве, в к-рой легко укореняется; пригоден для укрепления горных склонов. У н с н о е д е р е в о, R. turkana L., родом из Америки, весьма декоративно благодаря своей непарноперистой листве о 7—31 листочке. Разво-

дится на Ю. в садах, произрастает на солончаковой почве. Я д о в и т ы й С., R. toxicodendron L., ползучий невысокий кустарник, с тройчатыми листьями, содержащими ядовитое вещество, пригоден как пристенное растение для каменных стен, родом из Америки. Л а к о в о е д е р е в о, R. vernicifera DC, родом из Китая, культивируют в Японии ради млечного сока, содержащегося в коре, к-рый получается из дерева путем надрезов коры на стволе и корнях. Млечный сок идет как сырье для выработки японских лаков; он содержит 60—80% лаковой к-ты, 10—34% воды, белковых веществ 1,7—3,5%, сахара 3—6,5% и фермент лакказы, а также особые ядовитые вещества. Лаковое дерево небольшого роста; его древесина золотистожелтого цвета с твердым ядром, объемный вес в воздушно-сухом состоянии 0,54—0,60. Древесина пригодна для ценных столярных изделий. Лаковое дерево легко разводится семенами и черенками на достаточно влажной почве. В СССР культура этого ценного дерева возможна во влажных субтропиках на Кавказе. Млечный сок этого дерева чрезвычайно ядовит и опасен для здоровья рабочих; производящих добывание сока, вызывая опухоли и язвы; с течением времени приобретает у работающих на лаковых плантациях своего рода иммунитет против яда млечного сока лаковых деревьев. Лаковое дерево уже с 5—10-летнего возраста пригодно для эксплуатации и приносит ежегодно до 1 кг млечного сока. Из семян лакового дерева путем пресования получают особый растительный сок (см. Воски). В о с к о в о е д е р е в о, R. succedanea L., родина Китай, разводят в Японии и Индии ради получения воска, к-рым покрыты его плоды. Разведение воскового дерева возможно в СССР на Черноморском побережье Кавказа. Культура этого дерева аналогична культуре плодовых деревьев.

Лит.: П е н ь к о в с к и й В., Деревья и кустарники как разводимые, так и дико растущие в Европ. России, на Кавказе и в Сибири, ч. 1, Херсон, 1901; М е д в е д е в Я., Деревья и кустарники Кавказа, 3 изд., Тифлис, 1919; Д а н и л о в Е., Технические культуры и лесомелиорация, М.—Л., 1931; Ш л ы к о в Г. И., Дубильные растения СССР, М.—Л., 1931; М а р к о в и ч В. П., Отчет о деятельности Сухумской садовой и с.-х. опытной станции за 1908 г., Тифлис, 1914; W i e s n e r J., Die Rohstoffe des

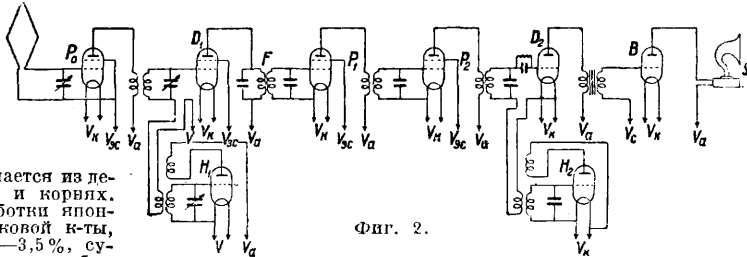
Pflanzenreiches, 4 Aufl., B. 12, Lpz., 1928; M a u r H., Fremdländische Wald- und Parkbäume für Europa, Berlin, 1906; S r a e b e n e r L., Die in Deutschland winterhaften Rhus, «Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft», Wendisch-Wilmerdorf, 1908, Jahrgang 16, p. 100—108. Н. Нобранов.

СУПЕРГЕТЕРОДИННЫЙ ПРИЕМ, метод приема радиосигналов, при котором применяется трансформация начальной (основной) частоты этих сигналов f_0 в промежуточную частоту f_n , причем f_n хотя и ниже f_0 , но лежит в пределах радиочастот. Принятые антенной и начальными контурами приемника колебания частоты f_0 комбинируются с колебаниями частоты f_1 от местного гетеродина H_1 (фиг. 1), и получающиеся биения (см.) детектируются в первом детекторе D_1 , после к-рого



Фиг. 1.

фильтр F выделяет колебания разностной (промежуточной) частоты f_n так, что д. б. соблюдено условие: $f_n = |f_1 - f_0|$. В дальнейшей части устройства колебания частоты f_n усиливаются P и вторично детектируются D_2 , а при незаглушающих сигналах предварительно комбинируются с колебаниями второго гетеродина H_2 . Затем в форме сигналов низкой частоты они обычно снова усиливаются в B , после чего действуют на воспринимающие аппараты S [телефоны, громкоговорители, реле *тншущего приема* (см.) и т. д.]. Принципиальный состав супергетеродинного приемника дан на фиг. 1,



Фиг. 2.

а более подробная схема—на фиг. 2. Перед первым детектором нередко применяется предварительное усиление на частоте f_0 (P_0 , фиг. 2).

Трансформация частоты, кроме С. п., применяется также при *гетеродинном приеме* (см.) и при *инфранидном приеме* (см.), с к-рыми С. п. принципиально однороден. Однако в отличие от первого С. п. пригоден и для телеграфной и для телефонной связи, от второго же он отличается лишь тем, что при С. п. применяется понижение частоты и в дальнейшем—использование разностной частоты биений, в то время как при инфранидном приеме f_n всегда выше f_0 и далее используется суммарная частота биений. Самая трансформация частоты при помощи гетеродина подобна детектированию модулированного сигнала. Колебания гетеродина $E \sin \omega_2 t$, обычно более сильные, играют роль несущего колебания, а принимаемый сигнал $e \sin \omega_1 t$ соответствует одной боковой волне (вторая отсутствует). Допуская для простоты, что детектирование происходит по квадратич. закону, находим, что после первого

детектора ток пропорционален следующей величине:

$$\begin{aligned} (E_i \sin \omega_2 t + e_0 \sin \omega_0 t)^2 &= E_i^2 \sin^2 \omega_2 t + \\ &+ e_0^2 \sin^2 \omega_0 t + 2E_i e_0 \sin \omega_2 t \sin \omega_0 t = \\ &= \frac{1}{2} (E_i^2 + e_0^2) - \frac{1}{2} (E_i \cos 2\omega_2 t + e_0 \cos 2\omega_0 t) - \\ &- E_i e_0 \cos (\omega_2 + \omega_0) t + E_i e_0 \cos (\omega_2 - \omega_0) t. \end{aligned}$$

Последний член и дает промежуточную частоту, причем одинаково допустимо, чтобы $\omega_2 = 2\pi f_i \geq \omega_0 = 2\pi f_0$, т. е. чтобы $f_i - f_0 = f_n$ или $f_0 - f_i = f_n$. Это значит, что для гетеродина возможны две настройки, дающие почти одинаковый эффект приема. Из совокупности колебаний, указываемых ур-нем, после детектирования промежуточная частота f_n выделяется фильтром F , состоящим обычно из двух связанных контуров. Допустимы как более сложные формы фильтра, так и применение лишь одного контура, настроенного на f_n . Дальнейшее отфильтровывание и одновременно усиление частоты f_n происходят в усилителе промежуточной частоты P . При приеме модулированного сигнала вместо начального колебания $e_0 \sin \omega_0 t$ имеются и боковые частоты (см.), к-рые также трансформируются при помощи первого гетеродина. Получается полоса колебаний вокруг частоты f_n , не отличающаяся от обычного модулированного колебания, т. к. относительная сила составных колебаний и разность их частот сохраняются без изменения.

Следует учитывать, что детекторная характеристика (в частности для D_1) имеет параболич. (квадратический) вид лишь в нижнем участке, т. е. для слабых колебаний, далее обычно идет прямолинейная часть. В последней кпд при детектировании достигает максимума, и оно происходит без искажения сигнала. Поэтому мощность колебаний гетеродина H_1 и его связь с детектором D_1 подбираются так, чтобы детектирование происходило на прямолинейном участке детекторной характеристики D_1 . Что касается наивыгоднейшего соотношения между амплитудой принимаемых сигналов и таковой же местного гетеродина, то на основании данных теории [1] и измерений [2,3] м. б. даны следующие выводы. 1) При анодном детектировании и большинстве случаев сеточного величина результирующего колебания (промежуточной частоты) прямо пропорциональна амплитуде принимаемых колебаний, если местные колебания имеют оптимальную величину. 2) В свою очередь амплитуда местных колебаний для наилучшего гетеродинирования д. б. равна абсциссе той точки характеристики (средний анодный ток i_a как функция приложенной к сетке синусоидальной эдс e), к-рая имеет наибольшую крутизну. Если обозначить значение силы тока промежуточной частоты, получающейся в том случае, когда амплитуда местного колебания равна таковой же принимаемого колебания, через A_0 , а амплитуду тока промежуточной частоты при оптимальном гетеродинировании через $A_{opt.}$, то из общей ф-лы следует: при $e = 0,1$ V, $\frac{A_{opt.}}{A_0} = 21$; при $e = 0,005$ V, $\frac{A_{opt.}}{A_0} = 420$ и при $e = 0,0002$ V, $\frac{A_{opt.}}{A_0} = 10\,500$, т. е. выгоды оптимального гетеродинирования особенно сказываются при малых величинах принимаемых сигналов.

Из методов выпрямления обыкновенный способ сеточного детектирования обычно не под-

ходит для С. п., т. к. кпд его зависит от сопоставления *эридлика* (см.) для модулирующей частоты и значительно уменьшается при высокой вторичной частоте (в данном случае f_n). Анодное детектирование, менее чувствительное при слабых сигналах, дает при больших амплитудах несущего колебания кпд не меньше сеточного, при этом результаты его м. б. удовлетворительны для любой модулирующей частоты. Поэтому в первом детекторе при С. п. не следует применять обычной формы сеточного детектирования, но нормальным является метод анодного детектирования. При этом колебания, подаваемые от гетеродина, д. б. достаточной амплитуды, а именно порядка 2—4 V. Соответственно сеточное смещение D_1 берется порядка 4—6 V. В качестве первого детектора рационально применять экранированную лампу, т. к. он работает одновременно как усилитель высокой частоты, а первый контур фильтра F , включенный в анодную цепь лампы, можно взять с достаточно большим резонансным сопоставлением для частоты f_n .

После трансформации частоты дальнейшая часть супергетеродинного приемника P, B, S не отличается по существу от нормального приемника, но выполнена на постоянную основную частоту f_n . Величина последней выбирается на практике в зависимости от диапазона основных частот. Как правило берут $f_n \approx 0,1 \div 0,01 f_0$; в радиовещательных приемниках f_n — порядка 100—50 kHz; по америк. практике $f_n = 175$ kHz; для ультракоротких волн $f_n \approx 1\,500 \div 600$ kHz. Принципиально возможно применение супергетеродинного преобразования частоты не один, а несколько раз (напр. для коротких волн, ультракоротких и т. д.), в практике это однако почти не используется вследствие достаточности одного преобразования. Преимущества С. п. заключаются в том, что он позволяет повысить чувствительность приема, весьма сильно увеличить избирательность и отчасти упростить настройку приемников. Повышение чувствительности достигается вследствие возможности значительно увеличить общее усиление до основного детектора, т. е. второго детектора D_2 . Главное усиление происходит на промежуточной частоте, причем эффективность и устойчивость усиления возрастают с понижением частоты, т. к. уменьшается ограничивающее влияние «паразитной» емкости C_{ca} «сетка—анод». Помимо этого при С. п. возможно также применить предварительное усиление P_0 на основной частоте f_0 в одном или большем числе каскадов, к тому же и первая детекторная лампа дает добавочное усиление сигнала при преобразовании частоты. Нередко, особенно же в радиовещательных приемниках, предварительное усиление соединяют со схемой селектора (преселектора), имеющего назначение фильтрации на высокой частоте, с целью пропуска к первому детектору сигналов только принимаемой желательной частоты. Этот селектор устраивается или в общем конструктивном оформлении со всем приемником или в виде добавочного приспособления, включаемого при наличии сильных радиопомех в антенну, перед собственно супергетеродинным приемником. В связи с появлением ламп с переменной крутизной (см. *Электронная лампа*) необходимость в селекторных схемах при приемниках с такими новейшими лампами в значительной степени отпадает. Разделение общего усиления высокой частоты

между двумя различными частотами f_0 и f_n позволяет получить весьма большой эффект, так как отпадает влияние паразитных связей между конечными и начальными цепями, практически ставящих предел возможному усилению на одной частоте. Общее усиление до второго детектора при С. п. легко м. б. доведено до 10^6 и выше (по напряжению) и на практике часто не м. б. полностью использовано вследствие внешних помех и внутренних шумов в первой лампе. Высокая чувствительность, достигаемая при С. п., позволяет применять антенны с малой действующей высотой, напр. рамочного типа или суррогатные. Метод С. п. весьма распространен для переносных приемников, т. н. переносных, снабжаемых в качестве антенны небольшими рамками, а также и перевозимых (напр. военных). Значительное повышение избирательности при С. п. достигается тем, что главная его избирательность получается на промежуточной частоте f_n , между тем как для приемника в целом она относится к основной частоте f_0 . Если относительная ширина полосы приема составляет для частоты f_n $n\%$ (напр. 5%, что легко достижимо, и для $f_n = 60$ kHz, дает 3 000 Hz), то для частоты f_0 эта полоса составит $n \cdot f_n / f_0$ (напр. для 6 000 kHz всего 0,05%). Такая избирательность для основной частоты весьма велика и почти недостижима другими средствами. Нек-рое упрощение настройки при С. п. достигается вследствие того, что часть приемника после D_1 фиксирована и при приеме регулируют лишь контур основной частоты и гетеродин. Однако эти регулировки не вполне одинаковы, как это имеет место при настройках в приемниках прямого усиления на частоте f_0 . Поэтому, когда требуется иметь лишь одну ручку управления, приходится применять специальные схемы, напр., включая в гетеродине два добавочных постоянных конденсатора, последовательно и параллельно переменному, можно добиться одинакового хода обеих регулировок для широкого диапазона частот, что позволяет механически связать их между собою.

С. п. имеет и свои недостатки. Главным из них является его чувствительность к помехам на некоторых волнах вне основного резонанса. Промежуточная частота f_n получается при данной настройке гетеродин на f_0 не только при частоте f_0 , но и при частоте f'_0 , отличающейся от f_0 на $2f_n$ («зеркальное изображение» f_0 относительно f_1). Прием частоты f'_0 ослабляется сравнительно с f_0 только за счет избирательности части приемника до первого детектора. Это одна из причин, по которой здесь применяют дополнительный резонансное усиление. Т. к. первый гетеродин H_1 неизбежно обладает гармониками, то их биения с частотами $n f_1 \pm f_n$ также могут вызвать помехи, однако более слабые. Наконец в случае действия второго гетеродина он и его гармоники могут давать звуковые биения с колебаниями первого гетеродина. Это уменьшают или устраняют, ослабляя колебания второго гетеродина, напр. понижая его анодное напряжение. Супергетеродинный приемник может также оказаться чувствительным к помехам на промежуточной частоте f_n . Это ослабляют хорошей экранировкой цепей промежуточной частоты и применением запирающего фильтра (см.) на частоту f_n в антенной цепи. Главное достоинство С. п., его высокая избирательность, может превратиться в его недостаток при слишком узкой полосе

пропускаемых частот. С этим приходится бороться применением полосовых фильтров, отнормальной расстройкой контуров промежуточной частоты и повышением самой частоты f_n . Точно также и высокое усиление супергетеродинного приемника может оказаться недостатком, так как делает его чувствительным даже к слабым помехам и внутренним шумам ламп. Это можно смягчить искусственно, вводя порог чувствительности, напр. с помощью смещения на первых лампах. Необходимо еще отметить, что большое число ламп, присущее супергетеродинным приемникам, также является их недостатком, усложняя и удорожая их. Возможно нек-рое сокращение числа ламп путем объединения первого детектора и гетеродина с использованием одной (двухсеточной) лампы. Это практикуется особенно в передвижках.

Принцип С. п. был впервые предложен Армстронгом в Америке в 1918 г. В настоящее время по этому принципу строится большинство приемников для радиосвязания в Америке и во Франции. В других странах супергетеродинные приемники хотя и менее распространены, являются однако также одним из основных типов. Для целей коммерч. радиоприема принцип С. п. также широко используется, особенно в больших устройствах, как для длинных, так и для коротких волн. С. п. начинают применяться и для ультракоротких волн. Практич. схемы, конструкции и фотоснимки типовых супергетеродинных приемников см. *Ламповый приемник*. Как метод использования трансформации частоты С. п., можно полагать, сохранит прочное место в технике радиоприема.

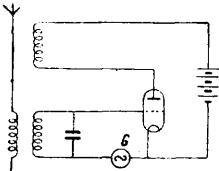
Лит.: 1) Appleton E. a. Taylor M., «Proceedings of the Inst. of Radio Engineers», N. Y., 1924, v. 12, 3; 2) Armstrong, «Proceedings of the Inst. of Radio Engineers», N. Y., 1917, v. 5; 3) Herd J., «Experimental Wireless», 1930, v. 7, 84.—Слепян Л., Электронная лампа как детектор, М., 1929; В а н е и т з Ф., Taschenbuch d. drahtlosen Telegraphie u. Telephonie, В., 1927; M o r e c r o f t J., Principles of Radio Communication, 2 ed., N. Y., 1927; C o s k i n g W., «Wireless World», L., 1931, v. 28, p. 498, 547; *ibid.*, 1931, v. 29, p. 460; V i l b i g F., «Telegraphen- u. Fernsprech-Technik», В., 1930, В. 19, 4, 5; W i n t e r s S., «Radio Eng.», N. Y., 1930, v. 10, 6; T a n n e r R., *ibid.*, 1931, v. 11, 1; N a s o n C. H. W., *ibid.*, 1931, v. 11, 2; K n o u f R., *ibid.*, 1931, v. 11, 4; L a n g l e y R., «Electronics», N. Y., 1931, v. 2, 5; K o l p i n g E., «Radio Eng.», N. Y., 1931, v. 11, 5; W a t t s E., «Proceedings of the Inst. of Radio Engineers», N. Y., 1930, v. 18, 4. * Л. Слепян.

СУПЕРРЕГЕНЕРАТИВНЫЙ ПРИЕМ, метод радиоприема, осуществляемый особым типом приемника с *обратной связью* (см.), суперрегенератором, в котором один из параметров, влияющих на величину последней, периодически изменяется со временем, притом с частотой, значительно меньшей, частоты, составляющей спектр принимаемого сигнала. В обычном приемнике с обратной связью [регенератор (см.)] наибольшая чувствительность для очень слабых сигналов достигается, когда обратная связь близка к значению, соответствующему порогу генерации. Но неограниченно повышать чувствительность регенератора нельзя не только потому, что практически невозможно осуществить устойчивую работу очень близко от порога генерации; этого нельзя сделать еще и по той принципиальной причине, что чувствительность ограничивается нелинейностью лампы. В суперрегенераторе, в отличие от регенератора, обратная связь не остается постоянной, а периодически изменяется; она то увеличивается, переходя за порог генерации, то опускается ниже этого порога. В те промежутки времени, когда обратная связь

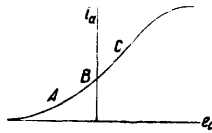
превосходит порог генерации, происходит сильное нарастание колебаний, использование к-рого позволяет осуществить чувствительность, значительно превосходящую чувствительность регенератора.

Идея и первые схемы С. п. предложены Армстронгом в 1922 г.; в настоящее время суперрегенератор применяется почти исключительно для приема ультракоротких волн, причем в этой области он является почти единственным широко применяемым приемником. Объясняется это тем, что для ультракоротких волн применение обычных методов усиления высокой частоты представляет трудности, в то время как суперрегенератор позволяет очень просто осуществить большую чувствительность. Отличием в методах осуществления обратной связи, применяемых для возбуждения метровых и более длинных волн, с одной стороны (использование свойств статич. характеристик лампы), и, с другой стороны, для возбуждения дециметровых волн (использование запаздывания электронов по отношению к напряжению), обусловлено отличием в схемах суперрегенераторов, употребляемых для приема тех и других волн.

Схемы суперрегенераторов. 1) Для метровых и более длинных волн. Величина обратной связи пропорциональна крутизне характеристики лампы, поэтому любую схему с обратной связью можно превратить в суперрегенератор, периодич. меняя крутизну характеристики в рабочей точке. Для этого применяют любой из следующих методов. а) Включить в цепь сетки периодическое напряжение, возбуждаемое вспомогательным генератором G (фиг. 1). Рабочая точка будет колебаться по нек-рому участку характеристики AC , проходя через точки с различной крутизной (фиг. 2). б) Включить аналогичное модулирующее или вспомогательное напряжение G в цепь анода

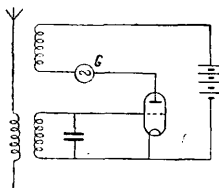


Фиг. 1.

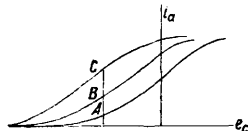


Фиг. 2.

(фиг. 3). Рабочая точка будет колебаться на нек-ром отрезке AC в поле характеристик, попеременно посещая области с различным значением крутизны (фиг. 4). Графич. изображение процессов, происходящих при С. п., осуществляемом по этому варианту, дано на фиг. 5. в) Использовать одну из схем «самомодуляции», при которых возбуждающиеся колебания высокой частоты заставляют рабочую точку смещаться по характеристике в сторону меньшей крутизны до тех пор, пока они не погаснут, и в к-рых затем рабочая точка автоматически возвращается в область большей крутизны, вследствие чего колебания высокой частоты возбуждаются вновь, и весь цикл возобновляется.



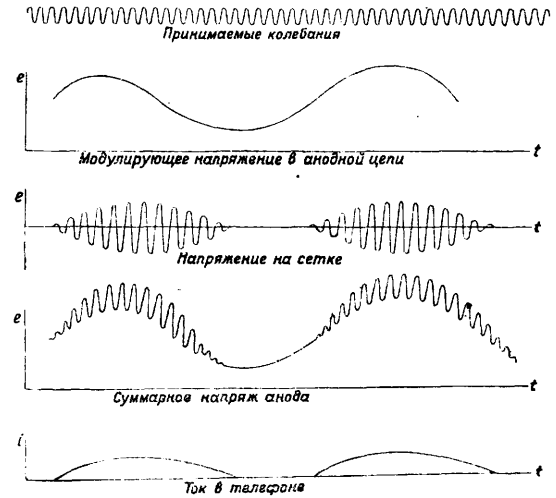
Фиг. 3.



Фиг. 4.

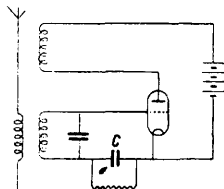
Одна из таких схем—схема прерывистого генератора—представлена на фиг. 6. Здесь благодаря жесткому характеру возникновения колебаний высокой частоты при изменении среднего сеточного напряжения i_c зависимость среднего сеточного тока i_c от e_c имеет вид гистерезисной петли (фиг. 7). Такой вид зависимости вызывает возникновение медленных релаксационных колебаний (см.) напряжения на контуре RC (фиг. 6), а т. к. это напряжение совпадает с

сеточным смещением, то получается периодич. изменение сеточного смещения, а следовательно и периодич. «медленное» изменение крутизны в рабочей точке. К этому классу схем принадлежит схема радиоприемника, называемая схемой Флюэлинга и употребляемая для диапазона коротких и средних волн (десятки и сотни м).

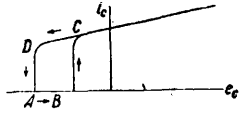


Фиг. 5.

Эта схема представлена на фиг. 8. 2) В генераторах дециметровых волн факт получения

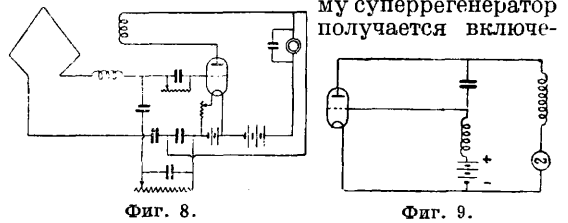


Фиг. 6.



Фиг. 7.

самовозбуждения подбором напряжения на сетке и на аноде указывает, что эти параметры влияют на величину обратной связи, осуществляемой запаздыванием электронов. Поэтому суперрегенератор



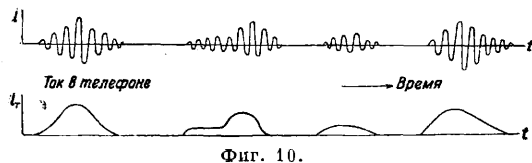
Фиг. 8.

Фиг. 9.

получается включением в анодную или сеточную цепь дециметрового генератора медленного, периодически изменяющегося напряжения (фиг. 9).

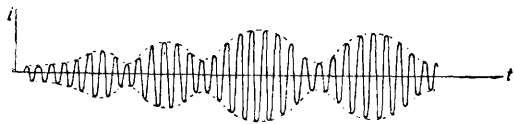
Режимы суперрегенераторов в от- ступствии сигнала. Действие суперрегенератора рассматривается ниже на примере схемы фиг. 1. Схема фиг. 2 принципиально ничем

от нее не отличается; схемы же с самомодуляцией при некоторых их особенностях в основном обнаруживают те же закономерности (кратный резонанс, захватывание). Дециметровые суперрегенераторы также имеют много общего с обычными, но мало исследованы. Обычно схема осуществляется так, чтобы на некоторой доле (напр. BC) участка AC (фиг. 2, 4) выполнялось условие самовозбуждения, а на остальной части нет. Тогда за одну часть периода «модуляции» сопротивление контура отрицательно, за другую часть — положительно (см. *Отрицательное*



Фиг. 10.

сопротивление). 1) Пусть среднее значение сопротивления > 0 . Колебания, возникающие в контуре под действием какого-либо электрич. толчка в тот момент, когда сопротивление отрицательно, будут сначала нарастать, но в конце-концов затухнут; получается кратковременная вспышка колебаний; затем другой толчок дает новую вспышку колебаний и т. д. Т. к. толчки возникают случайно, то эти вспышки будут иметь самую разнообразную форму и после детектирования получатся в телефоне беспорядочное чередование импульсов тока,



Фиг. 11.

т. е. шум или «шорох» (фиг. 10). Если модуляция очень быстрая, вспышки не будут «иметь достаточно времени», чтобы нарасти до заметной величины, и мы получим режим «без шороха». 2) Пусть теперь среднее сопротивление < 0 . Раз возникшие колебания будут сильнее нарастать за то время, в течение к-рого сопротивление < 0 , чем затухать за время, когда оно > 0 , и в результате получается нарастающее модулированное колебание. Через достаточное время мы будем иметь благодаря нелинейности характеристики установившееся модулированное колебание (фиг. 11). Это — режим модуляции. Обычно прием ведется при режиме шороха.

Действие сигнала на суперрегенератор. Если на суперрегенератор действует синусоидальная эдс, то, как показывал опыт



Фиг. 12.

в согласии с математич. теорией, резонанс наступает тогда, когда частота сигнала совпадает с несущей частотой приемника или отличается от нее на величину, являющуюся целой кратной частоты модуляции (фиг. 12). Грубо это можно объяснить так: при разных значениях сопротивления контур обладает разной чувствительностью к синусоидальной эдс, и периодич. изменение сопротивления в нек-ром смысле равносильно периодич. изменению величины воздействия, оказываемого на контур, т. е. действию модулированной эдс. Но в этом случае, как

известно, резонанс наступает не только при совпадении частоты контура с несущей частотой сигнала, но и при совпадении ее с каждой из боковых частот. При медленной модуляции все верхушки резонансной кривой сливаются между собой. «Кратный резонанс» обуславливает плохую избирательность суперрегенератора в отношении синусоидальных эдс различной частоты. Большая чувствительность суперрегенератора объясняется тем, что колебания, вызванные внешней эдс, могут сильно нарастать за то время, что сопротивление отрицательно. Поэтому суперрегенератор чувствительнее при режиме шороха, чем в отсутствие шороха. Однако эта чувствительность была бы бесполезной, если бы система была «линейной» и подчинялась принципу суперпозиции, т. е. тогда на сигнал накладывался бы шорох тем более сильный, чем суперрегенератор чувствительнее. Так как в действительности суперрегенератор является нелинейной системой вследствие кривизны характеристики лампы, то эта нелинейность нарушает принцип суперпозиции и вызывает явление, аналогичное захватыванию в регенеративном приемнике: шорох (колебание, несущая частота к-рого задается контуром) исчезает и остается только колебание (несущая частота его есть частота эдс), модулированное частотой вспомогательного генератора. Когда прием ведется на режиме модуляции, сигнал вызывает увеличение мощности колебаний, причем также возникают «нелинейные» явления, аналогичные «захватыванию». Вдали от резонансных настроек слышны свисты, вызванные детектированием колебания, близкого к суперпозиции модулированных колебаний, несущая частота к-рых задается контуром, и модулированных колебаний, несущая частота к-рых есть частота сигнала; эти свисты м. б. слышимы и при неслышимой частоте модуляции. Вблизи резонансных настроек остается только «вынужденное» колебание, и свисты исчезают. Зависимость чувствительности суперрегенератора от амплитуды сигнала еще недостаточно исследована; практически существует нек-рый порог амплитуды эдс, ниже к-рого прием невозможен. Усиление, получаемое при С. п., вообще тем больше, чем больше отношение принимаемой частоты к модулирующей. Для приема радиотелефонии из этих соображений пользуются часто модулирующей частотой порядка 10—15 kHz. О конструкции суперрегенеративных приемников см. *Ультракороткие волны*.

Лит.: Горелик Г. и Гинц Г., «Техника радио и слабого тока», М., 1932, 12; Горелик Г., «Журнал технич. физики», М., 1933, 1; Горелик Г., Кузовкин В. и Секерская Е., «Техника радио и слабого тока», М., 1932, 11; Armstrong E., «Proceedings of the Inst. of Radio Eng.», N. Y., 1922, v. 10, p. 244—260; David P., «Onde électrique», P., 1928, t. 7, p. 217—259; David P., Dufour et Mesny, ibid., 1925, t. 4, p. 175—200; Kohn A., «Jahrbuch d. drahtlosen Telegraphie u. Telephonie», 1931, B. 37, p. 51—58, 93—105. Г. Горелик.

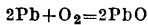
СУРГУЧ, условный термин для сплавленных твердых смесей на смоляном или восковом основании, способных обратимо плавиться и при застывании прочно приставать к поверхностям, на к-рые наносятся. Ингредиенты, входящие в С. в качестве связующих веществ, — шеллак, даммар и другие высококачественные смолы. Для удешевления в качестве заменителей дорогих смол употребляют канифоль, бургундскую смолу, сосновую смолу. Окрашивают сплавленные смеси минеральными пигментами.

тами (киноварь, ультрамарин, хромовые соли, Берлинская лазурь и др.). Иногда при сплавлении сургучной смеси прибавляют и ароматич. вещества (мускус, перуанский бальзам, бензойную смолу, эфирные масла и др.). Для придания густоплавкости С. добавляют при сплавлении массы *наполнители* (см.)—мел, гипс, белила и другие вещества. Рецептура С. очень богата.

Лит.: см. *Мастика*.

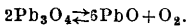
СУРИК свинцовый, Pb_3O_4 или $Pb_2(PbO_2)$ —свинцовая соль ортосвинцовой к-ты. С. часто рассматривают как $2PbO \cdot PbO_2$ —соединение окиси с перекисью свинца. Сырьем для получения С. служат: 1) чистый металлич. свинец или получаемая из него при осторожном нагревании в присутствии воздуха окись свинца—*массикот* (см.); 2) свинцовые белила (сорта с желтоватым оттенком), дающие при нагревании т. н. о р а н ж е в ы й С.; 3) сульфат свинца, дающий при нагревании с содой и селитрой кроме С. как побочные продукты нитрит и сульфат натрия.

Наиболее часто получают С. из металлич. свинца. Процесс производства распадается на две основные операции: 1) окисление расплавленного свинца кислородом воздуха в массикот по ур-ию:



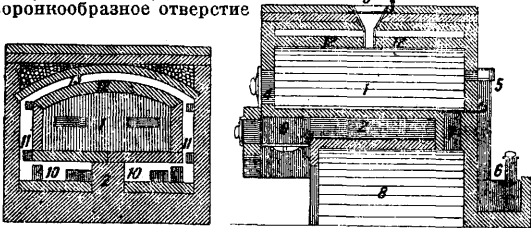
и 2) перевод массикота в более высокую степень окисления— PbO_2 , дающую с остальной частью окиси свинца С. Для получения массикота применяются гл. обр. пламенные печи; в настоящее же время применяют новые способы, например окисление свинца посредством смеси воздуха и водяного пара высокого давления.

Для получения С. применяют особые муфельные печи, в к-рых массикот подвергается обжигу без непосредственного соприкосновения с пламенем, благодаря чему цвет С. получается лучше, чем в пламенных печах. Темп-ра обжига массикота имеет важное значение, т. к. С. уже при $t^\circ 525^\circ$ начинает энергично разлагаться с образованием глета:



Оптимальная t° нагрева, соответствующая наибольшей скорости окисления массикота, лежит в пределах $450 \div 470^\circ$. Чем равномернее при обжиге t° , тем однороднее и лучше получается продукт.

Муфельные печи для получения С. имеют следующее устройство (см. фигуру). Муфель 1, сложенный из больших шамотных плит, помещается на стенке 2, проходящей вдоль всей печи. В своде 12 муфеля, имеющем толщину 12—14 см, делается воронкообразное отверстие

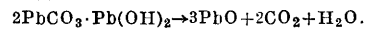


3 для загрузки; отверстие 4 служит для загрузки и равномерного распределения материала в начале работы, а также для выгрузки С.; отверстие 5 служит для отвода газов посредством железной трубы в ящик 6 для улавливания уносимой из муфеля окиси свинца; отверстие 7 служит для загрузки С. непосредственно в вагонетку, подаваемую в помещение 8. Муфель равномерно обогревается со всех сторон при помощи топочных газов, к-рые поступают из двух топок 9, расположенных внизу печи, с одной стороны в каналы 10, разделенных стенкой 2, а с другой стороны через отверстия 11 в пространство между боковыми стенками муфеля и наружной гладкой, после чего проходят по каналу 13 над сводом муфеля и входят в

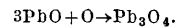
дымовую трубу. Перед началом работы муфель нагревается до темнокрасного каления, загружается массикотом, к-рый распределяется по дну муфеля ровным слоем, и затем регулируется подача воздуха.

Процесс обжига в зависимости от качества массикота продолжается в среднем 12—15 час. (иногда 20 и более). Окисление считается законченным, если взятая из печи проба С. не показывает более увеличения глубины оттенка. После обжига С. выгружают и, если он недостаточно однороден по цвету или величине частиц, просеивают через сита. Кроме описанной печи применяют и другие, напр. печи, у к-рых почти все операции производятся механич. путем.

Кроме обыкновенного, или красного, С. приготавливают и другие сорта С. О р а н ж е в ы й, или м и н ь о р а н ж е в ы й, С. (с а т у р н о в а я к р а с н а я) получается в описанных муфельных печах или в железных, снабженных мешалками. Свинцовые белила разлагаются при нагревании на массикот, углекислый газ и пары воды:



Для удаления газообразных веществ требуется хорошее вентиляционное устройство. Наиболее благоприятная t° разложения свинцовых белил 425—430°. Массикот из свинцовых белил получается более высокого качества и в более рыхлом состоянии, чем из металлич. свинца, поэтому он не требует дальнейшей обработки и окисляется прямо в С.:



Оранжевый С. по сравнению с красным отличается более светлым и ярким цветом и большей кроющей способностью, что объясняется более высокой дисперсностью и более высоким содержанием перекиси свинца. Как примесь он содержит иногда до 5% неразложившегося карбоната; по цене значительно дороже красного С.

Получение других высокодисперсных сортов С. еще мало изучено. Они получают или из осажденного углекислого свинца или путем окисления свинца в виде паров в вольтовой дуге со свинцовыми электродами. Образующаяся при этом PbO , улавливаемая при помощи электрофильтра, отличается чрезвычайно большой легкостью и дисперсностью частиц, дающих в 5 раз большую поверхность, чем при обыкновенных условиях. Кроме того она почти не содержит примесей и дает при дальнейшем окислении сорта С. с очень высоким содержанием PbO_2 (до 33% и выше). С., отвечающий по составу ф-ле Pb_2PbO_4 , содержит 34,89% PbO_2 и 9,34% кислорода. Продажные сорта С. содержат от 25 (и менее) до 34% PbO_2 и 8,34÷9,84% кислорода. В СССР различают два сорта [1] С.: один с содержанием PbO_2 не менее 26%, другой с содержанием не менее 20%. В Германии различают след. сорта С.: к р а с н ы й С. с содержанием перекиси свинца 26 и 31,5%, о р а н ж е в ы й с содержанием ее 27% и д и с п е р с н ы й с содержанием 32,5% перекиси. Содержание растворимых и нерастворимых примесей, включая и влагу, не более 1,5%. Кроме чистых сортов С. в продаже иногда встречаются сорта с содержанием 20, 40% и более примесей, гл. обр. тяжелого шпата. Последний часто для указанной цели подкрашивают органич. красителями. Кроме того могут встречаться различные фальсификации С.—кирпичной мукой, железной охрой, подкрашенной глиной и т. д. Производство С. особенно развито в Англии и Германии. В СССР вырабатывается С. гл. обр. красочными з-дами в Ярославле и Ленинграде.

С.—мелкий кристаллич. порошок с величиной зерен у различных сортов $0,2 \div 35 \mu$. Уд. в. $8,6 \div 9,55$. По Эйбнеру уд. в. оранжевого С. $\sim 9,4$; красного $\sim 9,55$. Уд. в. и величина зерен зависят от исходных материалов, темп-ры, продолжительности нагрева, химического состава и других факторов. В воде С. практически нерастворим. Действию щелочей поддается с трудом. При действии к-т С. растворяется (крепкая уксусная к-та) или разлагается (соляная к-та разлагает С. с выделением хлора, серная — с образованием сернистого свинца); при нагревании с азотной к-той выделяется аморфный темнокоричневый осадок PbO_2 , к-рый полностью растворяется при добавлении щавелевой к-ты, сахара, перекиси водорода и т. п. веществ. На последнем свойстве С. основано определение в С. содержания нерастворимых в к-тах примесей (шпата, глины и др.). С., как и другие свинцовые краски, ядовит (см. *Свинцовое отравление*), чернеет от сероводорода и не может смешиваться с сернистыми (ультрамарин, литопон) и медными красками. С. вследствие высокого показателя преломления обладает очень большой укрывистостью; С. быстро сохнет даже в присутствии влаги и дает с маслом очень твердую, эластичную, прочную и непроницающую воду пленку, благодаря чему находит широкое применение для защиты металлов и дерева от действий влаги, газов и других разрушающих влияний. Выдающиеся свойства масляной пленки С. объясняются тем, что С. вступает с маслом в химич. соединение, образуя нерастворимое свинцовое мыло. В растертом состоянии с маслом С. быстро становится вязким и наконец совершенно затвердевает, поэтому обычно продается в сухом виде. Подобного рода загущение получает также при смешивании С. с клеем, спиртовыми лаками и т. д. Это свойство С., неудобное в малярном деле, становится ценным при употреблении его в качестве замазки для плотного соединения металл. и других частей. При действии света, а также высокой t° С. темнеет; в виду этого, а также большой чувствительности к сероводороду С. сам по себе как малярная краска применяется редко. При сильном нагревании С. теряет $1,1 \div 2,6\%$ кислорода и превращается в глет. С. применяют: 1) для масляной грунтовки и шпаклевки различных металл. и деревянных сооружений и изделий, в особенности находящихся в сырых помещениях или в соприкосновении с водой. Как клеваля, известковая или казеиновая краска С. применяется очень редко; 2) для получения водостойких замазок и паст; 3) как *сиккатив* (см.); 4) в стекольном производстве для получения различных свинцовых стекол (оптик, стекло), искусственных камней, хрустальных изделий и т. д.; 5) в керамике для изготовления флюсов, глазурей и т. д.; 6) как субстрат при получении красильных лаков; 7) как краска для сургучей и других искусственных пластич. масс; 8) в электротехнич. пром-сти, напр. для аккумуляторов; 9) в производстве спичек и для других целей.

Исследованы и С. производят на: 1) отенок, 2) кроющую способность, 3) тонкость измельчения, 4) примесь органич. красителей, 5) содержание влаги, 6) содержание перекиси свинца, 7) количество растворимых и нерастворимых примесей, 8) объем при отстаивании. При употреблении С. для выработки бесцветных свинцовых стекол в нем определяется также содержание железа и меди.

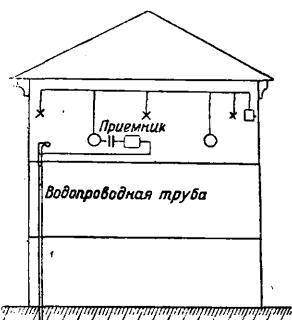
Лит.: 1) ОСТ 476.—Беленький Е., Производство минеральных красок и лаков, М.—Л., 1931; Михайлов С., Производство минеральных и земляных красок, СИБ, 1916; Rose F., Die Mineralfarben, Lpz., 1916; Ullm. Enz., 2 Aufl., B. 2; Wagner H., Die Körperfarben, Stg., 1928; Zerr G., Rubensamp R., Handb. d. Farbenfabrikation, 4 Aufl., 1930; Zimmer E., Bleiweiss u. Bleifarben, Dresden—Lpz., 1926; Rager G. M., Die Schiffsboden u. Rostschutzfarben, B., 1926; Gardner H. A., Paint Technology u. Tests, N. Y., 1914; Smith J. C., Paint a. Painting Defects, L., 1913; Sabina A., Red Lead a. how to Use it in Paint, 3 ed., N. Y., 1922; Blo m A. V., Ueber Rostschutz, «Farbe u. Lack», Hannover, 1925, p. 284; Blo m A. V., Die optische Prüfung von Pigmenten, ibid., 1926, p. 247—248; Blo m A. V., Disperse Mennige, ibid., 1927, p. 329—330; Blo m A. V., Studien über die Bildung von Bleiseifen, Korrosion u. Metallschutz, B., 1926, Jg. 2; Hock C. P., Bleimennige-Probleme, «Farben-Ztg», B., 1928, p. 981 u. 1046; Milbauer J., Physikalisch-chemische u. technische Studien über die Mennige, «Chem. Ztg», Cöthen, 1909, B. 33, p. 513—514, 522—523, 950—951, 960—961; 1910, B. 34, p. 138—140, 1344—1342; 1912, B. 36, p. 1436—1437, 1484—1485; 1913, B. 37; 1914, B. 38, p. 477—479, 559—560, 566—567, 587—588; 1915, B. 39, p. 858—859; Sun k A., Ueber disperse Mennige, Korrosion u. Metallschutz, B., 1927, Jg. 3, p. 82—87; Wirth K., Feste Methoden für die Analyse von Mennige, ibid., 1925, Jg. 1, p. 144—146; 1926, Jg. 2, p. 100—103; Uebel M., Ueber die Herstellung der Mennige, so wie über die Ursachen und die Form ihres Eisengehaltes, «Die Glastechnik», 1927, B. 4, p. 465—467; Glasstone S., Physical Chemistry of the Oxides of Lead, «J. Ch. Soc.», L., 1921, v. 119, p. 1689—1697, 1914—1927, ibid., 1922, v. 191, p. 1456—1469; Brown O. W. a. Nees A. K., Study of the Variations of the Physical a. Chemical Properties of Red Lead, «I. Eng. Ch.», L., 1912, v. 4, p. 867. П. Чернин.

СУРОВЬЕ, ткань, поступающая с ткацкого станка для дальнейшей переработки (отбелка, крашение, отделка). С. может быть или в виде суровой ткани серовато-желтоватого цвета или в виде пестроткани. С. грубо и жестко наощупь, содержит в себе естественные и искусственные засорения (шлихту), имеет матовую мшистую поверхность благодаря выступающим волокнам, плохо смачивается водой. Таким образом С., выходящее с ткацких фабрик, в большинстве случаев еще не является готовым поддуктом, поступающим на рынок, а служит только лишь полуфабрикатом, к-рый идет в дальнейшую обработку на отделочные ф-ки. Единицей С. считается кусок, имеющий примерно следующую длину: для хл.-бум. тканей $35—42 \text{ м}$, льняных 35 м , суконных 35 м , камвольных $30—40 \text{ м}$, шелковых $30—40 \text{ м}$. Хл.-бум. суровье вырабатывается в виде ординарных, двойных и, реже, тройных кусков. С., или суровые ткани, различаются по ширине и длине, по весу, плотности, характеру переплетения, по применению особой пряжи для утка и основы (ткани ворсовые, с начесом и угарные), по назначению их назначения, т. е. на какие нужды они пойдут и как будут использованы. Хл.-бум. ткани по весу разделяются обычно на три группы: легкие, средние и тяжелые. К легким относятся ткани с весом не более 3 кг кусок, напр. марля, вольта, батист, маркизет, вуаль и т. п. Средними считаются ткани, к-рые имеют вес $3—6 \text{ кг}$ кусок (миткаль, сатины, бязь и т. п.). Тяжелыми являются главным образом одежные и мебельные сорта. Вес куска достигает $6—10 \text{ кг}$, напр. молескин, репс, технич. ткани. С. всех видов вырабатывается в СССР по установленному стандарту.

С. Молчанов.

СУРРОГАТНАЯ АНТЕННА, местные предмеры (проводники или полупроводники), используемые в качестве антенны (см.) гл. обр. для целей радиоприема. Существует много разновидностей С. а. Наиболее рациональные и наиболее практические используемые С. а. следующие. 1) Электрич. провода сети освещения (фигура) в квартирах; через разделительный конденсатор с емкостью порядка $100—500 \text{ см}$ они присоединяются к зажиму «антенна» при-

емника, а кроме того используется, как и при нормальной антенне, *заземление* (см.) того или иного рода; на фигуре заземлением служат водопроводные трубы. 2) Телеграфные и телефонные, а также силовые линейные магистрали. Особое распространение для служебных радиопереговоров получила в настоящее время телефонная связь посредством токов высокой частоты вдоль линии электропередачи высокого напряжения; в этом случае применяются особые



С. а. трубы центрального отопления или газовой канализации в домах. 4) Аналогичным способом в качестве С. а. могут быть использованы и все другие металлич. структуры, напр. лестничные клетки в домах, шасси в автомобиле и т. д. 5) В качестве С. а. могут быть использованы и растущие деревья. В этом случае зажим «антенна» приемника с помощью проводника соединяется с деревом, причем контакт со стволом дерева осуществляется вколачиванием в него возможно выше над землей гвоздя, к которому присоединяют проводник от приемника.

Приемные свойства С. а. зависят от размеров и структуры местных предметов и расстояния точки присоединения приемника к этому предмету от места его заземления, если таковое имеется. Наилучшие С. а.—это воздушные линии: телеграфные и силовые. Особенно рационально последние м. б. использованы по методу *волновые антенны* (см.). При благоприятных условиях приемные свойства С. а. сравнимы с обычными антеннами. Измерения, произведенные в центральной радиолaborатории ВЭСО, дали следующие результаты. 1) Наружная антенна, Г-образная, геометрич. высота $h = 25$ м, длина 35 м; собственная длина волны $\lambda_0 = 200$ м, емкость ее $C_A = 370$ см, самоиндукция $L_A = 33\,000$ см, сопротивление $R_A = 18$ Ω , действующая высота $h_d = 8,68$ м. 2) Комнатная антенна (см.): Г-образная, общая длина 12,5 м, $\lambda_0 = 129$ м, $C_A = 158$ см, $L_A = 26\,200$ см, $R_A = 66$ Ω , $h_d = 0,24$ м. 3) С. а. в виде осветительной сети; подключение к одному зажиму штепсельной розетки дало $R_A = 120$ Ω , $h_d = 0,71$ м; при присоединении ко второму зажиму: $R_A = 80,6$ Ω , $h_d = 0,72$ м (разница сопротивлений объясняется неодинаковостью

Параметры любительских антенн (для радиоприема).

| Тип антенны | Действ. высота h_d в м | Сопротивление R_A в Ω |
|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| Наружная | 2,5—12,5 | 15—35 |
| Комнатная | 0,2—0,7 | 60—250 |
| Суррогатная (осветит. сеть) | 0,15—1 | 30—120 |

сопротивлений ответвлений электроосветительной проводки). В результате ряда исследований можно считать, что приемные свойства С. а., а также наружных и комнатных антенн (любительских) характеризуются параметрами, приведенными в таблице на ст. 467.

О сравнении *противовеса* (см.) и заземления для приемных антенн, а также о С. а. см. [1].

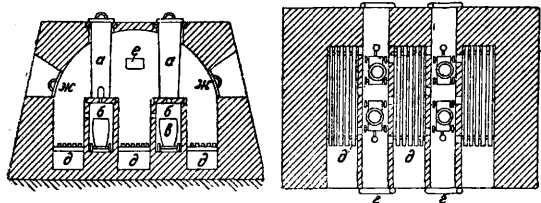
Лит.: 1) Б а ж е н о в В., Основы теории радиоприема, стр. 391—412, М., 1930; Л е в Х., «Радиофронт», М., 1932, т. 2, 4. П. Нуньеско.

СУРЬМА, а н т и м о н и й, Sb, химич. элемент 5-й группы, аналог висмута, мышьяка и фосфора; ат. в. 121,8; порядковый номер 51. С.—серо-белый блестящий металл, уд. в. 6,67—6,69, из жидкого состояния застывает в кристаллич. виде (ромбоэдрич. форма), весьма хрупка при всех t° (растирается в порошок). $t_{пл.}^{25}$ (при красном калении) $630,5^\circ$; $t_{кип.}^{1440}$, теплоемкость 0,0509, линейный коэф. расширения (при 40°) $0,1152 \cdot 10^{-4}$; электропроводность (при 0°) $2,56 \cdot 10^{-4}$ мо $см^{-1}$; твердость по Мосу 3—3,5, по Бринеллю 30 $кг/мм^2$. Кроме обыкновенной С. известна ее весьма неустойчивая аллотропная форма (плотность 5,78), получаемая при длительном электролизе хлористой С. Выделившийся при электролизе металл при прикосновении к нему со взрывом и выделением тепла превращается в обыкновенную С. Обычно С. продается в виде металла «регулуса» (не менее 90% С. при минимальном содержании мышьяка). Очищенный регулус, отличающийся мелкокристаллич. строением, содержит С. не менее 99,6%. С. продается также в виде сернистой С. с содержанием ок. 70% С. (сырая С.). Нек-рый спрос имеет окись С., получаемая при обработке бедных руд. При обыкновенной t° на воздухе металлич. С. не окисляется, при нагревании горит синевато-белым пламенем, образуя окись Sb_2O_3 . С галоидами соединяется непосредственно с сильными тепловыми эффектом, в соляной к-те медленно растворяется с выделением водорода, в царской водке и в азотной к-те растворяется легко. Главной первичной рудой С. является с у р ь м я н ы й б л е с к Sb_2S_3 (с т и б н и т, а н т и м о н и т), встречающийся в игольчатых радиально лучистых, реже зернистых, агрегатах. Твердость 2, уд. в. 4,5—4,6. Сопровождающими минералами обычно являются различные сульфиды, сульфид-антимониты и самородные Au, Ag и Sb. Вмещающими жильными минералами являются кварц, реже барит и карбонаты. При неполном окислении сурьмяный блеск переходит в к е р м е з и т $2Sb_2S_3 \cdot Sb_2O_3$, при полном—в в а л е н т и н и т (ромбич. кристаллы) (с у р ь м я н ы е ц в е т ы), с е н а р м о н и т Sb_2O_3 (куб. кристаллы) и с т и б н и т (стибиконит, с у р ь м я н а я о х р а) $Sb_2O_3 \cdot Sb_2O_5 \cdot 2H_2O$. Кроме того С. входит в состав многочисленных сульфосоели, являющихся рудами других металлов, напр. пираргирит $3Ag_2S \cdot Sb_2S_3$, тетраэдрит $Cu_2S \cdot Sb_2S_3$, буланжерит $5PbS \cdot 2Sb_2S_3$, миаргирит $Ag_2S \cdot Sb_2S_3$, бурнонит $(2PbS \cdot Cu_2S) \cdot Sb_2S_3$, джемсонит $2PbS \cdot Sb_2S_3$ и много др.

Месторождения С. не приурочены к какому-либо определенному возрасту и встречаются в породах всех геологич. периодов (от докембрия до четвертичных); как правило сурьмяные жилы богаты лишь близ поверхности. Месторождения С. встречаются во многих странах всех частей света, но мощные эксплуатируемые месторождения С. сравнительно редки (Китай, Боливия, Мексика, Алжир, Франция, Италия,

Венгрия). В СССР известно значительное количество месторождений сурьмы; большинство из них находится на Кавказе в Дзусетском районе по Военно-Грузинской дороге, Кутаисском районе, в Чеченской и Балкарской областях и др. Месторождение сурьмяной руды имеется также на Украине (Никитовка). Наиболее изученным и наиболее богатым месторождением сурьмяного блеска в СССР является Арамашевское месторождение Уральской области; кроме того известны месторождения С. на Урале, в Ср. Азии и в Бурято-Монгольской республике.

Пром-сть до сих пор почти не пользуется методами обогащения сурьмяных руд, применяя гл. обр. для получения С. из руд прямые металлургич. методы, в результате к-рых получают или сернистую С., или окись С., или металлич. С. Большее количество С. получается из сурьмяного блеска. С. получается гл. обр. сухим путем; мокрый и электрометаллургич. способы до настоящего времени распространения не получили. Выплавку с е р н и с т о й С. во Франции, Богемии и Венгрии ведут в тиглях, обогреваемых голым пламенем. Глиняные тигли емкостью 5—25 кг руды имеют в дне отверстия, через к-рые вытекает расплавленный сульфид (сурьмяный блеск плавится, не разлагаясь) в подставленные горшки, зарытые для медленного охлаждения в песок (чтобы получить лучший блеск металла); этот способ прост, но не экономичен (большой расход горючего). Более совершенной является выплавка в специальных печах (фиг. 1). В четыре трубко-

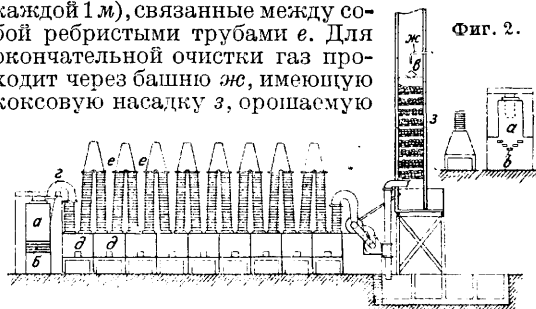


Фиг. 1.

образных тигля *a* высотой 1 м, диам. 25 см загружают руду по 250 кг. Внизу тиглей имеются отверстия *б* для выпуска сернистой С. в вагонетки-горшки *в*, помещенные в каналы, закрываемые крышками *г*. Топливо сжигается на решетках *д*; дымовые газы, обогрев тигли, выходят через каналы *е*. Отверстия *ж* служат для осмотра печи. Одна загрузка выплавляется за 3 ч., расход топлива 64% от веса руды. Выплавку сернистой С. производят также в пламенных печах (типа свинцовоплавильных).

М е т а л л и ч е с к у ю С. из сурьмяного блеска получают путем комбинированного окислительно-восстановительного обжига и путем осадительной плавки с железными стружками (по реакции $Sb_2S_3 + 3Fe = 2Sb + 3FeS$), совершаемой в тиглях (употребительны тигли из графита), а также в отражательных печах. Окислительно-восстановительный обжиг ведут двумя основными способами: 1) сернистую С. Sb_2S_3 при ограниченном доступе воздуха или при прибавлении водяного пара (при этом сера руды связывается в виде H_2S) переводят в испаряющуюся окись С., собираемую в конденсационных камерах, и 2) давая избыток кислорода, превращают Sb_2S_3 при t° не выше 350° (процесс ведется в пламенных печах) в нелетучую Sb_2O_4 , к-рая получается с примесями Sb_2S_3 , сульфатов других металлов и некоторыми другими. Частично улетучивающийся при этом

способе обжига продукт улавливается в специальных конденсационных камерах. В промышленности наиболее распространен первый из указанных способов и ведется в шахтных и муфельных печах. В наиболее распространенной шахтной печи Хереншмидта (фиг. 2) размельченная руда в кусках 1—4 см закладывается вместе с горючим (кокс, древесный уголь) в верхней части *a*, под которой образован наклонными колосниками *б*. Обжиговые газы при помощи вентилятора просасываются через трубу *г* в конденсационные камеры *д* (длина каждой 1 м), связанные между собой ребристыми трубами *е*. Для окончательной очистки газ проходит через башню *ж*, имеющую коксовую насадку *з*, орошаемую



Фиг. 2.

при помощи разбрызгивателя *в* водой. Печи делаются из огнеупорного кирпича, конденсационные камеры—из чугунных плит, коксовая башня—деревянная. Выход С. из руды ок. 90% (при 10—15%-ной руде). Описанная печь перерабатывает в сутки 6 т руды с затратой топлива (кокс) 5—6%. Процесс ведется при t° ок. 400° . Для обработки сырой С. также применяют в последнее время вращающиеся печи.

Восстановление окиси С. до металлич. С. производят в шахтных, пламенных и муфельных печах. Восстановление в шахтных печах дает выходы лучше, чем в пламенных печах, но представляет технич. трудности в защите образующегося металла от окислительного действия дутья. В шахтных печах обычно обрабатывают более низкосортные материалы. Восстановление в пламенных печах технически просто, но связано с потерей металла 12—30%, почему применяется лишь при обработке богатых С. материалов. Так же и при восстановлении в тиглях обрабатывают богатые С. материалы. Независимо от аппаратуры, на к-рой производится восстановление, для защиты испаряющейся при нагревании с углем Sb_2O_3 , возможности лучшей рафинации и для большей подвижности шлаков к шихте, идущей в плавку, прибавляют различные плавни (соду, глауберову соль и т. д.). Восстановление ведут при t° красного каления. Полученная указанным способом С. для получения чистого продукта обычно подвергается рафинированию, которое производится в тиглях или пламенных печах; последний способ дешевле и производительнее, но связан с большими потерями С. По английскому способу рафинирование в тиглях производится одновременно с изготовлением сырой С. В пламенную печь загружают 500—700 кг сырой С. (с 92% Sb); после расплавления ее прибавляют 3—7% соды или сульфат с углем. Образующиеся шлаки через три часа снимают, затем прибавляют на 100 кг металла 3 кг Sb_2S_3 , 15 кг Sb_2O_4 и 4,5 кг поташа. Продолжительность рафинирования 8 час. Потери С. при рафинировании достигают 20—30%. Полученный продукт содержит 98—99% Sb. Для рафинирования применяют также хлорирующий обжиг с $NaCl$, $MgCl_2$.

При получении *С.* мокрым способом по Гаргривсу (Hargreaves) мелко размолотую руду обрабатывают горячей соляной кислотой, раствор нейтрализуют известью и высаживают *С.* цинком или железом. Осадок промывают соляной *к-*той и водой и переплавляют в тиглях. Эдвардс обрабатывает сурьмяные руды 7%-ным холодным раствором сернистого кальция; по Хереншмидту применяется раствор сернистого натрия. Борхерс при действии щелочей получает раствор антимонов, *к-*рый подвергают электролизу и получают металлич. *С.* Коерр и *К⁰* обрабатывает сурьмяные руды раствором хлористого железа: $6\text{FeCl}_2 + \text{Sb}_2\text{S}_3 = 6\text{FeCl}_2 + 2\text{SbCl}_3 + \text{S}_3$. Раствор SbCl_3 при электролизе выделяет металлич. *С.*

С. применяется в различных отраслях промышленности в виде чистого металла и гл. обр. в виде сплавов, а также в виде различных солей. Чистая металлич. *С.* в форме мелкого порошка идет для придания предметам из папье-маше вида полированной стали и для бронзирования металлич. и гипсовых вещей. Наиболее распространены сплавы олова, свинца, меди и *С.*, баббиты, содержат последнюю в количестве 6÷18%. Главное применение сплавы *С.* с *Pb* и *Zn* имеют в качестве «типографского металла» для типографских шрифтов (4–26% *Sb*). Британский или «белый» металл, представляющий сплав *Sb* и *Sn* с небольшими добавками *Cu*, *Bi*, *Zn*, *Pb*, идет для изготовления посуды. Особо важное значение имеют сплавы *Sb* и *Sn* (твердый или сурьмянистый свинец), применяемые для изготовления кислотоупорных клапанов и для шрапнельных пуль. О сплавах *С.* см. *Спр. ТЭ*, т. II.

В мировой промышленности наблюдается непрерывный рост потребления *С.*, особенно сильно возрастающий в военное время. Мировая добыча сурьмяных руд (в цифрах металла, содержащегося в руде) в 1926 г. достигла 31 344 т. Процент участия отдельных стран в мировой добыче *С.* (1923–25 гг.) характеризуется следующими цифрами: Китай—74%, Боливия—4,5%, Франция—4%, Мексика—4%, Алжир—3%, Италия—2%, Австралия—1%, прочие—7,5%. Цены на *С.* подвергаются резким колебаниям в зависимости от условий рынка, в особенности в военное время. Нормальная стоимость 1 т сурьмы (Лондон) до войны 305 р., в военное время она поднималась до 1 038 р. т., установившись в 1926 г. 610 р. за 1 т. Промышленной добычи *С.* ни в довоенной России ни в СССР не производилось, и вся потребность покрывалась ввозом из-за границы.

Лит.: Федоровский Н. М., Опыт прикладной минералогии, Л., 1924; Обзор минеральных ресурсов СССР, вып. 46, Сурьма, Изв. Геолог. К-та, Л., 1928; Болдырев А. К., Курс описательной минералогии, вып. 1, Л., 1926; Богданович К. И., Рудные месторождения, т. 2, СПб., 1913; Естественные производительные силы России, т. 4, Полезные ископаемые, Л., 1917; Veilanger E., Le Tilon Georges des Mines de la Lucette, «Ann. des Mines», P., 1921, t. 12; Launay L., Traité de Métallogénie, Gîtes minéraux et métallifères, P., 1913; Chung-Ju-Wang, Antimony, L., 1909; Ullm. Enz. der technischen Chemie, B. 1, 2 Aufl., 1928; Borchers, Zinn, Wismut, Antimon, H. a/S., 1924. М. Менковский.

С. соединения. *С.* образует соединения трехвалентного и пятивалентного типа. В природе встречаются соединения преимущественно трехвалентной *С.*, наиболее устойчивые. Соединения пятивалентной сурьмы образуются при действии сильных окислителей на соединения трехвалентной сурьмы.

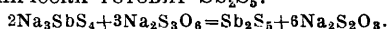
Соединения трехвалентной С. Трехокись *С.* Sb_2O_3 встречается в природе в двух кристал-

лич. модификациях: сенармонтит и вандентинит; образуется при окислительном обжиге сурьмяного блеска, сжигании металлич. *С.* на воздухе, при воздействии на нее водяного пара при t° красного каления или при прокаливании преимущественно гидроксидом. При обычной t° Sb_2O_3 —белый порошок (кристаллы правильной системы), желтеющий при нагревании и превращающийся при этом в ромбическую модификацию; при t° красного каления плавится и возгоняется; при продолжительном нагревании на воздухе превращается в четырехокись *С.* Sb_2O_4 (вероятно соединение трехокиси и пятиокиси: $\text{Sb}_2\text{O}_3 + \text{Sb}_2\text{O}_5 \rightarrow 2\text{Sb}_2\text{O}_4$). При прокаливании с углем, цианистым калием или же в токе окиси углерода или водорода Sb_2O_3 восстанавливается до *Sb*; Sb_2O_3 является исходным продуктом для получения ряда соединений *С.* Применяется в качестве забеливателя или глушителя при эмалировании. Предложено также применение ее в качестве белой краски. Гидроксид *С.* $\text{Sb}(\text{OH})_3$ осаждается разбавленной серной *к-*той из растворов рвотного камня (см. ниже). Sb_2O_3 и $\text{Sb}(\text{OH})_3$ являются амфотерными соединениями; они образуют солеобразные соединения с сильными *к-*тами и с сильными основаниями; растворяются поэтому в разбавленной азотной и серной *к-*тах и в тех щелочах, с *к-*рыми образуют растворимые соли. Соединения Sb_2O_3 со щелочами, антимоныты, производятся от неизвестной в свободном виде метасурьмянистой *к-*ты HSbO_2 ; ее натриевые соли, напр. средний сурьмянистоокислый натрий $\text{NaSbO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ и соответствующая кислая соль $\text{NaSbO}_2 \cdot 2\text{HSbO}_2$, очень трудно растворимы в воде. При растворении металлич. *С.* или Sb_2O_3 в горячей конц. серной *к-*те образуется сульфат *С.*, кристаллизующийся в виде гидрата $2\text{Sb}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Азотнокислая *С.* $\text{Sb}(\text{NO}_3)_3$ образуется при растворении *С.* или Sb_2O_3 в холодной конц. азотной *к-*те. Известны также комплексные соли *С.* с щелочными солями минеральных и органических кислот, как сурьма-калий сульфат $\text{KSb}(\text{SO}_4)_2$, сурьма-калий-оксальт $\text{K}_3\text{Sb}(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ и др. В присутствии избытка воды последние расщепляются гидролитически, причем образуются основные соли, в которых группа *SbO*, антимоныл, играет роль основания. Важнейшая из этих солей—винноокислый антимоныл-калий $\text{KC}_2\text{H}_4\text{O}_6 \cdot \text{SbO} \cdot \text{H}_2\text{O}$, так наз. рвотный камень, кристаллизуется в выветривающихся на воздухе ромбических призмах, растворяющихся в 14 ч. воды; раствор имеет специфич. металлич. вкус и побуждает к рвоте; на последнем свойстве основано применение его в медицине; в настоящее время его применяют также в текстильном деле в качестве протравы (при основных красителях). Готовится путем кипячения раствора винного камня с трехокисью *С.* Треххлористая *С.* SbCl_3 , сурьмяное масло, или *С.* алло, получается при кипячении трехсернистой *С.* (природной или искусственной) с соляной *к-*той; бесцветная кристаллич. масса с $t^\circ_{пл.}$ 73,4°, $t^\circ_{кит.}$ 219°. SbCl_3 легко растворяется в небольшом количестве воды (а также в сероуглероде, ацетоне и в эфире); при разбавлении водного раствора образуется вследствие гидролиза сначала хлорокись SbOCl , применявшаяся в медицине под названием албгаротового порошка, а потом Sb_2O_3 ; SbCl_3 растворяется также в растворах хлористых щелочей с образованием комплексных солей типа

Me_3SbCl_6 . Эти соли применяются, как и чистая SbCl_5 , для воронения стали и для окраски латуни, алюминия, цинка и олова в темные цвета, причем они покрывают металлы защищающим от коррозии тонким слоем металл. С. Двойные соли применяются также в текстильном деле в качестве протравы взамен более дорогого вратного камня. Трехфтористая С. SbF_3 получается из Sb_2O_3 и плавиковой к-ты; растворяется в воде с кислой реакцией, но не дает осадков основных солей; применяется, равно как и ее двойные соли, с щелочными флюоридами (фторидами) и другими солями минеральных к-т [$\text{SbF}_3 \cdot \text{NaF}$; $4\text{SbF}_3 \cdot \text{NH}_4\text{F}$; $\text{SbF}_3 \cdot \text{NaCl}$; $\text{SbF}_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] в текстильном деле в качестве протравы, а также при электролитич. получении металл. С. Трехсернистая С. Sb_2S_3 в природе встречается в виде сурьмяного блеска; осаждается сероводородом из кислых растворов солей трехвалентной С. в виде аморфного оранжевого осадка, темнеющего при сушке и превращающегося при нагревании в черную кристаллич. модификацию, идентичную с природным сурьмяным блеском. Sb_2S_3 растворяется в щелоках и щелочных сульфидах. При этом образуются хорошо кристаллизующиеся соли тиоокислот, а также поликислоты $\text{H}_2\text{Sb}_2\text{S}_7$. При последующем кипячении с серой эти соли превращаются в тиоантимонаты (см. ниже). Путем кипячения сурьмяного блеска с серой и едким натром получают хорошо кристаллизующуюся т. н. соль Шлиппе $\text{Na}_3\text{SbS}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Сероокись С. $\text{Sb}_2\text{S}_2\text{O}$ красного цвета, встречается в природе; искусственно готовится путем нагревания раствора SbCl_3 в растворе тиосульфата (гипосульфита) натрия. Применяется в живописи под названием минеральной кинновари. Сурьмянистый водород SbH_3 получается при воздействии водорода *in statu nascendi* на соли С., а лучше всего при растворении сплава С. и цинка в соляной к-те, содержащей винную к-ту; бесцветный ядовитый газ, вызывающий при вдыхании тошноту, головные боли; $t_{\text{пл.}} = -88^\circ$, $t_{\text{кип.}} = -17^\circ$. Является сильно экзотермич. соединением, медленно разлагающимся уже при обычных t° , а взрывообразно — под влиянием электрич. искры. Под влиянием воздуха окисляется с образованием темной модификации элементарной С.

Соединения пятивалентной С. Пятиокись С. Sb_2O_5 желтоватого цвета, обладает более ясно выраженными кислыми свойствами, чем Sb_2O_3 . Получается при многократном упаривании металл. С. с азотной к-той; уже при 440° распадается на кислород и четырехокись (см. выше). В воде растворяется незначительно с кислой реакцией. При плавлении Sb_2O_5 со щелочами получают кислые пирокатионы, как напр. хорошо растворимая калийная соль, кристаллизующаяся в виде моногидрата $\text{K}_2\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$, применяющаяся в анализе в качестве реактива на натрий; метантимонат натрия NaSbO_3 применяется под разными названиями, например лейкоин в качестве опацификатора (глушителя) в производстве молочного стекла и эмалей. Для тех же целей предложено пользоваться щелочноземельными солями сурьмяной к-ты. Основной антимонат свинца применяется в качестве керамической краски (живопись по фарфору) под названием неаполитанской желтой. Пятихлористая С. SbCl_5 получается при сжигании металл. С. в хлоре или же при воздействии последнего на SbCl_3 ;

бесцветная жидкость уд. в. 2,35, $t_{\text{пл.}}^\circ$ (при 14 мм давления) 68° , $t_{\text{кип.}}^\circ = -6^\circ$, распадающаяся легко на Cl_2 и SbCl_3 . Пользуясь свойством SbCl_5 легко отщеплять хлор (образующаяся при этом SbCl_3 легко присоединяет обратно), ее применяют в качестве переносчика хлора при хлорировании разнообразных органич. соединений, напр. этилена, ацетилена, метана и др. Кроме того используется свойство SbCl_5 образовывать хорошо кристаллизующиеся аддитивные соединения с органич. соединениями, особенно производными бензола. С небольшими количествами холодной воды SbCl_5 образует гидраты, как $\text{SbCl}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ или $\text{SbCl}_5 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; с большим количеством воды гидролизуются, образуя пиросурьмяную к-ту $\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$. С неорганич. хлоридами образует комплексные соли типа MeSbCl_6 . Пятифтористая С. SbF_5 кипит при 150° ; растворяется с шипением в воде. С щелочными фторидами образует комплексные соли типа MeSbF_6 . Пятисернистая С. Sb_2S_5 получается при осаждении сероводородом из кислых растворов соединений пятивалентной С. в виде аморфного оранжево-красного осадка, отличающегося от Sb_2S_3 растворимостью в аммиаке при нагревании. При нагревании в сухом виде до 220° , а под водой до 100° или же под действием солнечных лучей распадается на Sb_2S_3 и свободную серу. При растворении Sb_2S_5 в сернистых или едких щелоках образуются соли тиртосурьмяной к-ты H_3SbS_4 , из коих важная соль Шлиппе; из нее путем обработки разбавленной серной к-той или (во избежание выделения сероводорода) раствором тритионата технической готовят Sb_2S_5 :



Sb_2S_5 применяется в резиновой промышленности как ускоритель вулканизации и наполнитель, окрашивающий каучук в красный цвет; в смеси с бертолетовой солью, так же как Sb_2S_3 , применяется (как вещество, выделяющее при горении много тепла) в спичечном производстве и пиротехнике. Многочисленные торговые марки Sb_2S_5 отличаются между собою количеством содержащейся в них свободной серы и связанной с этим окраской, колеблющейся от яркокрасной до оранжевой.

Многочисленные органические соединения С. применяются в медицине.

Лит.: Любавин Н., Техническая химия, т. 4, ч. 2, М., 1906; Aberg R. u. Auegbach H., Handb. d. anorg. Chemie, V. 3, Abt. 3, Lpz., 1907; Mellor J., A Comprehensive Treatise on Inorganic A. Theoretical Chemistry, v. 9, L., 1929; Dammmer O. u. Peters F., Chemische Technologie der Neuzeit, 2 Aufl., B. 3, Stg., 1927; Ullm. Enz., 2 Aufl., B. 1, 1928; Christensen W., Organic Derivates of Antimony, New York, 1924. E. Кронман.

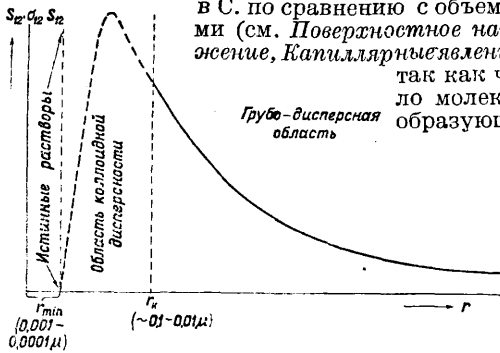
СУСПЕНЗИИ, дисперсные системы с твердой дисперсной фазой. Обычно С. называют системы, образуемые твердым телом, измельченным в жидкой среде, напр. воде (гидросуспензии) и т. д. Дымы являются С. с газовой дисперсионной средой (аэросуспензии). С. по методу получения и по физико-химич. структуре делятся на 1) дисперсионные и 2) конденсационные, или кристаллизационные. С. первой группы получаются при всех процессах измельчения твердых тел, являясь продуктом технич. процессов помола, дробления, шлифования, сверления и др. Форма частиц таких С. носит случайный характер. С. же второй группы возникают обычно из растворов при кристаллизации, часто в результате химич.

реакций с образованием малорастворимых веществ (BaSO₄, AgCl) при характерных реакциях, применяемых в химич. анализе. Между частицами таких С. и тем же веществом, растворенным в окружающей их дисперсионной среде, устанавливается подвижное равновесие; условия скорости кристаллизации на гранях кристаллич. частиц С., граничащих с окружающей средой—раствором, определяют форму (габитус) частиц. Эти условия в свою очередь определяются законом Гиббса-П.Кюри-Вульфа, согласно к-рому

$$\psi = \sum_i \sigma_i S_i \rightarrow \min;$$

ψ —свободная поверхностная энергия (см.) частицы-кристаллика должна стремиться к минимуму при достижении равновесия. При этом σ_i (в эрг/см²)—удельная свободная энергия грани i (ее «поверхностное натяжение»), а S_i —площадь данной грани. Сумма распространена на все грани i частицы.

При уменьшении диаметра (2r) частиц С. степень дисперсности, т. е. удельная поверхность дисперсной фазы, объем к-рой V_1 , возрастает: $\frac{S_{12}}{V_1} = \frac{3}{r}$ (см. фигуру). Параллельно с этим растет роль поверхностных явлений в С. по сравнению с объемными (см. Поверхностные явления, Капиллярные явления), так как число молекул, образующих



поверхностные слои на границе 1,2 (частица—среда), n_s увеличивается по сравнению с числом «объемных» молекул дисперсной фазы n_v и

$$\frac{S_{12}}{V_1} = \frac{3}{r} \approx \frac{n_s}{n_v}.$$

При достаточной степени дисперсности С. все их свойства определяются в основном природой их внутренней поверхности раздела (частица—среда). Однако при дальнейшем уменьшении радиуса частиц (при $r < 0,1 \mu$ в области от 0,1 до 0,01 μ) сама природа поверхностного слоя начинает изменяться; удельная поверхностная энергия σ_{12} и другие молекулярно-статистич. величины, характеризующие некомпенсированность молекулярных сил в пограничном слое, начинают резко изменяться. Поверхность раздела изменяется при этом качественно, и мы переходим в область коллоидной дисперсности (С. постепенно превращается в коллоидный раствор с рядом специфически новых свойств, см. фигуру). Дальнейшее уменьшение r , приближающегося к нижнему физич. пределу—молекулярным разделам (r_{min}), и само понятие о поверхности раздела в обычном статистич. представлении теряет смысл. Это схематически и представлено на фигуре, где r отложен по оси абсцисс, а величина поверхности раздела S_{12} или лучше всей поверхностной энергии дисперсионной системы $\sigma_{12} \cdot S_{12}$ по оси ординат. В коллоидной области развитие поверхностных

явлений (напр. поверхностной энергии) достигает наибольшего значения перед тем, как вовсе исчезнуть при переходе к истинным растворам, т. е. к однофазной, гомогенной системе, тогда как до этого система была гетерогенной, двухфазной. Сказанным определяется особая роль коллоидного состояния как предельно-промежуточного, качественно отличного от соседних областей. Поэтому нельзя говорить о непрерывном повышении степени дисперсности при переходе от С. к истинным (молекулярно-или ионно-дисперсным) растворам, не указывая, что речь идет о качественно совершенно различных системах. Граничная коллоидная область есть область максимального развития гетерогенности С. перед полным исчезновением одной из фаз (повлением гомогенности).

С. могут быть разделены также на монодисперсные, состоящие из частиц практически одинаковых размеров, и полидисперсные, содержащие частицы различного радиуса, причем полная картина распределения суспензированной массы по радиусам частиц (по фракциям от r до $r + \Delta r$) характеризуется особой функцией распределения. Нахождение этой ф-ии и решение всех задач, связанных с определением степени дисперсности в С., образуют специальную область физико-химии дисперсных систем—дисперсионный анализ (в частности седиментометрич. анализ (см. Седиментометрия)).

Большое значение среди других методов исследования С. имеют непосредственное микроскопич. изучение размеров и формы частиц, легко применимое в области обычной дисперсности С. при $r > 1 \mu$, и исследование электрич. поверхностных свойств С., поверхностного заряда их частиц (см. Катафорез, Электрофорез, Электроосмос). Наиболее характерным свойством С. является их коагулируемость, т. е. способность их частиц слипаться, образуя хлопья под действием молекулярных сил (поверхностной энергии), или самопроизвольно (автоконтроляция) [1,2] или при добавлении электролитов (электрострокоагуляция). Последнее связано с разряжением (уменьшением одноименного заряда) частиц при адсорбции (см. ионы обратного знака. Однако при значительной адсорбции ионов она может вызвать повышение заряда частиц, ведущее к уменьшению их слипаемости (стабилизация) и к расслоению хлопьев (коагуляция) на отдельные, наиболее мелкие первичные частицы. Добавление к С. поверхностно-активных веществ, молекулы или мицеллы к-рых адсорбируются на границе частица—среда с образованием достаточно механически прочной адсорбционной пленки, тоже вызывает стабилизацию С. К таким поверхностно-активным веществам (стабилизаторам) относятся вещества, увеличивающие концентрацию электролита, потребную для коагуляции С. Образование молекулярных адсорбционных слоев поверхностно-активных веществ на границе частица—среда влияет на автокоагуляцию С., изменяя диэлектрич. свойства пограничного слоя и тем самым изменяя условия адсорбции в нем ионов. Это действие особенно резко проявляется в С. с неполярной (напр. углеводородной) дисперсионной средой—резкое повышение диэлектрич. постоянной и следовательно заряда частиц вызывает резкую стабилизацию С. [1,2]. В водных же С. те же адсорбирующие вещества вызывают обратный эффект, т. н.

сенсификацию, вследствие некоторого понижения диэлектрической постоянной пограничного слоя.

Лит.:¹⁾ Ребиндер П., Адсорбция, поверхностные явления и свойства адсорбционных слоев (в книге Наумова В., Химия коллоидов, гл. 9, 3 изд., Л., 1932);²⁾ Ребиндер П., Исследования по физико-химии технических суспензий (Сборник экспериментальных работ), М.—Л., 1933.—Думанский А., Дисперсность и коллоидное состояние вещества, Харків—Киев, 1932; Песков Н., Физико-химия, основы коллоидной науки, М.—Л., 1932; Ребиндер П. и Серб-Сербича Н., «Журнал физ. химии», 1930, т. 2, вып. 6; Венстрем Е., там же, т. 2, вып. 3, 6; Freundlich Н., «Kapillarchemie», 4 Aufl., В. 1—2, Лpz., 1930—31; Rehbinder P., Wenström E. u. Lagutkina L., «Ztschr. f. phys. Chemie», Лpz., 1930, В. 146 А, р. 63; Rehbinder P. u. Wenström E., «Koll.-Ztschr.», Лpz., 1930, В. 53, р. 151 (1930). П. Ребиндер.

СУХАЯ ПЕРЕГОНКА, разложение органических веществ с помощью высокой t° без доступа воздуха. С. п. дерева, см. *Дерево*, с. х. а. я. п. е. р. г. о. н. к. а.; С. п. каменного угля, см. *Каменный уголь*, *Консолидированное производство*, *Коксование*; о С. п. торфа см. *Торф*.

СУХАЯ ПЕРЕГОНКА ДЕРЕВА, см. *Дерево*, с. х. а. я. п. е. р. г. о. н. к. а.

СУЧЕНИЕ, или кручение, см. *Ниточное производство*.

СУШИЛКИ, см. *Сушка*.

СУШИЛЬНЫЕ БАРАБАНЫ, см. *Сушка*.

СУШКА, процесс удаления влаги (жидкости) из материала путем перевода ее в другую фазу (жидкость—пар) при помощи тепла, подводимого в той или иной форме, причем качество и количество абсолютно сухого материала остается постоянным. Одни материалы сушатся для предохранения от гниения, для увеличения крепости, другие—для удешевления транспорта, для увеличения теплотворной способности, для улучшения размола и т. д. Расход топлива на С. приблизительно составляет 7% от общего топливного баланса, т. е. приблизительно равен расходу топлива на всех вместе взятых теплоэлектростанциях. В то же время сушильная техника как самостоятельная наука получает свое развитие только в последние годы. Теория сушки делится на: 1) статику сушильных процессов, рассматривающую основные физич. свойства влажного воздуха (газа), тепловой и материальный баланс, а также методы графо-аналитич. расчета сушильных установок и представление об их термич. экономичности; 2) динамику сушильных процессов, рассматривающую процесс испарения влаги из материалов, режимы и длительность С. и вытекающую из них производительность сушильных установок. Если теория статики сушильных процессов благодаря работам целого ряда исследователей (Гаусбранд, Рамзин, Молье, сушильная лаборатория ВТИ) приобрела достаточную ясность, то этого нельзя сказать о динамике С., которая только в последнее время приобретает теоретич. базу благодаря работам Льюиса, Шервуда, Титля и сушильной лаборатории ВТИ. У большинства материалов жидкость, подвергаясь испарению,—вода, поэтому все последующие расчеты сделаны для случая испарения воды. Основным носителем тепла и влаги при процессах С. является воздух или газы (продукты сгорания), представляющие собою смесь водяного пара и сухого воздуха (газа). При расчете сушильных установок все подсчеты удобнее относить к 1 кг сухого воздуха, т. е. к эта величина остается постоянной в процессе С., не считая утечку или добавления. В сушильной технике приняты следующие

понятия. Абсолютная влажность воздуха (газа)—вес водяного пара в 1 м³ смеси, измеряемая уд. весом водяного пара— γ_n г/м³. Максимально возможный вес водяного пара в 1 м³ смеси (при t° до 100 $^{\circ}$) есть уд. в. водяного пара в состоянии насыщения— γ_n г/м³. По уравнению Дальтона

$$P_n + P_v = B \text{ кг/м}^2,$$

где P_n —парциальное давление пара в смеси, P_v —парциальное давление воздуха в смеси, B —общее (обычно барометрич.) давление смеси. При $P_n = B$ и данной t° (случай $t^{\circ} > 100^{\circ}$) вся смесь состоит только из водяного перегретого пара и будет соответствовать γ_{max} . Относительная влажность или степень насыщения воздуха

$$\varphi = \frac{\gamma_n}{\gamma_n} = \frac{f(P_n \cdot t)}{f(P_n \cdot t)}$$

есть отношение веса водяного пара в 1 м³ смеси к максимально возможному весу водяного пара в 1 м³ при той же t° . Пар, находящийся в воздухе при всех случаях неполного насыщения, а также при $\varphi = 100\%$ и $t^{\circ} > 100^{\circ}$, является перегретым паром, т. е. его t° не соответствует P_n . Уд. объем сухого воздуха в смеси (объем 1 кг сухого воздуха) при данном P_v равен общему объему смеси:

$$V = \frac{29,27 \cdot T}{P_v};$$

т. е. V —объем смеси, приходящийся на 1 кг сухого воздуха. Влажосодержание воздуха $d = \frac{V}{V} \gamma_n$ г/кг—вес водяного пара, содержащегося в смеси, отнесенный на 1 кг сухого воздуха. Можно считать с достаточной точностью $d = 623 \frac{P_n}{B - P_n}$ г/кг сухого воздуха, т. е. при данном барометрич. давлении влажосодержание зависит только от парциального давления водяного пара, и наоборот. Теплосодержание влажного воздуха на 1 кг заключенного в нем сухого воздуха, взятое от 0 $^{\circ}$,

$$J = C_v \cdot t + \frac{d \cdot i_n}{1000} \text{ Cal},$$

где C_v —теплоемкость сухого воздуха, средняя от 0 $^{\circ}$ до t° в Cal/кг $^{\circ}$ C, i_n —теплоемкость пара при соответствующих P_n и t° в Cal/кг. Можно считать (точность практически достаточная) $i_n = i_n$ при соответствующей t° и независимой от степени насыщения. Теплоемкость влажного воздуха, отнесенная на 1 кг сухого воздуха,

$$C_{см.} = C_v + C_n \frac{d}{1000} \text{ Cal/}^{\circ}\text{C}$$

(приблизительно $C_{см.} \approx 0,24 + 0,00047d$). Теплоемкость 1 кг смеси

$$C_{см.} = \frac{C_v + 0,001 d \cdot C_n}{1 + 0,001 d} \text{ Cal/}^{\circ}\text{C},$$

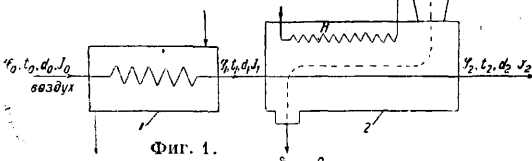
где C_n —теплоемкость пара, средняя от 0 $^{\circ}$ до t° . Уд. в. влажного воздуха

$$\gamma_{см.} = 1,293 \frac{B - P_n}{10333} \cdot \frac{273,1}{273,1 + t} + \gamma_n \text{ г/м}^3,$$

где 1,293 уд. в. сухого воздуха в г/м³ при $B = 10333$ кг/м² и $t^{\circ} = 0^{\circ}$ C.

Схема сушилки (фиг. 1) в общем случае м. б. представлена состоящей из калорифера 1, в котором происходит нагрев воздуха или получение горячих газов, и сушильной камеры 2, где идет С. материала. В некоторых конструкциях все количество тепла, необходимое для С., получается в самой камере или сушильной камере имеет дополнительный подогрев в виде поверхности нагрева H . Движение воздуха (газа) и материала м. б. различным при разных конструкциях. Состояние воздуха и пара в разных частях сушильной установки характеризуется

величинами t, φ, d, J . Индексы: для наружного воздуха «0», при входе в сушильную камеру «1», при выходе из сушильной камеры «2». Состояние материала характеризуется его весом G , влажностью w и темп-рой θ с соответствующи-



Фиг. 1.

ми индексами «1» при входе в сушильную камеру и «2» при выходе.

Материальный баланс. Часовое количество испаренной в сушилке влаги

$$W = G_1 - G_2 = \frac{G_1 \cdot w_1 - G_2 \cdot w_2}{100} \text{ кг/ч.}$$

Количество испаренной влаги, считая по сырому весу,

$$W = G_1 \frac{w_1 - w_2}{100 - w_2}.$$

То же, считая по весу высушенного материала,

$$W = G_2 \frac{w_1 - w_2}{100 - w_1}.$$

Вес абсолютно сухого вещества

$$G_c = G_1 \frac{100 - w_1}{100} = G_2 \frac{100 - w_2}{100},$$

где w_1 —начальная влажность (относительная), т. е. количество влаги в %, огнесенное к весу сырого материала, и w_2 —конечная влажность (относительная), т. е. количество влаги в %, огнесенное к весу высушенного материала.

Расход воздуха на сушку:

$$L = \frac{1000 \cdot W}{d_2 - d_1} \text{ кг}$$

или на 1 кг испаренной влаги

$$l = \frac{1000}{d_2 - d_1} \text{ кг};$$

т. к. при проходе воздуха через калорифер влагосодержание не меняется, то $l = \frac{1000}{d_2 - d_0}$ кг на 1 кг влаги. Расчет вентилятора необходимо вести на легкие условия, т. е. когда d_0 имеет максимальные значения.

Балансы тепла. Теоретич. сушильный процесс характеризуется температурой материала $\theta_1 = \theta_2 = 0$, а также отсутствием потерь и сообщений тепла в сушильной камере. Расход тепла на нагрев воздуха в калорифере

$$q_k = l(J_1 - J_0) = l(C_a + 0,001 d_0 \cdot C_n) \cdot (t_1 - t_0) \text{ Cal/кг испар. влаги.}$$

Расход тепла на С.

$$q = l(J_2 - J_0) = i_n'' + l \cdot C_a [(t_2 - t_0) + l \cdot 0,001 \cdot d_0 (i_n'' - i_n^0)] \text{ Cal/кг испар. влаги,}$$

где i_n'' —теплосодержание пара в воздухе при выходе из сушильной камеры, i_n^0 —теплосодержание пара в воздухе при входе в калорифер. Т. о. тепло, затраченное в калорифере, идет на испарение влаги (i_n''), на подогрев уходящего воздуха [$C_a(t_2 - t_0)$] и на подогрев водяного пара наружного воздуха

$$[l \cdot 0,001 d_0 (i_n'' - i_n^0) \approx l \cdot 0,001 d_0 \cdot C_n (t_2 - t_0)].$$

При установившемся процессе $q_k = q$, а отсюда следует, что для теоретич. процесса $J_2 = J_1$. Сушильный процесс без потерь характеризуется темп-рой материала $\theta_1 = \theta_2 \neq 0$

и отсутствием теплопотерь и сообщений тепла в сушильной камере. Тогда расход тепла на С.:

$q = l(J_2 - J_0) - \theta_1 = i_n'' - \theta_1 + l \cdot C_a (t_2 - t_1) + l \cdot 0,001 d_0 (i_n'' - i_n^0)$ Cal/кг испаренной влаги; тепло расходуется так же, как и в теоретич. процессе, но на испарение влаги идет ($i_n'' - \theta_1$). Из равенства $q_k = q$ следует, что для сушильного процесса без потерь $lJ_1 - \theta_1 = lJ_2$. Действительный сушильный процесс имеет следующие дополнительные расходы тепла, считая на 1 кг испаренной влаги: 1) на подогрев материала

$$q_m = \frac{G_2}{w} C_m'' (\theta_2 - \theta_1),$$

где C_m'' —теплоемкость материала при влажности w_2 . Если C_c —теплоемкость абсолютно сухого материала, то теплоемкость его при влажности w будет

$$C_m'' = \frac{w}{100} + \frac{100 - w}{100} C_c \text{ Cal/кг}^\circ\text{C.}$$

2) На подогрев транспортных приспособлений, перемещающих материал в сушильной камере и уходящих с высушенным материалом

$$q_{mp} = \frac{T}{W} \cdot C_{mp} (\theta_{mp}' - \theta_{mp}'),$$

где $\frac{T}{W}$ — вес транспортных приспособлений в кг на 1 кг испаренной влаги, C_{mp} —теплоемкость материалов транспортных устройств, θ_{mp}' и θ_{mp}'' —темп-ра транспортных устройств при входе и выходе из сушильной камеры. 3) Потери сушильной камеры в окружающую среду

$$q_5 = \frac{Q_5}{W} = \frac{\Sigma F \cdot k (t_{cp} - t_0)}{W},$$

где k —коэф. теплопередачи стенок; t_{cp} и t_0 —средние темп-ры газовой смеси в сушильной камере и окружающего воздуха. В случае если имеет место добавочное сообщение тепла в сушильную камеру (q_0 Cal/кг испаренной влаги), то общий расход составит $q = q_k + q_0$. Урие теплового баланса действительного сушильного процесса в общем случае выражается ф-лой

$$q_k = l(J_1 - J_0) = l(J_2 - J_0) + q_m + q_{mp} + q_5 - \theta_1 - q_0,$$

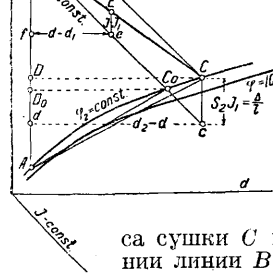
откуда находим

$$l(J_2 - J_1) = (\theta_1 + q_0) - (q_m + q_{mp} + q_5) = \Delta.$$

Теплосодержание смеси в действительном сушильном процессе при входе и выходе из сушильной камеры неравны между собой и отличаются на величину Δ , причем в зависимости от соотношения величин $q_m + q_{mp} + q_5$ и $\theta_1 + q_0$ теплосодержание при входе в сушильную камеру м. б. больше или меньше теплосодержания смеси при выходе из нее.

Обычно в сушильной технике принято пользоваться графо-аналитич. способом расчета сушильных процессов по $J-d$ -диаграмме. В этой диаграмме за ось абсцисс принято влагосодержание воздуха d при $b = 745 \text{ мм Нг}$, а за ось ординат—его теплосодержание J . В виду незначительных изменений d и J при обычных колебаниях барометра этой диаграммой можно пользоваться во всех практич. случаях. Для лучшего развертывания линий $\varphi = \text{Const}$ угол φ между осями взят 135° . На $J-d$ -диаграмме нанесены изотермы $t = \text{Const}$ и кривые $\varphi = \text{Const}$ для разных J и d , а также величины парциальных давлений водяного пара P_n . Процесс подогрева воздуха в $J-d$ -диаграмме изобража-

ется линией $d = \text{Const}$, параллельной оси ординат. Процесс сушки для теоретического процесса, т. е. при $\vartheta_1 = 0$, изображается линиями $J = \text{Const}$, параллельными оси абсцисс. Любое состояние воздуха с двумя значениями из четырех (J, d, t, φ) характеризуется определенной точкой $J-d$ -диаграммы. При расчете удобнее исходить из теоретического сушильного процесса, беря те же пределы. Начальное состояние воздуха перед калорифером характеризуется точкой A (фиг. 2) пересечения изотермы t_0 и линии φ_0 . Конечная точка B подогрева в калорифере определяет состояние воздуха при входе в сушильную камеру. Конечная точка процесса C находится на пересечении линии BC с линией заданной конечной температуры t_2 или с линией заданной конечной влажности φ_2 .



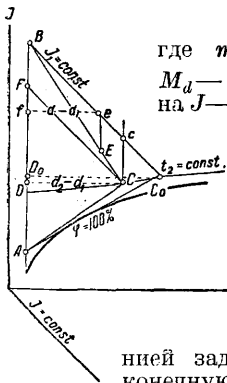
Фиг. 2.

Нанося на $J-d$ -диаграмме теоретический процесс ABC_0 (фиг. 2 и 3), подсчитывают для действительного процесса

$$\Delta = (\vartheta_1 + q_d) - (q_m + q_{mp} + q_5) \text{ Cal/kg}$$

испаренной влаги, выбирают на луче BC_0 произвольную точку e и откладывают отрезок

$$eE = ef \cdot \frac{A \cdot M_d}{1000 \cdot M_i} = ef \frac{A}{m},$$



Фиг. 3.

Производится из соотношений

$$l = \frac{1000}{DC \cdot M_d} \text{ кг/кг влаги,}$$

$$q = \frac{1000 \cdot M_i}{M_d} \cdot \frac{AB}{DC}.$$

AB и DC измеряются на диаграмме в мм. Подсчитанный т. о. расход тепла представляет расход на сушильную камеру, введенный в нее из калорифера. Полный расход тепла равен

$$q + q_d = \frac{AF}{DC} + \Sigma q - \vartheta_1,$$

где $\Sigma q = q_m + q_{mp} + q_5$ Cal/kg влаги.

Расход тепла пара $q_n = \frac{q + q_d}{\eta_k}$, где η_k — кпд парового калорифера (0,95—0,98). Расход тепла топлива на C . $q_m = \frac{q + q_d}{\eta'_k}$, где η'_k — общий кпд котельной, паропровода и калорифера. Расход тепла топлива для огневого калорифера, т. е. при поверхностном подогреве воздуха дымовыми газами из специальной топки, $q_T = \frac{q + q_d}{\eta'_k}$,

где $\eta'_k = 1 - q_2 - q_3 - q_4 + q_5^k$ — коэффициент полезного действия огневого калорифера.

В случае C . дымовыми газами от отдельной топки или отходящими газами от любой установки можно также пользоваться $J-d$ -диаграммой. Благодаря содержанию влаги в топливе, а также образованию влаги при сгорании водорода топлива влагосодержание смеси d_1 всегда выше, чем у наружного воздуха, догретого до t^0 этой смеси. Характеристика смеси при входе в сушильную камеру в случае отдельной топки:

$$d_1 = \frac{a \cdot V_t \cdot \gamma_6 \cdot d_0 + (9H^P + W_T^P) \cdot 10}{a \cdot V_t \cdot \gamma_6 + 1 - 0,01 (9H^P + W_T^P)} \text{ г/кг сухой смеси;}$$

$$J_1' = \frac{\eta_T \cdot Q_n^P + a \cdot V_t \cdot \gamma_6 \cdot J_0 + C_T \cdot t_T + (9H + W) \cdot 6}{a \cdot V_t \cdot \gamma_6 + 1 - 0,01 (9H^P + W_T^P)} \text{ Cal/kg}$$

где a — избыток воздуха, V_t — теоретический объем сухого воздуха для сжигания 1 кг топлива при температуре 0° и 760 мм Hg, γ_6 — уд. вес сухого воздуха в кг/м³ (при $b = 760$ мм, $\gamma_6 = 1,293$), d_0 — влагосодержание наружного воздуха, H^P и W_T^P — содержание водорода и воды в рабочем топливе в %, $(9H^P + W_T^P) \cdot 10$ — влага, полученная от сгорания 1 кг топлива, $a \cdot V_t \cdot \gamma_6 + 1 - 0,01 (9H^P + W_T^P)$ — вес сухих газов на 1 кг топлива в кг, $a \cdot V_t \cdot \gamma_6 \cdot d_0$ — влага, принесенная воздухом на 1 кг топлива, η_T — кпд топки (обычно 0,85—0,95), Q_n^P — рабочая теплотворная способность топлива, J_0 — теплосодержание наружного воздуха в Cal/kg сухого воздуха, $a \cdot V_t \cdot \gamma_6 \cdot J_0$ — тепло, внесенное наружным воздухом в Cal/kg топлива, C_T — теплоемкость топлива в Cal/kg, t_T — темп-ра топлива.

При заданных темп-ре смеси t_1 и кпд топки η_T величину a находим из уравнения

$$t_1 = \frac{\eta_T \cdot Q_n^P + a \cdot V_t \cdot \gamma_6 \cdot J_0}{(1 + a \cdot V_t \cdot \gamma_6) \cdot C_{см}},$$

$C_{см}$ определяется по составным теплоемкостям газа. В случае C . отходящими газами a находится по анализу газов из ур-ния:

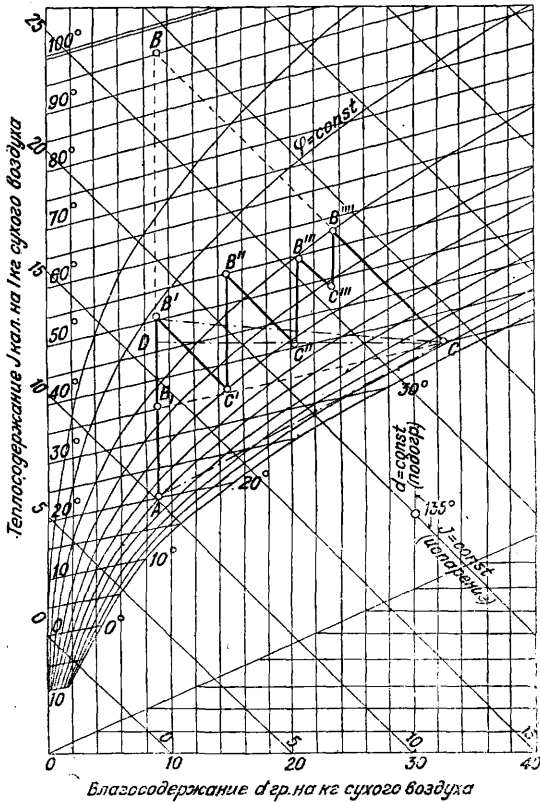
$$a = \frac{(79 + \beta RO_2) \cdot 21}{(79 + 100\beta) \cdot RO_2},$$

а все предыдущие ур-ия сохраняются с заменой лишь $\eta_T \cdot Q_n^P$ на $q_2 \cdot Q_n^P$, где q_2 — потеря с уходящими газами в долях единицы. Построение процесса в $J-d$ -диаграмме при C . дымовыми газами м. б. произведено лишь при допущении, что $(J_1' - J_1) \cdot l = q_d$, т. е. что разница теплосодержания газов и воздуха участвует в процессе C . как добавочное тепло, введенное в сушильную камеру. В этом случае имеем действительный сушильный процесс ($0 \leq \Delta$) с той лишь разницей, что построение луча BC (фиг. 2 и 3) по отрезку eE требует уже одновременно знания величины l ($q_0 = f(l)$), к-рая сама определяется лишь после построения действительного процесса. Задаваясь значением l , обычно путем 2—3 построений находим направление луча BC . Полученная конечная точка C имеет уже t_2, d_2 и J_2 , соответствующие характеристике газов. Суммарный расход тепла равен:

$$q_{из.} = q + q_d = m \frac{AB}{DC} + q_d = m \frac{AF}{DC} + \Sigma q - \vartheta_1.$$

Варианты нормального сушильного процесса. 1. Процесс подогревом в сушильной камере ($q_d > 0$) имеет

ту особенность, что дает возможность иметь при более низких t_1 те же расходы воздуха и тепла при тех же конечных значениях t_2 и φ_2 , т. к. можно осуществить в зависимости от соотношения расхода тепла в калорифере q_k и в су-



Фиг. 4.

шительной камере q_d 4 равноценных процесса (фиг. 4)— ABC , $AB'C$, AB_1C и AC .

1) Для процесса ABC :

$$q_k = m \frac{AB}{DC} \left\{ \begin{aligned} q &= q_k = m \frac{AB}{DC}; \\ q_d &= 0 \end{aligned} \right. \left\{ \begin{aligned} t_{1max} &= 95^\circ \\ m &= \frac{1000 \cdot M_t}{M_d} \end{aligned} \right.$$

(случай С. без подогрева в сушильной камере).

2) Для процесса $AB'C$:

$$q_k = m \frac{AB'}{DC} \left\{ \begin{aligned} q &= m \frac{AB'}{DC}; \\ q_d &= m \frac{B'B}{DC} \end{aligned} \right. \left\{ \begin{aligned} t_{1max} &= 50^\circ \end{aligned} \right.$$

3) Для процесса AB_1C :

$$q_k = m \frac{AB_1}{DC} \left\{ \begin{aligned} q &= m \frac{AB_1}{DC}; \\ q_d &= m \frac{B_1B}{DC} \end{aligned} \right. \left\{ \begin{aligned} t_{1max} &= 35^\circ = \text{Const.} \end{aligned} \right.$$

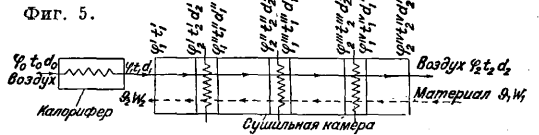
4) Для процесса AC :

$$q_d = m \frac{AB}{DC} = q \left\{ \begin{aligned} q_k &= 0; \\ t_{1max} &= 35^\circ \end{aligned} \right.$$

(случай С. только с подогревом в сушильной камере). Свойство подогрева в камере понижать максимальную t° является особенно ценным для материалов, не допускающих высоких t° С. Для нахождения по $J-d$ -диаграмме расходов воздуха l и тепла q действительно процесса, т. е. при $(\Sigma q - \vartheta_1) \neq 0$, достаточно по-

строить его для ABC , как указано раньше (фиг. 2 и 3), учитывая лишь, что для всех случаев величина $(\Sigma q - \vartheta_1)$ будет различной ввиду различных средних t° в сушильной камере.

2. Процесс с промежуточным подогревом дает возможность также понижать максимальную t° С. Сушильная камера состоит из нескольких зон (фиг. 5). Воздух, проходя из зоны в зону, совершает нормальные рабочие процессы, подогреваясь на промежуточных поверхностях нагрева H_1, H_2, \dots, H_n до нужных начальных t° . На $J-d$ -диа-

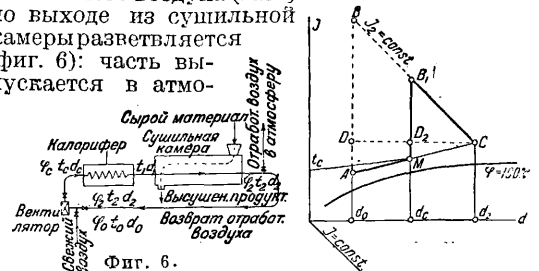


грамме такой процесс изображается ломаной линией $AB'C''B'''C''''B''''C''''''C$ (фиг. 4). Экономичность этого процесса равна экономичности процесса ABC , но максимальная температура 53° против 95° . Расход воздуха одинаков для всех ступеней, следовательно расчетный для всей сушилки $l = \frac{1000}{M_d \cdot DC}$. Расход тепла для всего процесса

$$q = m \frac{AB}{DC} = m \frac{AB'}{DC} + m \frac{C'B''}{DC} + m \frac{C''B'''}{DC} + m \frac{C''''B''''}{DC},$$

где каждое из слагаемых определяет соответственно расход тепла в главном и промежуточных калориферах H_1, H_2, H_3 , давая необходимые величины для расчета поверхностей нагрева. Ход процесса, т. е. промежуточные t° и насыщения, м. б. выбран произвольно, сообразуясь с характером сушимо материала. Для построения действительного процесса $(\Sigma q - \vartheta_1) \neq 0$ поступают так же, как и при построении нормального. Каждый из промежуточных процессов перестраивается в зависимости от $(\Sigma q - \vartheta_1)$, падающих на данную зону, т. к. все потери и повышения t° материала разбиваются по отдельным ступеням процесса. Вышеприведенные варианты приводят к выводу, что при заданиях $(\Sigma q - \vartheta_1)$ расходы воздуха и тепла зависят только от взаимного расположения точек A и C (фиг. 4) и не зависят от характера протекания процесса между этими точками.

3. Процесс с возвратом отработанного воздуха. Поток отработанного влажного воздуха (газа) по выходе из сушильной камеры разветвляется (фиг. 6): часть выпускается в атмо-



Фиг. 6.

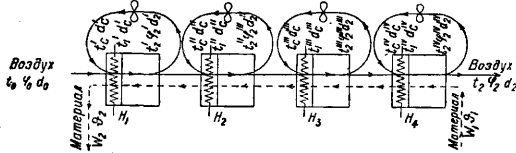
сферу, а другая идет к вентилятору. Вместо выброшенного отработанного воздуха подается такое же количество свежего. Процесс в $J-d$ -диаграмме при наличии обычных данных t_0, φ_0 и t_2, φ_2 или t_0, φ_0 и t_1, φ_1 м. б. построен, зная лишь характеристику смеси, т. е. d_c, J_c и t_c . Геометрич. место точек, изображающих состояние смеси n кг сухого воздуха в состоянии С

(т. е. отработанного) и 1 кг сухого воздуха в состоянии A (т. е. свежего), есть прямая AC (фиг. 7), на которой состоянии смеси изображается точкой M , делящей ее на части в отношении $\frac{AM}{MC} = n$. Теоретический сушильный процесс изображается линией AMB_1C , где заданными являются точки A, C и M или A, C и B_1 , причем в последнем случае состояние смеси определяется пересечением линии $d = \text{Const}$, проведенной из точки B , с линией AC , и одновременно определяется значение n . Расход добавочного и отработанного воздуха

$$l = \frac{1000}{M_d \cdot DC} \text{ кг/кг влаги.}$$

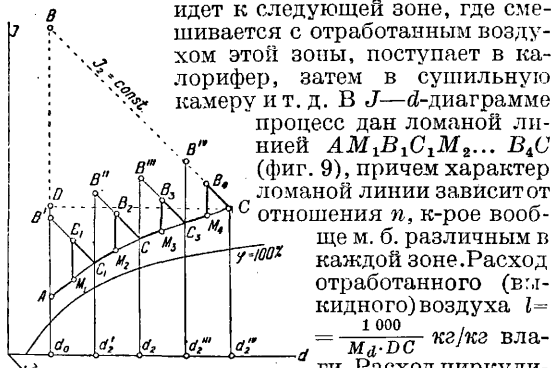
Расход циркулирующего воздуха $l_n = \frac{1000}{M_d \cdot DC_2}$, причем $l_n = (n + 1) \cdot l$. Расход тепла $q = m \frac{AB}{DC}$. Построение действительного процесса производится так же, как для основного рабочего процесса. Когда материал требует C лишь во влажном воздухе, этот процесс является наиболее экономичным по расходу тепла и дает возможность тонкой и гибкой регулировки влажности воздуха в сушильной камере. В остальных случаях он невыгоден, т. к. сильно увеличивает количество циркулирующего воздуха, а следовательно и расход энергии. Если требуется понижение темп-ры t_1 , то оно более выгодно может быть осуществлено по первым двум вариантам.

4. Процесс с промежуточным подогревом и многократной циркуляцией по зонам. Отработанный воздух



Фиг. 8.

первой зоны разветвляется на 2 части (фиг. 8). Одна идет к вентилятору, смешивается со свежим воздухом, проходит через калорифер и снова поступает в первую зону, а другая часть



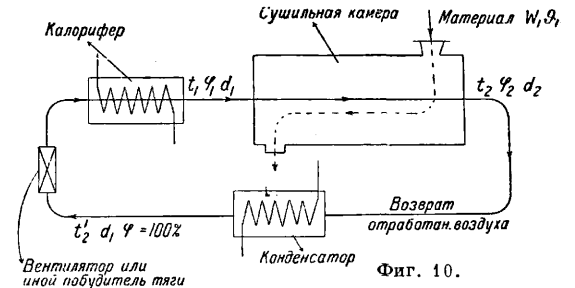
идет к следующей зоне, где смешивается с отработанным воздухом этой зоны, поступает в калорифер, затем в сушильную камеру и т. д. В $J-d$ -диаграмме процесс дан ломаной линией $AMB_1C_1M_2 \dots B_4C$ (фиг. 9), причем характер ломаной линии зависит от отношения n , к-рое вообще м. б. различным в каждой зоне. Расход отработанного (включенного) воздуха $l = \frac{1000}{M_d \cdot DC}$ кг/кг влаги. Расход циркулирующего в каждой

зоне воздуха $l_n = (n + 1) \cdot l$. Суммарный расход тепла $q = m \frac{AB}{DC}$ Cal/кг влаги.

Этот процесс, сохраняя преимущества процесса с промежуточным подогревом, дает меньший расход тепла.

5. Процесс с замкнутой циркуляцией (конденсационный). Отработанный воздух из сушильной камеры направляет-

ся к поверхностному или смешивающему конденсатору (фиг. 10), где, охлаждаясь, теряет часть своей влаги; имея при выходе из конденсатора полное насыщение, он поступает в калорифер,



Фиг. 10.

где подогревается до требуемой t^o , и идет в сушильную камеру. При заданных t_1, ϕ_1 и t_2 воздух при выходе из камеры должен охладиться конденсатором до такой темп-ры, чтобы его влагосодержание, соответствующее $\phi = 100\%$, равно было требуемому влагосодержанию воздуха при входе в сушильную камеру. Побудителем движения смеси внутри сушильной камеры м. б. вентилятор или сама охлаждающая вода смешивающего конденсатора. В $J-d$ -диаграмме теоретич. процесс дан линией $A_1B_1CFA_1$ (фиг. 11), где $CF A_1$ —процесс в конденсаторе. Количество циркулирующего

воздуха $l = \frac{1000}{M_d \cdot D_1C}$ кг/кг влаги. Расход тепла в калорифере $q = m \frac{A_1B_1}{CD_1}$ Cal/кг влаги. Данная схема

процесса выгодна: 1) когда по качеству продукта (материала) необходимо свести в чрезвычайно чистом воздухе и постановка фильтра вызывает большие потери на энергию и другие неудобства; 2) когда влагосодержание и t^o наружного воздуха оказываются выше, чем желаемые характеристики отработанного воздуха; 3) когда при необходимости сушить материал во влажном воздухе эта схема оказывается экономически выгоднее схемы с возвратом отработанного воздуха. Кроме основных вариантов м. б. ряд других, расчет к-рых можно комбинировать из расчета основных.

Динамика сушильного процесса и особенно увязка ее со статикой не имеет еще законченной надежной теории, к-рая давала бы возможность подойти к рациональному выбору типа и пределов сушильного процесса, зная физико-химич. структуру материала. Приведенный ниже материал в нек-рой доле является лишь ориентировочным. Испарение воды со свободной поверхности подчиняется закону Дальтона (1803 г.):

$$\frac{W}{Z \cdot F} = \frac{c(H - h) \cdot 760}{B} \text{ г/м}^2/\text{ч};$$

W — количество воды в г, испаренной с m^2 в час, $H = P_H$ —давление водяного пара при t^o испаряющей воды в мм Hg, $h = P_n$ —парциальное давление пара в окружающей среде в мм Hg, B —барометрич. давление в мм Hg, c —коэф., зависящий от скорости движения протекающего воздуха и его плотности. По опытам сушильной лаборатории ВТИ, проведенным до t^o воздуха 300^o и с высоким его насыщением,

$C = 12,5 + 40(\gamma \cdot v)^{0,705}$, где v —действительная скорость в м/сек и γ —уд. в. воздуха в кг/м³. Темп-ра воды, помещенной в поток горячего воздуха,—вполне определенная величина, зависящая от t° , насыщения и скорости протекающего воздуха, и называется теоретической темп-ратурой испарения, определяемой из ур-ня равновесия:

$$t_1 - t_2 = \frac{r \cdot C}{\alpha} \cdot \frac{(H - h) \cdot 760}{B},$$

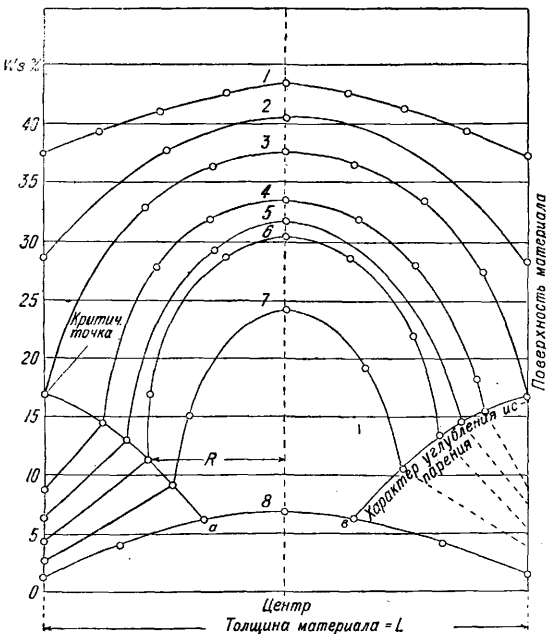
где t_1 —темп-ра протекающего воздуха, t_2 —темп-ра воды, r —скрытая теплота парообразования при t_2 в Cal/г, α —коэф. теплоотдачи от воздуха к воде в Cal/м² °C час. На основании этого же ур-ня при помощи психрометра определяется h по отчитанным $t_1 = t_c$ и $t_2 = t_m$:

$$h = H - A(t_c - t_m) \cdot B,$$

где $A = \frac{L}{r \cdot c \cdot 760}$ или по ф-ле Rechnagel'я:

$$A = 0,00001 \left(65 + \frac{6,75}{v} \right).$$

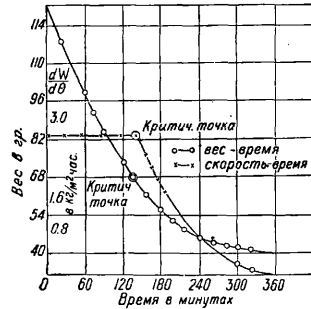
Влага в материале на основании протекания процесса C . (не вдаваясь в ее физико-химическое существо) разбивается на два вида: 1) свободная влага и 2) устойчивая, или связанная, влага. Свободная влага материала в свою очередь делится на влагу до критич. точки и влагу после критич. точки. Опыты показали, что испарение влаги с поверхности материала вызывает диффузию влаги по направлению от центра к поверхности. Принято называть диффузию влаги в материале внутренней диффузией, а диффузию образующихся паров через воздушную пленку в воздух—внешней диффузией. Начало периода внутренней диффузии определяется по критич. точке кривых C .



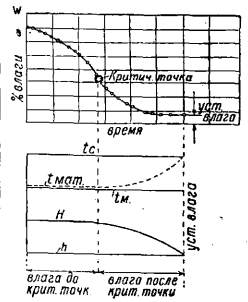
Фиг. 12.

(фиг. 13 и 14). Фиг. 12 дает наглядное представление о протекании процесса C в материале. Кривые 1 и 2 дают распределение влаги в период внешней диффузии; кривая 3 соответствует началу внутренней диффузии, т. е. критич. точке; кривая 4 дает уже точку излома, к-рая показывает, где происходит испарение в дан-

ный момент; кривые 5, 6, 7 показывают, как поверхность испарения постепенно проникает внутрь тела. Точки излома определяют место поверхности испарения; если их соединить, то получим кривую изменения R от процента влаги в материале. Кривая 8 дает распределение влаги в конце C . Первые три точки кривой 8 от поверхности лежат на прямой, к-рая определяет кривую устойчивой влажности. Точки a и b характеризуют место, до к-рого проникло испарение. Период испарения до критич. точки идентичен испарению воды со свободной поверхности (фиг. 13), т. е. давление пара у материала H равно давлению пара у воды, и t° поверхности близка к теоретич. t° испарения. В этом случае количество испарений влаги м. б. вычислено по ф-ле Дальтона. За критич.



Фиг. 13.



Фиг. 14.

точкой процесс испарения переходит от поверхности к центру материала, давление пара у материала начинает уменьшаться, процесс испарения замедляется, а t° материала на основании ур-ня равновесия соответствующим образом увеличивается (фиг. 14). Методика построения кривых C . до и после критич. точки по ур-ню Дальтона и дифференциальному ур-ню диффузии для постоянных и переменных режимов находится в стадии проверки. Под устойчивой, или связанной, влагой понимают влагу в материале, установившуюся под влиянием равновесия с влагой воздуха, т. е. когда давление пара у материала H равно парциальному давлению пара в окружающем воздухе h и темп-ра материала равна темп-ре воздуха (фиг. 14). Величина устойчивой влажности зависит от природы материала и состояния окружающего воздуха и не зависит от размеров куска. Если материал высушен до более низкого содержания влаги, то он поглощает влагу из воздуха (процесс абсорбции), длительность к-рого уже зависит от размера куска, причем конечная влажность иногда оказывается ниже устойчивой (на 1—3%), т. е. процесс C и абсорбции не всегда обратимы. Т. о. величина устойчивой влажности дает понятие о пределе, до какого нужно сушить материал. В табл. 1 приведены величины устойчивой влажности в зависимости от относительной влажности воздуха. Из сказанного ясно, что собственно процесс C и заключается в удалении свободной влаги из материала.

Допускаемая t° воздуха (газа) при C . Режим C , т. е. наиболее выгодные условия C , найденные по t° , насыщению и скорости воздуха, и длительность C . зависят для одного и того же материала от конструкции сушилки, формы и размера материала, интенсивности перемешивания, начальной и конечной влажности материала и др. Даваемые режимы и дли-

Табл. 1.—Устойчивая влажность некоторых материалов в зависимости от относительной влажности воздуха в %.

| М а т е р и а л | О т н о с и т е л ь н а я в л а ж н о с т ь в о з д у х а в % | | | | | | | | |
|------------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| Угли Кузбасса—Прокопьевский рудник | 0,08 | 0,12 | 0,25 | 0,50 | 0,80 | 1,20 | | | |
| Угли Кузбасса—Ленинский рудник | 0,52 | 1,0 | 1,35 | 1,67 | 1,95 | 2,21 | 2,46 | 2,80 | |
| Украинские бурые угли | 4,2 | 5,7 | 7,0 | 8,1 | 9,9 | 11,8 | 13,8 | 18,1 | |
| По московный уголь | 4,1 | 6,3 | 7,8 | 8,6 | 9,4 | 10,5 | 12,5 | 14,1 | |
| Магнитогорская руда | 3,6 | 4,2 | 5,6 | 7,4 | 10,2 | 12,8 | 15,1 | 17,1 | |
| Фосфоритная руда | 3,1 | 4,3 | 5,7 | 7,0 | 8,2 | 9,8 | 13,4 | 19,4 | |
| Зерно | 4,8 | 5,6 | 7,8 | 9,1 | 10,6 | 12,1 | 14,0 | | |
| Циборий | 7,5 | 8,6 | 10,0 | 11,6 | 13,6 | 15,7 | 18,1 | | |
| Дерево | 2,9 | 4,2 | 5,6 | 6,9 | 8,1 | 10,0 | 12,0 | 14,6 | 18,0 |
| Клей | 3,1 | 4,0 | 5,7 | 6,4 | 6,9 | 7,8 | 8,8 | 9,7 | 11,0 |
| Хлопок | 2,3 | 3,5 | 4,3 | 5,2 | 6,3 | 7,5 | 9,1 | 10,8 | 13,0 |
| Шерсть крученая | 4,6 | 7,0 | 8,3 | 9,7 | 11,1 | 12,6 | 14,2 | 16,3 | 18,3 |
| Шелк | | | 6,7 | 7,8 | 8,8 | 10,0 | 12,0 | 15,0 | 18,6 |
| Лен (ткань) | 1,8 | 2,8 | 3,6 | 4,2 | 4,9 | 5,5 | 6,6 | 7,8 | 9,1 |
| Лен (волокно) | 2,5 | 3,8 | 4,8 | 5,7 | 6,5 | 7,5 | 8,9 | 11,0 | 12,6 |
| Шелк искусствен. | — | — | 8,0 | 8,9 | 9,9 | 11,1 | 13,0 | 16,1 | 20,0 |
| Кожа (подметка) | — | 10,8 | 12,1 | 13,3 | 14,1 | 14,5 | 16,0 | 18,7 | 23,0 |
| Резина | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,5 | 2,0 | 2,7 | 3,8 |
| Мука | 2,2 | 3,8 | 5,1 | 6,3 | 7,7 | 9,3 | 11,2 | 13,4 | 16,1 |
| Манароны | 4,5 | 6,7 | 8,2 | 9,5 | 10,9 | 12,3 | 13,8 | 15,7 | 18,1 |
| Глина | | | 2,9 | 3,4 | 3,7 | 4,2 | 4,8 | 5,7 | 7,3 |
| Кизельгур | 0,4 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1,3 | 1,6 | 2,0 | 2,4 | 3,1 |
| Каолин | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 |
| Асбест | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,9 |
| Табак (листья) | 6,8 | 9,9 | 12,1 | 14,2 | 16,3 | 18,7 | 21,2 | 25,0 | — |

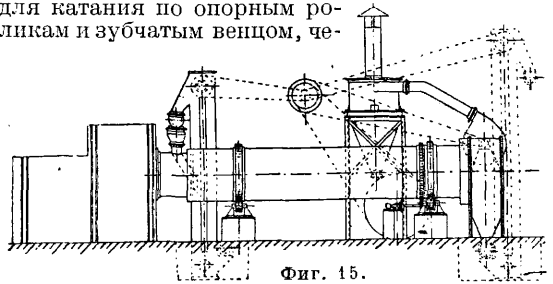
тельности сушки являются ориентировочными, пригодными только для определенного типа установки, поэтому в каждом отдельном случае необходимо поставить лабораторные опыты, дающие точные оптимальные пределы рабочего процесса, длительности С. и намечающие тип рациональной установки, т. е. все необходимые данные для конструктора. Для нек-рых материалов настолько сильно влияние t° воздуха на технологич. свойства, что только путем длительных опытов удастся найти наилучшие условия С. Пример такой классич. работы, проделанной Мадиссоновской лесотехнич. лабораторией (Америка), мы имеем в области С. дерева. Зная длительность С. (Z) и требуемую производительность сушилки (G кг/ч), определяют количество материала, к-рое должна вмещать сушилка, т. е. емкость сушилки, из ур-ния: $E = G \cdot Z$ кг. Объем сушилки, если не учитывать усадку материала при С.,

$$M = \frac{G \cdot Z}{\gamma_u \cdot e} = \frac{G \cdot Z}{\gamma_0 \cdot e_1},$$

где γ_u и γ_0 —истинный и насыпной уд. вес материала в кг/м³; e и e_1 —коэф-ты заполнения сушилки в долях единицы при расчете на истинный и насыпной уд. в.

Сушка сыпучих материалов. а) Сушильные барабаны принадлежат к непрерывнодействующим аппаратам, работающим по принципу сушки материалов в полувзвешенном состоянии, приближаясь к идеальному принципу С. во взвешенном состоянии. Сушильные барабаны, будучи простыми по конструкции, являются весьма производительными и универсальными; они применяются для С. кусковых, дробленых и вообще сыпучих материалов, допускающих сравнительно быструю С. и энергичное перемешивание, как напр. различные виды углей, фрезерный торф, руды, глины, известняк, соль, различные с.-х. продукты, отбросы винокуренных, сахарных и других заводов, химич. продукты и т. д. В связи с развитием сушильной техники появилось стремление конструкторов к созданию видов конструкций сушильных барабанов, работающих по различным схемам сушильного процесса, что еще больше расширяет область их применения.

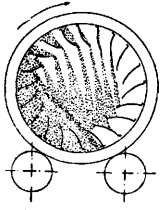
Фиг. 15 дает схематич. изображение расположения частей установки сушильного барабана, состоящего из установленного под углом (0,5—4%) к горизонту сваренного или склепанного барабана с насаженными на него бандажками для катания по опорным роликам и зубчатым венцам, че-



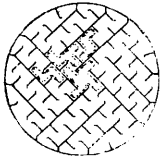
Фиг. 15.

рез к-рый осуществляется вращение барабана. Опорные ролики и приводной механизм обычно крепятся на отдельных, связанных с фундаментом рамах. Привод для вращения барабана осуществляется от электромотора через коробку скоростей или через систему зубчатых или ременных передач от трансмиссии. Источником тепла служат: топка с камерой смешения—при С. смесью дымовых газов с воздухом, подводный боров к камере смешения—в случае С. отходящими газами, паровой калорифер—при С. горячим воздухом до $t^{\circ} \sim 100-120^{\circ}$ и газовый калорифер—при С. горячим воздухом высокой $t^{\circ} \sim 200-300^{\circ}$ при отсутствии парового хозяйства. Со стороны выхода отработанных газов располагается выгрузочная камера, отсасывающее устройство (вентилятор) и пылеотделительная установка (циклон, отстойная камера, матерчатые фильтры, электрофильтры, турбо-пылеуловитель, масляный пылеуловитель и т. д. См. *Пылеуловители*). Внутри барабаны имеют устройство: 1) подъемнолопастное—лопатки (фиг. 16),—применяемое для материалов крупнокусковых и материалов, способных к налипанию, или 2) распределительное—ячейки (фиг. 17, 18) для мелкокусковых, дробленых и сыпучих материалов. Иногда эти две системы комбинируются. Материал поступает в барабан через питатель (шнек, качаю-

щийся стол, тарельчатый питатель и т. д.) и «течку» (жолоб) на винтовые лопасти, устанавливаемые в начале барабана и служащие для лучшего питания, затем поступает на лопатки или ячейки и при вращении барабана благодаря уклону и скорости газового потока перемещается к выгрузочной камере, откуда, пройдя уплотняющее приспособление, отводится тем или



Фиг. 16.



Фиг. 17.



Фиг. 18.

иным путем. Сушильные барабаны по своей природе требуют работы параллельным током (движение материала параллельно движению газа, воздуха), т. к. в этом случае происходит более равномерная сушка крупных и мелких кусков материала; при работе противотоком время пребывания мелких частиц материала больше крупных, и чем мельче частица, тем дольше она будет находиться в барабане, что не согласуется с длительностью S ; т. о. правильной S при работе противотоком быть не может. Иногда строят сушильные барабаны с наружным обогревом, т. е. газы до поступления в барабан омывают его боковую поверхность. Системы барабанов с наружным обогревом находят все меньшую область применения, так как этим усложняется конструкция и увеличивается расход тепла. Тепловой расчет сушильных барабанов весьма просто производится при помощи $J-d$ -диаграммы по основной схеме нормального сушильного процесса, к-рой можно пользоваться при нек-ром допущении и в случае S дымовыми газами или отходящими газами той или иной тепловой установки. Расход тепла на испарение 1 кг влаги в сушильном барабане обычно колеблется в пределах 850—2 000 Cal в зависимости от свойств материала, теплового агента, конструкции аппарата и теплового режима S . Характерными величинами для расчета размеров барабана являются скорость газового потока по барабану и длительность S или напряжение барабана по влаге, т. е. количество испаряемой влаги в час с 1 м³ объема барабана. Установив по количеству влаги, подлежащей испарению, количество газов V м³/ч, проходящее через выходное сечение барабана, определяют диаметр барабана из ф-лы

$$D = \frac{0,188}{\sqrt{100 - m}} \cdot \sqrt{\frac{V}{v_1}}$$

где m —% заполнения материалом сечения барабана. Для ориентировочных подсчетов можно принимать: для подъемнолопастного устройства $m = 10 \div 20\%$, для распределительного устройства $m = 15 \div 25\%$. При наличии подпорного устройства $m = 25 \div 30\%$, v_1 —скорость газового потока—зависит от размера мелких частиц материала, диктуется соотношениями уноса из барабана и пылеотделительным устройством. Обычно величина скорости v , колеблется от 1 до 4 м/сек. Принимая среднее значение m и v_1 , можно при ориентировочных подсчетах пользоваться формулой $D = 0,015 \sqrt{V}$.

Ряд ф-л, даваемых для определения второй характерной величины—длительности сушки, не дает возможности ими уверенно пользоваться, т. к. динамика сушки остается еще областью, мало теоретически разработанной. Определение длительности сушки экспериментальным путем сложно технически и также не дает надежной величины. Поэтому предпочитают за вторую характерную величину принимать напряжение барабана по влаге

$$A = \frac{W}{\sqrt{60p}}$$

определение которой хотя и затруднительно в виду необходимости иметь большое количество материала для эксперимента, но просто и дает достаточно точные результаты. Напряжение барабана по влаге в основном зависит от: 1) физических свойств материала, 2) начальной и конечной влажности материала w_1 и w_2 , 3) крупности кусков, 4) t° газов при входе и выходе из барабана t_1 и t_2 , 5) скорости газов в барабане v_1 и 6) от внутреннего устройства барабана. Определив напряжение барабана по влаге A , по ф-ле

$$V_{\text{бар.}} = \frac{W}{A}$$

находим объем барабана и по ф-ле

$$L = \frac{4 \cdot V \cdot 2}{\pi L^2}$$

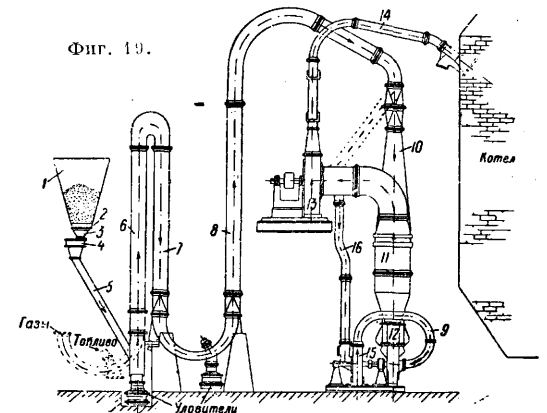
необходимую рабочую длину барабана. Число об/мин. барабана определяется ф-лой

$$n = 2,123 \left(\frac{G_1}{m \cdot s_1 \cdot D_2 \cdot b \cdot h \cdot \text{tg } \alpha} \right),$$

где G_1 —часовая производительность по сырому материалу, s_1 —насыпной уд. в. материала в кг/м³, h —средняя высота падения материала с лопатки или ячейки при вращении барабана, b —число падений за 1 оборот барабана, α —угол наклона барабана к горизонту. Привод барабана обычно снабжается тремя ступенями скоростей, принимая за среднюю скорость, определенную по ф-ле, а \max и \min —согласно возможному изменению производительности аппарата в зависимости от колебания влажности поступающего материала.

Н. Бондаренко.

б) Сушка во взвешенном состоянии. При пылеугольном отоплении многие наши угли необходимо подсушивать перед размолом.

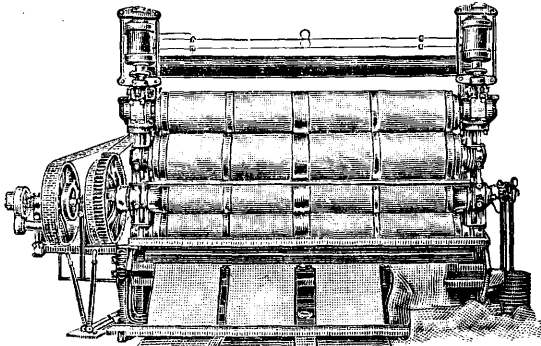


Фиг. 19.

Всесоюзным теплотехнич. ин-том (ВТИ) сконструирована и проверена на опытной установке сушилка для мелочи подмосковного угля и фрезерного торфа. Сушилка (фиг. 19) забирает предварительно просеянное топливо из бункера 1 через шибер 2, приемную воронку 3,

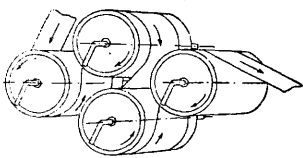
питатель 4, по течке 5 током горячих газов и транспортирует его по трубам 6, 7, 8, 10. Крупные кусочки угля, колчедан и частицы железа выпадают из потока и задерживаются в уловителях, расположенных внизу труб 6, 7 и 8. Из труб 6, 7, 8, 10 топливо поступает в сепаратор пыли 11. В сепараторе крупные кусочки отделяются от готовой пыли и попадают в быстроходную мельницу 12, из к-рой в виде аэропыли вместе с готовой пылью из сушилки вентилятором 13 подаются по пылепроводу 14 в котел. С. производится газами, забираемыми за котлом, из нагревателя и из топки. Воздух забирается из воздухопровода, и после смешения с газами смесь направляется в сушильную трубу. Вентиляция мельницы производится отработавшими в сушилке газами с помощью вентилятора 15 через трубопроводы 16 и 9. При С. угля t° газов, поступающих в сушилку, 450—500°, скорость газов в начале трубы 35—40 м/сек. Производительность сушилки до 4 т/ч.

С. на горячих поверхностях. Контактные сушилки. Для лентообразных материалов (тканей, бумаги) применяют сушильные цилиндры



Фиг. 20.

(фиг. 20), гладкие, медные (обычно), полые, нагреваемые внутри паром, вращающиеся цилиндры, по наружной поверхности к-рых, плотно к ним прилегая, передвигаются высушиваемые материалы. Такие сушильные цилиндры для тканей называются каландрами и состоят из 1—24 цилиндров \varnothing 300—800 мм. Барабанные сушилки для бумаги имеют 4—32 цилиндра

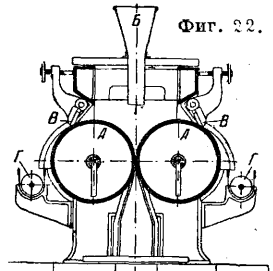


Фиг. 21.

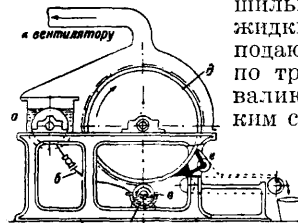
(фиг. 21) \varnothing 1—1½ м, длиной 1,5—2,5 м. Количество испаренной воды с рабочей единицы поверхности барабана зависит гл. обр. от t° высушиваемого материала. Но для достижения большей скорости испарения необходимо устройство вентиляции, своевременно удаляющей испаряющуюся влагу с отсасываемым воздухом. Производительность сушильных барабанов зависит от толщины и плотности высушиваемых материалов и для обычных тканей и бумаги колеблется от 6 до 12 кг воды с 1 м² рабочей поверхности в час при 2—3 атм пара. Такого же типа сушилки очень успешно применяются для С. материалов в жидком или тестообразном виде, как сгущенное молоко, клей, жидкие дрожжи, тертый картофель, яблочное пюре и т. п. Эти массы поступают на валы, обогреваемые паром, тонким слоем (иногда до 0,1 мм), высушиваются и снимаются особыми

ножами. С. на таких барабанах происходит чрезвычайно быстро (до нескольких сек.). Скорость С. регулируется толщиной слоя. Число оборотов барабана 2—8 в минуту. Пар подводится через поперечную ось барабана, а отводится через другую ось с помощью трубки, опущенной внутри цилиндра до уровня конденсата, или с помощью специальных лопастей, черпаков, подающих конденсат к оси барабана. Производительность таких барабанов зависит от свойства материала и t° поверхности барабана (давления пара при паровом обогреве). Так, для вареного картофеля при С. от начальной влажности 75% до конечной 12% при паре 3—4 атм—40—60 кг/м²/ч, а при нагреве маслом с t° 225°—75 кг/м²/ч и доходит до 90 кг/м²/ч.

При сушке дрожжей от влажности 87% до 10% при $p = 3 \div 4$ атм производительность равна 35 кг/м²/ч, а при $p = 1 \div 2$ атм—18 кг/м²/ч. Расход тепла в таких сушилках 750—900 ккал/кг испаренной влаги. На фиг. 22 изображена двухвальцовая сушилка, в которой материал поступает между двумя вальцами А через загрузочную воронку В и, пройдя $\sim 2/3$ окружности барабана, снимается ножами В и поступает в шнеки Г, часто обогреваемые паром, в к-рых происходит досушка материала. Фиг. 23 представляет сушильный барабан для С. жидких материалов, к-рые подаются из резервуара а по трубке б в корыто в и валиком г наносятся тонким слоем на горячий барабан д. Пройдя $\sim 3/4$ поверхности цилиндра, материал высушивается и снимается ножом е. Барабан закрыт металлич. кожухом, из к-рого отсасывается воздух. Производительность таких барабанов 15—70 кг/м²/ч.



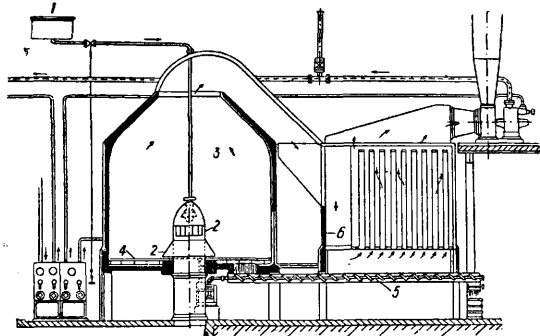
Фиг. 22.



Фиг. 23.

Сушилки для жидких материалов. Для сушки многих жидких материалов, как молоко, яичные желтки, альбумин, дрожжи и т. п., а также для получения из растворов растворенных веществ без изменений химического, физического или биологич. характера применяется способ С. по принципу распыливания материалов. При этом способе сохраняется жизнеспособность ферментов и других микроорганизмов. При распыливании материала образуется огромная поверхность испарения материала, что позволяет уменьшить длительность С. до долей сек. Высушенный материал получается в виде чрезвычайно тонкого порошка. Распыливание материала производится форсунками давлением самой жидкостью или струей сжатого до 3—10 атм воздуха, а также механич. разделением жидкости на мелкие частицы путем срыва тонкой пленки с быстро вращающегося диска. Наиболее совершенным является последний способ, т. к. при первых способах часто засариваются форсунки и вообще затрудняется распыливание вязких жидкостей. На фиг. 24 представлена установка для механич. распыливания. Жидкость из наливного бака поступает в малый бак 1, откуда по трубе по-

дается сверху самотеком к распыливающему диску 2, вращающемуся от специальной турбины. Число об/м. берется 5 000—10 000 с расчетом, чтобы скорость на периферии диска была 100—150 м/сек. Наружный воздух, подогретый в калорифере, подводится к диску и

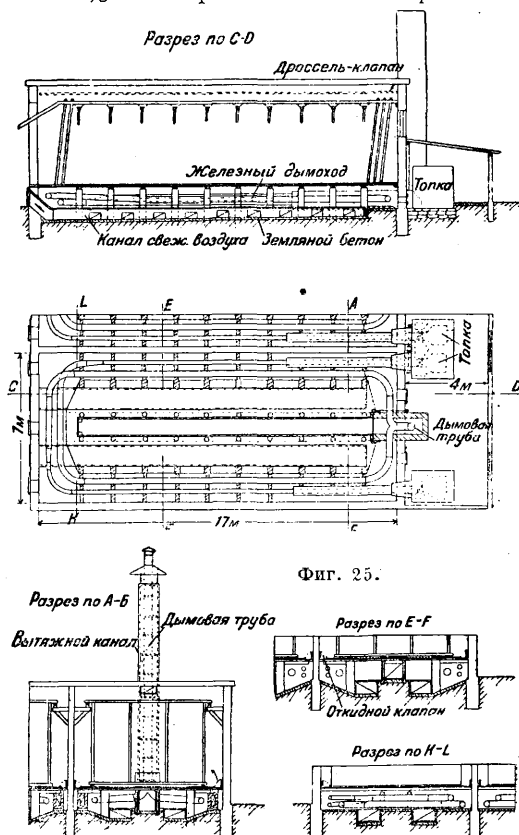


Фиг. 24.

входит в камеру 3, где, соприкасаясь с мельчайшими капельками жидкости, испаряет ее, и сухой порошок оседает на пол камеры, где скребками 4 сдвигается в шнек 5. Влажный воздух уносит с собой много пыли и поэтому он предварительно очищается от пыли в рукавном фильтре 6. Пыль стряхивается в тот же шнек и подается в сборник готового продукта. В этих сушилках степень насыщения отходящего воздуха очень мала и главное их достоинство—быстрота С., однородность и хорошее качество получаемого материала. Влажность высушенного материала получается очень низкая—до 1% и даже до 0,2%. Тонкость распыливания (\varnothing частиц) 0,05—0,01 мм, что дает поверхность испарения до 300 м² на 1 л жидкости. Распыливающий диск имеет на окружности мелкие дырочки, через к-рые выжимается центробежной силой жидкость. Внутренние стенки камеры надлежит делать из очень гладкого материала, чтобы высушенный материал не удерживался на них. Камера и дырочки диска требуют периодич. чистки. Одной из ответственных частей сушилки является фильтр. Обычно ставят матерчатый рукавный фильтр, но для весьма тонких материалов будет рентабелен электрофильтр, к-рый дает почти 100% улавливания и малый расход электроэнергии. Несколько дороже будет стоить первоначальное оборудование и обслуживание фильтров.

Сушилки для табака и махорки. Сушка табака производится дважды за время его обработки. Первой С. табак подвергается при первичной обработке на месте произрастания в листах и второй—в резаном виде на табачной ф-ке. Наиболее важной является первая С., фактически разделяющаяся на томление и С. Свежие сорванные листья, содержащие до 90% воды, нанизывают на шнуры и развешивают в специальных помещениях—сушилках. Расстояние между листьями на шнурах д. б. таково, чтобы между каждыми двумя листьями мог поместиться третий. Второй способ развешивания листьев для С. состоит в перерезывании жилки листа и нанизывании на палки. Палки с нанизанными на них листьями помещают рядами. Их удобно переносить для развешивания в сарае. В южных странах, где после уборки листьев можно надеяться на сухую погоду, не нужно специальных сушилок. С. на солнце быстрее, чем в закрытых помещениях, но она

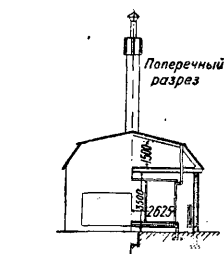
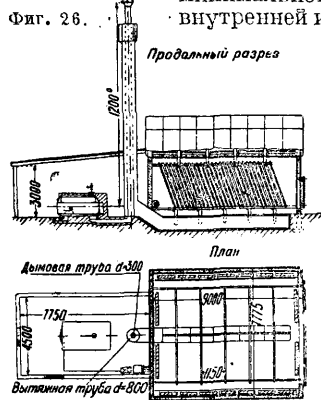
способствует не только испарению влаги, но и выцветанию листьев. При устройстве сушилок для табачных листьев нужно принимать во внимание следующие условия: 1) недопущение влажного воздуха, 2) приток сухого воздуха, 3) положение листьев относительно света и 4) защита от солнечных лучей. Руководствуясь всеми этими условиями, устраивают нормальные сушилки. Фиг. 25 представляет сушилку для обслуживания плантации табака в 20—25 га, разработанную Союзтабаком. Рамы с высушиваемым табаком размещаются в камере в один ряд в вертикальном или же наклонном положении. Наиболее удобным для циркуляции воздуха является положение рам, близкое к вертикальному. Расстояние между осями рам принимается 23 см, что вполне достаточно для необходимой циркуляции воздуха. Размеры рам: ширина 5,40 м и высота 4,0 м. На каждой раме помещается около 80 кг свежего табака (после С. ~ 16 кг). Внутренние размеры сушилки для табака принимаются: длина 17,0 м и ширина в зависимости от размера рам. Боковые проходы для наблюдения за состоянием табаков предусмотрены шириной 70—80 см. Наиболее благоприятная t° для периода томления 30—37 $^{\circ}$. В период томления листья теряют влаги: спелые—20%, неспелые—30% от первоначального сырого веса



Фиг. 25.

листьев. Процесс томления может продолжаться 48—72 час. С. продолжается 24 ч., в к-рые удаляется остальная влага, оставшаяся после томления. С. желтых табаков в данной сушилке производится при помощи нагретого воздуха. Для этой цели в помещении топочной устанавливается кирпичный топливник, рассчитанный на топку всеми видами топлива. Сжи-

газ в топливнике определенное, полученное из расчета количество топлива, имеем горячий дымовой газ с t° примерно в 750° , к-рый из точки направляется по железным дымоходам, расположенным встречными кольцами, в общую дымовую трубу. Проходя по этим дымоходам, газ на пути отдает тепло, а затем, отработанный, уходит наружу. Со стороны грузовых ворот через отверстия приточных каналов засасывается свежий воздух, который из этих каналов поступает через отверстия в каналы, где проходят железные дымоходы—нагреватели, и, омывая последние, он нагревается до требуемой t° $55—60^\circ$. Нагретый воздух поднимается в верхнюю зону камеры, где, соприкасаясь с листьями табака, испаряет из них влагу. Насыщенный влагой воздух опускается вниз, где частью засасывается вытяжным каналом, расположенным по оси камеры, и выкидывается наружу, а остальное количество возвращается к нагревателям. Здесь обратный воздух, смешавшись со свежим, добавляемым в количестве, равном отсосу, нагревается, т. е. повышает свою t° , в то же время понижает относительную влажность, а затем поступает снова в камеру. Т. о. происходит все время рециркуляция воздуха с систематическим частичным удалением наружу отработанного воздуха и добавлением свежего воздуха. Регулирование пуска воздуха от нагревателей в камеру производится при помощи поверхностных клапанов, устроенных над каналами с нагревателями, причем эти каналы разделены поперечными кирпичными стенками на отсеки, каждый из к-рых сообщается отверстием с приточным каналом. Такое устройство дает возможность усиливать или ослаблять приток нагретого воздуха в ту или иную часть по длине камеры в зависимости от надобности. Верхний вытяжной канал необходим: 1) для вытяжки влажного воздуха из верхней зоны камеры во время работы сушилки с восходящим потоком воздуха, что практически необходимо в момент

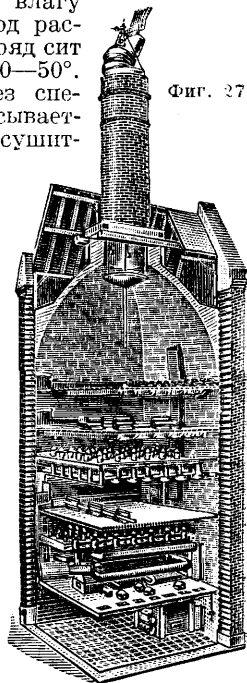


быстрому влаговыведению, 3) для вытяжки при возможном проведении в указанной камере процесса ферментации. Возможно также использование верхнего канала совместно с нижним в зависимости от надобности; в этом случае для регулирования можно пользоваться задвижками. Средний расход дров за период томления и С. можно считать $2,2—3,0$ кг дров на 1 кг высушенного табака.

Паровые камеры, снабженные паровыми калориферами и увлажнителями, дающими возможность точно и быстро регулировать как t°

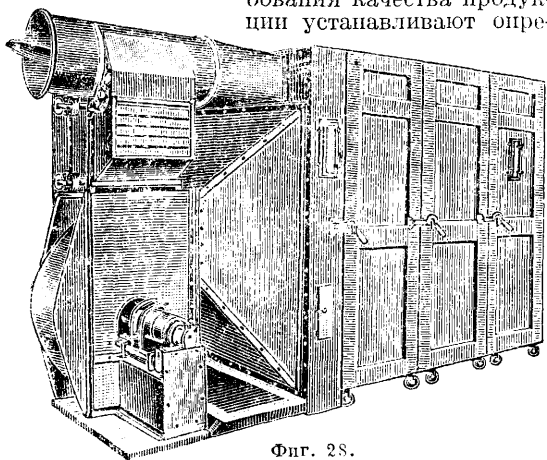
камеры, так и степень насыщения воздуха влагой, делают процесс по сравнению с работой в огневых камерах особо гибким. На фиг. 26 представлена такая камера, спроектированная по заданию Научно-технического совета табачно-мажорочной пром-сти.

Солодосушилки. Сушка солода производится в специальных солодосушилках с двумя или тремя ярусами металлических сит, на к-рых раскладывают зеленый солод слоем в $18—20$ см. Снизу вверх через отверстия сит проходит горячий воздух, испаряющий влагу из солода. Зеленый солод раскладывается на верхний ряд сит и просушивается при t° $40—50^\circ$. Через 12 часов он через специальные отверстия сбрасывается на нижние сита, где сушится в продолжение 12 ч. при t° $80—100^\circ$. В результате такой С. солод с начальным содержанием влаги в 40% доводится до 3—5% влажности. Главная доля влаги теряется солодом при сушке на верхних ситах. Так, при изготовлении светлых сортов пива солод на верхних ситах высушивается до влагосодержания в 6—8%. Во время С. наряду с потерей воды в солоде происходит целый ряд биохимич. процессов, в том числе осахаривание крахмала. При нагревании солода до высокой t° в нем образуются ароматич. вещества. При более сильном поджаривании получается темный солод, из которого готовится темное или черное пиво. Наиболее распространенной конструкцией солодосушилки является сушилка Топфа (фиг. 27). Эти сушилки представляют собой кирпичное здание высотой $16—18$ м с куполом и вытяжной трубой для удаления влажного воздуха. Воздух подогревается в калориферной камере топочными газами, проходящими через ряд змеевиков из железных труб диам. $50—70$ см. Дальше газы по дымоходам в боковой стене идут в дымовую трубу. Свежий воздух входит через окна внизу, омывает жаровые трубы и, пройдя через сита, уходит через трубу наружу. Для усиления тяги над трубой устанавливается вращающийся дефлектор. Иногда ставится вентилятор. Для равномерной С. приходится солод перелопачивать, что достигается механич. мешалками, к-рые движутся вдоль сита, и, дойдя до одного конца сита (стены), автоматически меняют направление движения к другому концу сита. Необходимая площадь сит определяется из условия, что при слое в $18—20$ см для светлого солода и $20—30$ см для темного С. продолжается 24 ч. и для получения 1 т сухого солода нужно 25 м² сит. Производительность сушилок Топфа $1,5—8$ т в сутки, кид не выше 30% и расход тепла колеблется от 1750 до 3500 Cal на 1 кг испаренной влаги в зависимости от конструкции, размеров, способа С. и времени года. В сушилках Топфа обращено особое внимание на противопожарные меры.



Подсыхающие ростки отваливаются, проскакивают через сита и падают на жаровые трубы, отчего может произойти пожар. Чтобы избежать этого, жаровые трубы и трубы для прохода воздуха сквозь перекрытие под сита закрываются специальными колпаками, задерживающими упавшие ростки. Воздух очень равномерно распределяется по всей площади сит, в чем и заключается причина равномерной С. в этих сушилках. Предельными t° для воздуха над нижними ситами следует считать: для божемского солода 75° , для венского 85° и для баварского $95-100^\circ$, причем эта t° поддерживается 2—4 ч. t° самого солода во все время С. выше t° воздуха над ситами на $8-12^\circ$. Для получения светлого солода необходима быстрая С. при низких t° (в тонком слое), а для темного солода—медленная и при высоких t° .

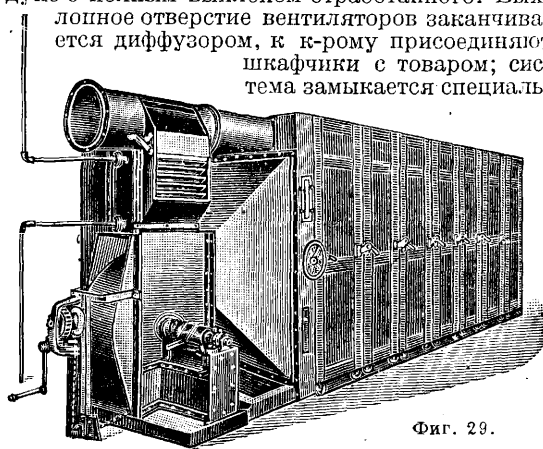
Макаронные сушилки. Сушка макарон является наиболее важным производственным процессом изготовления макаронных продуктов, до сего времени не достаточно изученным. Несомненно С. макарон не есть простое удаление влаги из них, а сопровождается нек-рыми биохимич. процессами, сходными с ферментацией, после к-рых высушенный продукт отличается и вкусом и свойствами от сырого продукта и составных его частей. Для протекания этих изменений потребно определенное время и условия (невысокая t° и достаточная влажность), к к-рым более всего подходит итальянский метод С., по к-рому макароны сушатся естественным путем в продолжение до 14 дней, причем они несколько раз отвлаживаются в затененных помещениях и вновь подсушиваются на солнце и на ветру. Этим объясняется гл. обр. высокое качество настоящих итал. макарон и их специфич. вкус. Для крупных фабричных предприятий (в том числе и в Италии) такой метод неприемлем, т. к. требует большой площади производственных помещений и значительного применения рабочей силы, между тем и на механизированных предприятиях узким местом обычно является сушильное отделение. Однако требования качества продукции устанавливают опре-



Фиг. 28.

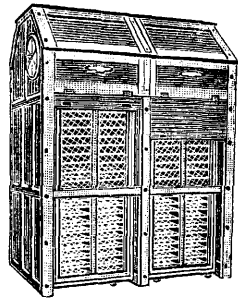
деленные пределы скорости С. Скорость С., с одной стороны, ограничивается ломкостью товара, к-рая получается от быстрого высыхания наружного слоя макаронных изделий, вследствие чего образуются мелкие наружные трещины, по к-рым товар крошится на части, с другой стороны, опасностью слишком высокой t° и быстрым удалением влаги не дать возможности развиться и протекать указанным выше

биохимич. процессам. Поэтому все современные сушильные аппараты, учитывая эти требования, сушат обычно трубчатый товар в продолжение 16—30 ч., а цельный—в продолжение 6—24 ч. в зависимости от сорта и качества товара. С этой же целью сушилки делаются с искусственным движением воздуха, а для макарон—со сквозным продуванием его вдоль макарон. Наибольшим распространением и в СССР и за границей пользуются два основных типа сушилок для макаронных изделий с периодич. загрузкой и выгрузкой изделий в шкафчиках. Сушилка Игетро (фиг. 28 и 29) состоит из сушильной головки и нескольких (2—8) приставных шкафчиков, заполняемых кассетами, или рамками с товаром. Сушильная головка имеет центробежный вентилятор типа Сирокко и пластинчатый паровой калорифер Юнкерса, соединенные системой коробов с дроссельными заслонками-переключателями, позволяющими осуществить любой режим С., начиная от замкнутой внутренней циркуляции до работы циклом на свежем приточном подогретом воздухе с полным выхлопом отработанного. Выхлопное отверстие вентиляторов заканчивается диффузором, к к-рому присоединяют шкафчики с товаром; система замыкается специаль-



Фиг. 29.

ным шкафчиком, к-рый не заполняют товаром, а который служит для поворота сушильного воздуха из последнего шкафчика в верхний воздухоход. Калорифер позволяет подогреть воздух как при полной внутренней циркуляции, так и присасываемый из помещения при работе на полный или частичный выхлоп. Сушилка типа Кайзер-Раймельт (фиг. 30) представляет собой легкую деревянную камеру-шкаф, в верхней части к-рой расположен винтовой вентилятор; внутрь сушильного шкафа вкатывается шкафчик-тележка с товаром. Система заслонок и широкие зазоры-каналы у задней и передней стенок сушильного шкафа позволяют осуществить любой режим, от внутренней циркуляции до работы на полный выхлоп. Сушилка Кайзер-Раймельт калорифера не имеет и работает воздушном комнатной t° , присасываемым из помещения сушильного отделения. Товарные шкафчики-тележки обоих типов сушильных аппаратов оборудованы специальными колесами для передвижения по полу в любом направлении.

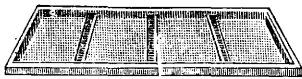


Фиг. 30.

Макаронны укладываются в сушильные кассеты (фиг. 31), так что воздух может проходить и сквозь отверстие макароны и в зазоры между лежащими друг на друге макароными. При высокосортном товаре рекомендуется прокладывать картон между слоями макарон, чем достигается значительная равномерность высушивания всей партии макарон и прямизна их. Вермишель и лапша укладываются на сушильные рамки (фиг. 32), обтянутые оцинкованным (лучше луженым) проволочным ситом и снабженные вырезами в бортах, расположенными т. о., что попадая в промежуток между рамками, воздух должен пройти через сито и лежащий на нем товар, чтобы выйти с другого края рамки. Фирмы дают следующие характеристики своих аппаратов. Сушилки для макарон Игетро Е2 (фиг. 28): число шкафчиков 2 (устанавливаются последовательно), емкость двух шкафчиков 500 кг макарон, продолжительность сушки около 24 ч., мотор около 5 НР, калорифер до 10 000 Cal/ч; сушилки для вермишели и лапши Игетро ВЕ8 (фиг. 29): число шкафчиков 8 (устанавливаются они последовательно),



Фиг. 31.



Фиг. 32.

емкость восьми шкафчиков 800 кг вермишели или лапши, продолжительность сушки 12—24 ч. в зависимости от сорта товара, мотор ок. 4 НР, калорифер до 20 000 Cal/ч.

В сушилках, работающих воздухом нормальной комнатной t° , достигается более высокое качество изделий и меньший риск получения лома. Влажность воздуха помещений, где установлены работающие комнатным воздухом сушилки, не должна превышать известной нормы (примерно 60% при 20—22°). В холодном и влажном климате сушильное помещение д. б. обеспечено достаточной общей приточно-вытяжной вентиляцией. Разница в стоимости С. макарон в сушилках, работающих комнатным воздухом и с подогревом воздуха, незначительна даже при больших колебаниях в стоимости электроэнергии; для товара, допускающего форсировку процесса сушки (вермишель, лапша и т. п.) с увеличением стоимости электроэнергии, стоимость С. в аппаратах, работающих комнатным воздухом, весьма заметно возрастает по сравнению со стоимостью С. в аппаратах, работающих подогретым воздухом. Для С. макарон сушилки типа Кайзера выгоднее и при холодном климате и при высокой стоимости электроэнергии, т. к. стоимость С. в них незначительно выше, а качество товара лучше и меньше процент лома. Описанные сушилки периодич. действия удобны при сравнительно небольшой производительности ф-ки и разнообразном ассортименте товара. При нескольких стандартных образцах изделий переходят к непрерывной С. с механич. перемещением сушимого товара. Примером такой сушилки является конвейерная сушилка для лапши (фабрика Моссе-Впрома), имеющая 14 горизонтальных лент, расположенных одна над другой и движущихся каждая в направлении, противоположном движению соседней. Ленты заключены в общую камеру, хорошо изолированную в тепловом отношении; камера разделена в горизонтальной плоскости перегородкой, создающей

два равных отделения—верхнее для первоначальной С. свежего сырого товара и нижнее, где происходит С. поступившего из первого отделения уже подсушенного товара. Товар поступает на верхнюю ленту и по мере движения лент пересыпается с одной на другую, совершая длинный зигзагообразный путь. Вентилятор засасывает воздух или из помещения или снаружи и через паровой калорифер подает его в нижнее отделение сушилки. Пройдя между лентами, воздух поступает во второй калорифер и вновь подогретый входит во второе отделение сушилки. Из второго, верхнего, отделения отработанный воздух присасывается вторым вентилятором, подающим его на выхлоп или обратно к всасывающему отверстию первого вентилятора для использования в рециркуляции. Продолжительность пребывания лапши в сушилке 6 ч., темп-ра в нижнем отделении 55—60°, в верхнем, куда поступает свежий сырой товар, 40—45°. Мощность мотора на вентиляторе 6—7 НР, на приведение в движение лент около 1,5 НР. Производительность около 7 т в 24 ч. Расход электроэнергии на 1 т готовой лапши ок. 25 kW.

Существенный недостаток сушилок Игетро составляют неплотности стыков между шкафчиками, вызывающие потери теплого воздуха в помещении в 30% и больше от циркулирующего объема. Помимо ухудшения кпд сушилки это вызывает значительное ухудшение гигиенич. условий для работы в сушильном отделении, особенно при сушке лапши и вермишели. Чтобы увеличить коэф. полезного использования теплого воздуха и уменьшить t° и влажность помещения, целесообразно в одной зале комбинировать установку сушилок с подогревом и без подогрева воздуха с использованием воздуха (тепла), теряемого сушилкой типа Игетро, в сушилке без подогрева. В ленточной сушилке хорошая изоляция и плотная камера позволяют значительно уменьшить количество тепла, теряемого в помещении, что является ее преимуществом и в этом отношении перед шкафными сушилками периодич. действия при высоких t° сушки. **В. Кучерук.**

С. плодов, ягод, овощей осуществляется солнечным теплом или искусственно нагретым воздухом. При С. удаляется главная масса воды и остается лишь то количество, к-рое не мешает сохранению продукта. Эта остаточная влага выражается в 10—12% для овощей и 18—30% для плодов. Различный процент оставшейся влаги объясняется тем, что нек-рые плоды содержат в своем составе консервирующие вещества. Так, яблоки, персики, сливы и т. п. содержат в сыром виде 8—15% и более сахара. В высушенном продукте содержание сахара может достигать 60%, и т. к. сахар является прекрасным консервирующим веществом, то можно оставлять повышенное количество влаги без опасности порчи. После С. плоды и овощи не теряют гигроскопичности, поэтому влага, удаленная при С. сверх необходимой нормы, вновь впитывается при хранении продукта. Темп-ра нагретого воздуха при С. различных продуктов на практике колеблется от 40 до 85°. Нежные плоды, ягоды и овощи (зелень и капуста) сушатся при 40—50°, более грубые при 60—85°. В виду того что продукт холоднее окружающего воздуха, правильно поставленный процесс С. идет при t° , позволяющих сохранить плоды и овощи мало измененными как со стороны химич. состава и строения, так и со-

держания витаминов. В разные стадии процесса t° м. б. различна. В начале С., когда продукт содержит большое количество влаги, причем часть ее сосредоточена на поверхности и легко удаляется, t° м. б. повышена без вреда для продукта, т. к. окружающие каждый кусок плода пары воды защищают его от чрезмерного нагревания. В конце же процесса ненормальное повышение t° может сильно отразиться на качестве. Способностью выдерживать повышение t° в начале процесса пользуются при С. особенно не пищевые, а кормовые продукты (картофеля), когда допускают повышение t° в начале процесса даже до 600° . При такой С. происходит одревенение клетчатки.

Сырье, поступающее в обработку, д. б. по возможности одинаковым по величине, близким по зрелости, строению и т. д. Большинство плодов и все крупные овощи и даже зелень (укроп, петрушка и пр.) перед С. подвергаются измельчению, производимому вслед за очисткой их от кожуры. Эта операция позволяет значительно сократить время сушки. Искрошенный продукт иногда прямо направляется в сушилку, где и высушивается. Такая схема работы применяется к очень небольшому числу овощей и плодов (капуста, лук, зелень, белый корень, ягоды, вишни, иногда яблоки, если готовят низкие сорта, и др.), а большинство продуктов проходит еще одну или две предварительные операции: бланширование и окуривание. Бланширование, или обварка, состоит в том, что нарезанные овощи или плоды в особой сетчатой корзине погружают в котел с кипящей водой или вставляют на ситах в особый шкаф, куда выпускают пар. Окуривание, или беление, производится с целью сохранения натурального цвета плодов и овощей, а также с целью восстановления потерянного цвета при различных моментах обработки; часто для этой цели пользуются сернистым газом (см. Консервное дело).

Время, потребное для С., зависит как от самого продукта, так и от устройства сушилки и колеблется в пределах 2—10 час. Есть и отступления от указанных средних цифр в сторону увеличения времени. Большинство плодов и овощей в обычных сушилках шкафового и карусельного типа держат 5—8 ч. При недостаточной вентиляции в сушилке атмосфера сушилки или отдельного ее района насыщается парами, и процесс С. плодов, находящихся в таком воздухе, прекращается; вместо него начинается новый процесс конденсации паров и как бы пропарки, и плоды получают вид похожих на вареные. Это явление называется запариванием. Опасность запаривания в начале процесса больше, чем в конце. Кроме испарения влаги от процесса С. требуется сохранение вкуса, аромата, внешнего вида и вообще отличительных свойств, присущих отдельным видам плодов и овощей. Достигнуть всех этих требований можно лишь в том случае, если t° не будет повышаться за установленные пределы и притом будет возможность управлять t° С., повышая ее или понижая в определенные моменты. Во время С. идет от известной степени процесс, происходящий при созревании плодов, в к-ром влияние t° огромно. Более низкие t° выгоднее в смысле сохранения ароматич. веществ, представляющих соединения различных легко летучих эфиров, но при этом понижается поглощаемость воздухом влаги и одновременно повышается количество потребного воздуха; поэтому приходится выбирать известную равновесную

ступующую между t° и количеством пропускаемого воздуха. С точки зрения доведения до минимума процесса окисления С. нужно производить в одном и том же воздухе, удаляя все время образующиеся пары влаги. Такой способ вполне осуществим при пользовании вакуум-сушилками, к-рые действительно дают продукт прекрасного качества, т. к. С. в них м. б. проведена в гораздо меньший срок, чем в обычных сушилках, притом при более низких t° и в отсутствии воздуха. Существующие сушилки еще далеко не достигли того минимума расхода топлива, к-рый возможен практически. Клд многих сушилок ниже 0,3. Как желательная норма расхода топлива, перечисленного на калории, должна быть не выше 1 200 Cal для промышленных сушилок, 1 500 Cal для кустарных на 1 кг испаренной влаги. Все сушилки по величине своей можно разбить на два вида: а) мелкие переносные и перевозные сушилки и б) стационарные сушилки большой и средней производительности. В зависимости от источника нагревания воздуха способы С. разделяются на солнечную С., когда источником нагрева служит солнечное тепло, и искусственную С., когда для нагрева воздуха применяется топливо. Последнюю называют огневой, если воздух нагревается дымовыми газами, и паровой при нагревании воздуха паром.

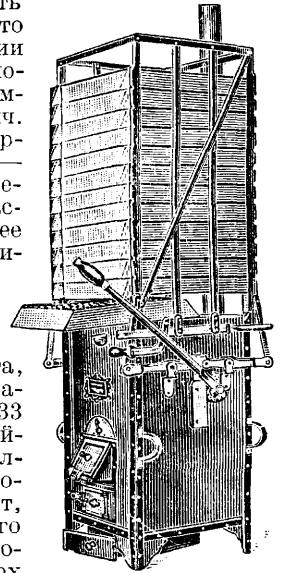
С о л н е ч н а я С. распространена только там, где в году много солнечных дней и t° нагрева достаточно высока, т. е. в районах с жарким климатом. Это—один из самых старых способов С. плодов и овощей. Часто он осуществляется чрезвычайно примитивно. Нарезанные плоды с кожурой и сердцевиной насыпают на крышу или даже на землю. Такой способ С. конечно не дает хорошего качества продукта. Дождь, пыль, насекомые портят продукт. Кусочки плодов, напр. яблок, получаются темными, а в местах тесного соприкосновения друг с другом—сырыми. В Туркменской ССР и Узбекской ССР часто пользуются подобными способами С., хотя в последнее время там начал применяться к а л и ф о р н и й с к и й способ С. плодов. При этом способе устраивают специальные сушильные двory, представляющие собой хорошо очищенный участок земли, удаленный от пыльной дороги. На этом участке раскладывают специальные подносы, на которых в один слой насыпают плоды, прошедшие все необходимые стадии предварительной обработки. Для проведения очистки, резки и окуривания устроены специальные легкие помещения. В ненастную погоду или на ночь, когда влажность воздуха значительно повышается, подносы собирают и складывают в штабели. Конструкция подносов такова, что позволяет при постановке их друг на друга оставлять промежутки для движения воздуха. Во время С. плоды на подносах несколько раз перемешивают, чтобы избежать недосушенных мест. После нескольких дней С. на солнце плоды досушивают на подносах в штабелях. На благоустроенных дворах для уборки подносов имеются особые навесы. Для облегчения установки и сбора подносов по всему двору прокладывают переносный рельсовый путь, значительно облегчающий проведение указанной операции. Для устранения недочетов естественной С. (медленность, загрязнение продукта и др.) был предложен целый ряд особых устройств, называемых солнечными сушилками. Боль-

шинство их представляет собой ящики, верх которых покрыт стеклом. Иногда над ящиком устраивают еще особые собиратели солнечных лучей. В такие ящики ставят решета, на к-рые и насыпают плоды. Благодаря застекленной поверхности и собирателям лучей t° внутри ящика повышается сравнительно с окружающим воздухом и достигает 60—65°, что ускоряет С. Влияние атмосферных осадков и пыли сводится на-нет. В некоторых солнечных сушилках устраивают вентиляционные трубы, что дает уже некоторую возможность регулировать приток воздуха. В Калифорнии пользуются также большими сушилками канального типа, имеющими вид длинной трубы-канала с массой решет, поставленных в штабеля, в к-рых С. идет пропусканием большего количества наружного теплого воздуха, для чего с одного конца сушиллки устанавливается вентилятор. Лучшие результаты дает соединение солнечной и огневой С. В первый период, когда удаляется наибольшее количество влаги, ведут С. на солнце, во второй же—в огневой сушиллке. Таким путем очень сильно ускоряют процесс и получают продукт прекрасного качества.

Искусственная С. осуществляется в сушилках, работающих искусственно нагретым воздухом. Одни из этих сушилок построены на принципе непосредственного нагревания высушиваемого продукта поверхностью нагрева (тип лежанок), другие—на идее пронизывающего стопа сит воздуха (гейзенгеймские, шкафные, карусельные и др.), третьи—на принципе скользящего над ситами воздуха (Ридера, канальные), четвертые—на принципе движения воздуха и продукта (барабанные). Прimitивные искусственные сушиллки, т. н. лозницы, представляют собой небольшие и неглубокие ямы, вырытые в земле и покрытые двускатной крышей; отверстия ямы на уровне земли закрываются плетеной из прутьев решеткой, на к-рую и насыпаются толстым слоем плоды. Тепло получается от сжигания топлива, наложенного на дно ямы. С. происходит за счет тепла смеси воздуха и дымовых газов. Чтобы уменьшить порчу от дыма, делают ямы глубже и пользуются таким топливом, как древесина кизила, которая дает короткое пламя. С. в лозницах распространена на Сев. Кавказе, Украине, в Бессарабии и дает черные груши, высушенные цельные, чернослив с усущенной мякотью и т. п. К числу таких же простых устройств относится русская печь, широко используемая для С. плодов, ягод и грибов на поду или на особой этажерке с тремя ситами, устанавливаемой в печи, что позволяет увеличить ее загрузку.

Шкафные сушиллки построены так, что холодный воздух поступает в калорифер, нагревается в нем о каналы и стенки печи и затем идет в сушильную камеру. Ростовский шкаф, сочинская сушиллка, куранка, сушиллка Плодоовоща—все они в общем близки по идее, но отличаются конструктивно. Калорифер в этих сушилках горизонтальный, сложен из кирпича и состоит из печи и двух нагревательных каналов, выходящих из печи и симметрично расположенных по обеим сторонам. Каналы делают несколько зигзагообразных оборотов и направляются в дымовую трубу; обычно последние обороты для увеличения теплоотдачи изготовляют из железа. Как печь, так и каналы ставят на подставках, чтобы холодный воздух, входя в калорифер, мог омывать под каналом. Симметричное расположение каналов и направ-

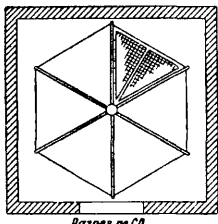
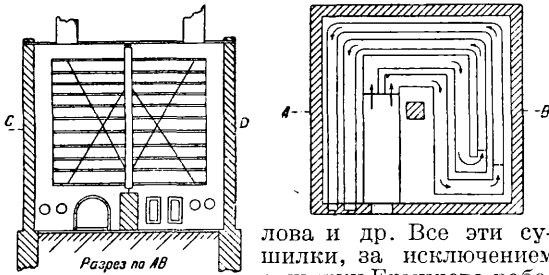
вление зигзагов преследуют цель равномерного нагревания всей площади. Холодный воздух, омыв со всех сторон кирпичные каналы и железные трубы и нагревшись, направляется в сушильную камеру. Самый шкаф обшит деревом и состоит из нескольких рядов сит, поставленных на 10—20 см одно над другим. От числа сит зависит размер всей сушиллки: в ростовском шкафу и в сочинской сушиллке б. ч. 30, в куранке 90 и в сушиллке Плодоовоща 72 сита. Каждое сито имеет размер 71 × 142 см, т. е. 1 м². Сита эти по высоте располагают в 5—6 рядов. Общий размер малых сушиллок 1,5 м × 4, 25 м, больших 3 м × 4, 25 м. Производительность малых сушилок примерно 0,7 т, а больших 1,5—2 т сырых плодов или овощей в сутки в зависимости от продукта. Сушильные шкафы заканчиваются четырехскатной крышей, на коньке к-рой поставлены вентиляционные трубы. С. продукта в этих сушилках идет неравномерно в различных этажах и даже в одном и том же этаже на различных ситах. Поэтому приходится часто переставлять сита. В виду значительной высоты сушиллки нижнюю часть ее помещают в земле, что удобно и в отношении сохранения тепла калорифера. Сушильные рамки обтягивают металлич. луженой сеткой с отверстиями размером в 3—4 мм. Между калорифером и нижним ситом расстояние не д. б. менее 70 см во избежание пригорания товара. Расход топлива в этих сушилках 2—2,5 весовых единицы на единицу готового продукта, или 1 800 Cal на 1 кг испаренной влаги. На фиг. 33 показана переносная гейзенгеймская сушиллка. Особый механизм поднимает всю стопку сит, за исключением нижнего сита. Сито со свежим продуктом ставится наверх и постепенно проходит весь путь сверху донизу, откуда и вынимается с высушенным продуктом. Здесь осуществляются два встречных тока: снизу движется нагретый воздух, сверху—продукт. Наиболее сухой и горячий воздух встречает наиболее высушенный продукт и по мере охлаждения и увлажнения встречает продукт, легче отдающий свою влагу.



Фиг. 33.

Карусельные сушиллки (фиг. 34) представляют собой шестигранную вращающуюся над калорифером. На этажерку ставят сита, имеющие форму равностороннего тр-ка. Таких сит площадью 0,75 м² обычно бывает 120 шт. Все они размещены в 10 рядах на расстоянии 10—20 см (внизу и вверху чаще, в середине реже). Этажерка заклонена в общию с калорифером кирпичную облицовку. Размер сушиллки 4 × 4 м. Этажерку делают б. ч. из дерева. В полке сушиллки ставят 3—4 трубы для удаления отработавшего воздуха, иногда одну трубу начинают вести с середины этажерки с целью удаления влаги, скопляющейся здесь в бльших

количествах, чем в других местах. Производительность карусели обычно $1\frac{1}{2}$ —2 т сырого продукта в сутки. Расход топлива близок к расходу в шкафных сушилках. Существует несколько систем таких сушилок: ростовская карусель, карусель Никифорова, Фрасса, Ерми-



Фиг. 34.

лова и др. Все эти сушилки, за исключением сушилки Ермилова, работают периодически, т. е. вся сушилка загружается и разгружается сразу, что сопряжено с нек-рыми неудобствами и потерями тепла. В сушилке Ермилова этажерка разделена вертикальными перегородками на 6 секторов; одновременно производят загрузку и разгрузку лишь одного сектора; при этом калорифер сконструирован так, что в каждый сектор воздух поступает определенной t° для данного сектора и отличной от другого, и продукт можно сушить, начиная с высокой t° , и затем переходя к низкой, или обратно. После загрузки сектора его оставляют стоять в течение определенного для каждого продукта времени (около часа) на месте с наиболее высокой или, наоборот, с наиболее низкой t° , затем передвигают на следующее место, дают постоять и вновь передвигают далее, пока загруженный сектор не обойдет весь круг и не придет к дверям. Немецкая сушилка фирмы Бенно-Шильде рассчитана на большую производительность, до 9 т в сутки, и ее отличительными чертами являются механизация подачи и перестановки сит и двукратное нагревание воздуха. Холодный воздух проходит через группу сит вверх; пройдя первую группу и насытившись достаточно влагой, он встречает второй калорифер, где, нагреваясь, вновь повышает свою влагоемкость и проходит через вторую группу сит. Вверху установлен вентилятор, побуждающий воздух к движению. Калорифер нагревается паром. Сушилка требует расхода 15 НР. Практич. данных о ее работе в наших условиях пока нет.

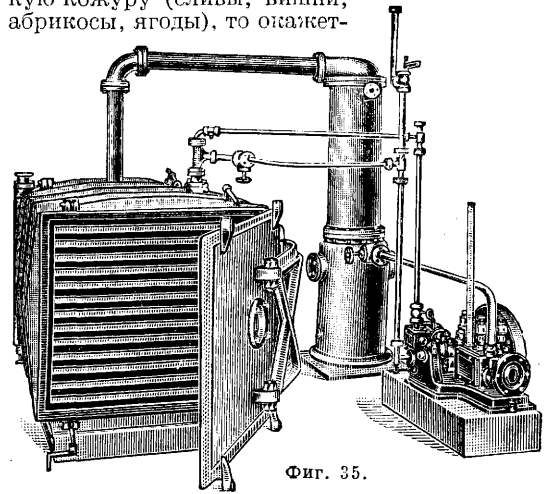
К сушилкам, построенным на идее скользящего над ситами воздуха, относятся к а н а л ь н ы е, или тоннельные, сушилки, получившие широкое распространение в целом ряде производств для производительности 8—20 т в сутки. Б а р а б а н н ы е сушилки строятся также на большую производительность. Для 10 т сырого продукта в сутки длина барабана достигает 9 м и диам. его 1,5 м. Они применяются гл. обр. для С. картофеля. При работе с дымовыми газами путем получения бездымного горения и применения высоких t° они используются для С. кормового продукта.

Для вакуумной С. применяют сушилки шкафного и барабанного типов. Первые упот-

ребляются для С. ценных плодов и других продуктов, а барабанные—для С. гл. обр. сыпучих продуктов. Шкаф вакуум-сушилок (фиг. 35) состоит из ряда полок, нагреваемых паром или горячей водой. На эти полки ставят лотки с насыпанными плодами, после чего двери плотно закрывают и насосом создают в шкафу необходимое разрежение. С. обычно идет при t° 45—55° и продолжается 1,5—2 ч. Плоды, получаемые из вакуум-сушилки, имеют прекрасный аромат, вкус и естественный вид; они легко размокают в воде и принимают первоначальную форму. Недосток вакуумной С.—высокие расходы по сравнению с обычной С. как на оборудование, так и на эксплуатацию.

Сетка, применяемая для сит, изготавливается из железной луженой проволоки. Ходовыми номерами сетки являются № 10—18. Сетка д. б. плотно натянута на рамку во избежание провисания. При употреблении сит из нелучшей проволоки их смазывают маслом во избежание отпечатков на продукте. Используются иногда также льняной сеткой или пленкой из тонких прутьев. Продукт д. б. размещен равномерно и закрывать всю поверхность сита. На 1 м² поверхности сита насыпают 6—8 кг.

Если условно разбить плоды и овощи на группы и отнести к одной все те, к-рые имеют плотное строение, как большинство корне- и клубнеплодов, яблоки и груши, а к другой все те, к-рые имеют более нежное строение и тонкую кожуру (сливы, вишни, абрикосы, ягоды), то окажется-



Фиг. 35.

ся, что первая группа сохнет при более высокой t° , вторая довольствуется более низкой; первая группа сушится более быстро, вторая—медленнее. Большинство продуктов первой группы сушат сразу при высокой t° ; вторую группу,—начиная с низкой t° , т. е. с подвяливания (слива, вишня), иначе кожица потрескается и сладкий сок вытечет. Как правило сушильный процесс необходимо вести без перерыва, не давая плодам и овощам охлаждаться, иначе нек-рые продукты теряют свой естественный цвет (капуста). Исключение составляет зеленый горошек, к-рый нужно сушить с перерывами, давая ему остыть, и затем продолжать С.; только при этих условиях возможно получить морщинистый, хорошего бархатного оттенка готовый продукт. Тот же способ применяется часто и для С. слив. Все продукты требуют при С. хорошей вентиляции; но грибы в этом отношении стоят отдельно; они полу-

чаются более хорошего вида при С. во влажной атмосфере. При С. квашеной капусты надо иметь в виду, что молочная к-та сильно действует на железное сито, поэтому если нет других сит, то ее надо сушить последней, когда сита уже значительно изношены. Размер выхода

Табл. 2.—Выход продукта и температура при сушке.

| Название продукта | Выход, % | Темп-ра, ° |
|---------------------------------|----------|------------|
| Капуста белокочанная | 8,0 | 50—55 |
| Морковь | 10,5 | до 75 |
| Лук репчатый | 16,6 | » 75 |
| Пастернак | 17,1 | » 70 |
| Петрушка (корень) | 16,5 | » 60 |
| Петрушка (зелень) | 10,0 | » 45 |
| Свекла | 12,5 | » 85 |
| Картофель | 20,0 | » 80 |
| Яблоки | 12,5 | » 80 |
| Слива венгерка | 25,0 | » 75* |
| Груша | 12,8 | » 80 |
| Вишня | 28,0 | » 65* |
| Персик (без косточек) | 10,0 | » 80 |
| Малина, клубника | 26,0 | » 55 |

* Начинают сушить с 45°.

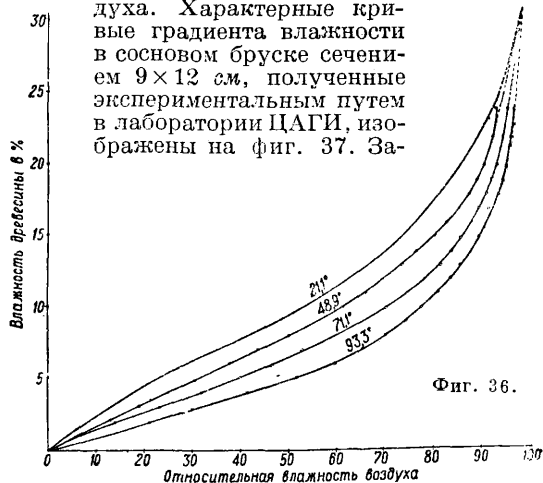
готового продукта для разных плодов и овощей колеблется в пределах 8—30% от веса неочищенного сырья. Средние цифры выходов и оптимальных t° , взятые из практики работы больших предприятий за ряд лет, приведены выше в табл. 2.

С. Ерилов.

Сушка дерева. Путем высушивания древесины достигается: 1) понижение ее влажности до состояния, соответствующего условиям эксплуатации, для устранения в деревянных изделиях последующих значительных изменений влажности, вызывающих коробление и растрескивание; 2) предохранение древесины от заболеваний путем понижения ее влажности до величины, при которой совершенно устраняется или затрудняется развитие грибов, разрушающих древесину (см. *Гниение древесины*); 3) повышение механич. свойств древесины, возраставших с уменьшением влажности (см. *Дерево*); 4) уменьшение веса древесины для облегчения транспорта.

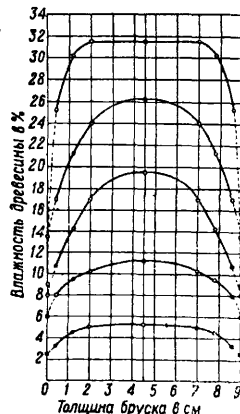
Процесс продвижения влаги от середины материала к его поверхности до настоящего времени весьма мало исследован. Однако м. б. указано, что 1) влага в древесине движется всегда от более сырых мест к более сухим, т. е. влажность внутри древесины стремится вырваться; 2) влагопроводность древесины падает с уменьшением ее влажности и увеличивается с повышением t° ; 3) влагопроводность древесины твердых пород менее влагопроводности древесины мягких; 4) влагопроводность ядровой древесины меньше, чем оболочной; 5) влагопроводность древесины наибольшая в направлении вдоль волокон, меньше в радиальном направлении и еще меньше в тангенциальном, потому материал сохнет интенсивнее с торцов, а доски тангенциальной распиловки сохнут быстрее досок радиальной распиловки. На диаграмме фиг. 36 показана зависимость влажности древесины от относительной влажности воздуха при четырех различных t° . Т. к. величина торцевой поверхности материала весьма мала по сравнению с его боковыми поверхностями, то несмотря на большую влагопроводность древесины вдоль волокон основная масса влаги испаряется с боковых поверхностей. Во всяком сечении сушимого бруска или

доски устанавливается нек-рый градиент влажности, причем бесконечно малая по толщине поверхностная зона древесины тотчас принимает влажность, соответствующую ее влагоемкости при данных t° и влажности окружающего воздуха. Характерные кривые градиента влажности в сосновом бруске сечением 9×12 см, полученные экспериментальным путем в лаборатории ЦАГИ, изображены на фиг. 37. За-



кон, управляющий продвижением влаги в древесине, до настоящего времени не установлен.

Наличие явления усушки древесины (см. *Дерево*, физические свойства дерева) весьма осложняет процесс С., т. к. вследствие различных величин усушки в тангенциальном и радиальном направлениях и в связи с неодновременным появлением усушки у наружной и внутренней зон могут появиться в древесине внутренние напряжения, при значительной своей величине вызывающие коробление и растрескивание. Наружная зона при высушивании ниже точки насыщения волокон (25—35% влажности) стремится сжаться вследствие появления усушки, внутренняя же зона, отставшая в высушивании, сохраняя начальные свои размеры, и поэтому наружная зона оказывается растянутой. При дальнейшей С. наружная зона не усыхает настолько, насколько она усохла бы без наличия растягивающего напряжения.

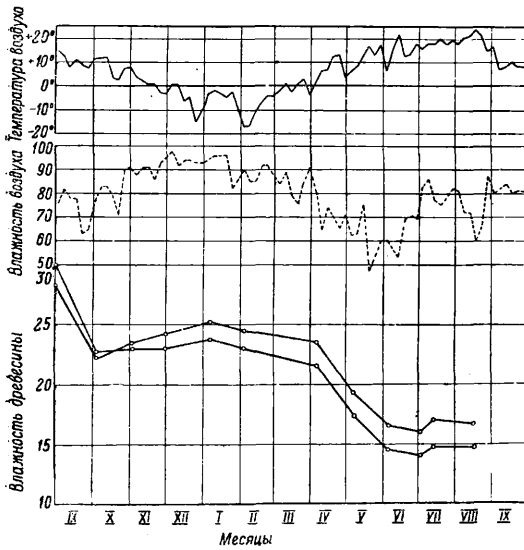


Фиг. 37.

Далее, по высушивании внутренней зоны ниже точки насыщения волокон, уже высохшая наружная зона препятствует усыханию внутренней зоны, к-рая оказывается в этом случае под действием растягивающих усилий, в то время как наружная зона — под действием сжимающих. При отсутствии надлежащего регулирования процесса С. напряжения растяжения могут достигнуть значительной величины и вызвать разрывы древесины, чаще всего идущие в радиальном направлении, т. е. по сердцевинным лучам. Образование таких разрывов (трещин) в течение первого этапа С. происходит в наружной зоне — поверхностные трещины, могущие закрыться в последующем этапе С. при сжатии зоны. Разрывы во внутренней зоне — внутренние трещины — могут появиться перед концом С., когда эта зона будет находиться под действием

напряжения растяжения. Появление торцовых трещин, обычно наблюдаемых при С., объясняется более интенсивным высыханием древесины вблизи торцовых поверхностей, раньше вызывающим появление усушки. Стремлению древесины у торцовой поверхности сократить свои размеры препятствуют соседние части древесины, не высохшие еще ниже точки насыщения волокон, вследствие чего появляются растягивающие напряжения у торца, служащие причиной появления торцовых трещин. Т. о. величина градиента влажности, а следовательно и всех связанных с ним явлений, зависит: 1) от интенсивности испарения влаги с поверхности материала, для чего агент С., т. е. воздух, должен подводить необходимое тепло для испарения влаги и отводить от поверхности материала водяной пар, и 2) от интенсивности продвижения влаги из внутренней зоны древесины к ее поверхности, к-рая зависит в свою очередь от t° и влажности древесины.

Воздушная С. (естественная) заключается в б. или м. продолжительном хранении сложенного в штабеля пиленого материала при атмосферных условиях. Этот метод С. имеет следующие недостатки: 1) высокую конечную влажность древесины, зависящую от климатич. условий, 2) почти полное отсутствие возможности регулировать факторы С., 3) значительную продолжительность процесса С., доходящую до

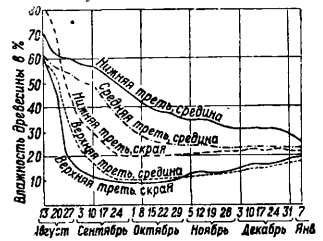


Фиг. 38.

1—2 и более лет, и 4) необходимость наличия большой, специально оборудованной для размещения материала площади. В зависимости от t° и влажности воздуха для каждого времени года обуславливается нек-рая конечная влажность древесины. На фиг. 38 приведена диаграмма изменения влажности сосновых брусков сечением 9×12 см в течение года в Москве и даны соответствующие t° и влажность. Подъемом и падением влажности воздуха в течение апреля—июля определяется период наиболее интенсивной С. Из диаграммы видно, что в средней полосе Европ. части СССР влажность древесины зимой равна ок. 20%, а летом ок. 15%. Последняя влажность и является для указанного района наименьшей при воздушной С. В северной полосе Европ. части СССР эта влажность будет больше, в южной—меньше. Путем устрой-

ства крыши на штабеле или специального навеса древесину предохраняют от резких изменений t° при непосредственном падении солнечных лучей и от действия осадков. Циркуляция воздуха у материала д. б. обеспечена рациональной планировкой склада, конструкцией штабеля и основанием под ним (см. *Лесотильное дело*). Естественная циркуляция воздуха в штабеле имеет вертикальное направление сверху вниз.

Такой вид циркуляции вызывается охлаждением воздуха вследствие отдачи им тепла, необходимого для испарения влаги с поверхности материала. Быстрее всего высыхает верх штабеля, что можно видеть на диаграмме



Фиг. 39.

С. различных частей штабеля древесины белой сосны—white pine (фиг. 39). Материал для опыта был взят размером $1'' \times 8'' \times 16''$, прокладки $1'' \times 4''$, просветы $2''$. Для осуществления такой циркуляции следует: 1) высоко поднимать штабель от грунта во избежание застоя под ним сырого воздуха, 2) оставлять достаточно широкие просветы между соседними штуками материала, 3) следить, чтобы эти просветы располагались в рядах материала один под другим, что требует укладки в штабель материала одинаковой ширины, и 4) при значительной ширине штабеля для усиления циркуляции воздуха между материалом устраивать вертикальные и горизонтальные разрывы. Высота основания штабеля устанавливается в пределах 0,5—1 м. Ширина просветов между соседними штуками 10—18 см или в $1/4$ ширины материала. Между рядами материала укладывают прокладки толщиной 2,5—5 см в зависимости от толщины материала. Ширину прокладок делают 4—7,5 см. Расстояние между прокладками 0,75—1,5 м в зависимости от толщины материала. Прокладки располагают строго одна над другой, причем те из них, к-рые поддерживают концы материала, должны обязательно укладываться вровень с торцами. Не рекомендуется класть вместо прокладок штуки материала во избежание развития грибка в местах соприкосновения сырой древесины. Высота штабеля при наличии механич. погрузочных приспособлений может достигать 8 и даже 10 м. Крышу штабеля делают из тонкого материала, причем она должна выдаваться со всех сторон в виде навесов и не пропускать воду. Штабель располагают кромками материала к проезду по следующим соображениям: 1) достигается свободное продувание штабеля со стороны проезда, 2) торцы материала, обращенные в узкие проходы между штабелями, предохраняются тем самым от действия солнечных лучей, 3) делается возможным применение погрузочно-разгрузочных механич. приспособлений. При установке штабеля без крыши весь материал кладут с уклоном $1/12$ по длине для достижения лучшего стока воды. Иногда крайнюю прокладку выпускают несколько вперед против нижележащей доски, а следующую доску кладут торцом вровень с прокладкой (фиг. 40). Таким путем фронту штабеля придают нек-рый уклон, чтобы избежать застоя воды у передних прокладок при наклонном расположении всего материала. Воздушную С. пиломатериала

твердых и ценных пород производят в специальных постоянных навесах со стенками-жалюзи и с отдушинами наверху. Весьма важно наблюдение за санитарным состоянием склада для предохранения древесины от поражений, производимых грибами.

Воздушная С. является единственным методом, применяемым для С. круглого леса (см. *Деловой лес*), предназначенного исключительно



Фиг. 40.

для постройки сооружений, работающих в атмосферных условиях. Материал в этом случае укладывают в штабеля, состоящие из горизонтальных рядов бревен, отделенных один от другого прокладками. Продолжительность С. круглого материала зависит от его длины и диаметра и от наличия или отсутствия коры. Полное или частичное

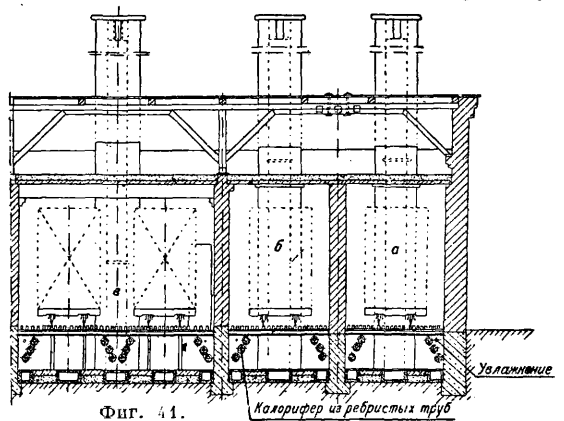
снятие коры с материала значительно сокращает срок его сушки, способствуя в то же время появлению поверхностных трещин вследствие интенсивного высыхания наружной зоны. Некоторым предохранением от появления трещин могут служить оставленные кольца коры. Продолжительное хранение круглого материала неокоренным может вызвать заболевание древесины вследствие развития грибов, споры которых, попадая на кору, легко ею задерживаются, а медленное высыхание древесины в этом случае создает подходящие условия для их развития. Наиболее благоприятные условия С. круглого материала создаются под навесом, однако это можно делать лишь при С. или хранении ценной или предназначенной для ответственных сооружений древесины. В этом случае торцы материала закрашивают для устранения интенсивного испарения через них влаги и появления торцовых трещин.

Подсушивание в лесу (редко применяемое) производят, когда дерево находится на корню или когда оно свалено. В первом случае снимают полное кольцо коры и луба непосредственно под кроной или у комля. Этим нарушают питание дерева и вызывают его умирание, причем древесина высыхает. Во втором случае сваленное дерево оставляют с кроной на нек-рый срок в лесу, причем древесина высыхает, отдавая влагу кроне, к-рая эту влагу испаряет. В результате продолжительного пребывания такого стоящего или сваленного дерева в лесу часто имеют место заболевания древесины, вызываемые различными грибами.

Камерная С. (искусственная) производится в сушильной камере, где создаются условия, необходимые для желаемого течения процесса С. Этим достигается возможность высушивания древесины до любых низких степеней влажности, значительное сокращение срока С. и возможность полного регулирования процесса С. путем управления t° , влажностью и скоростью движения воздуха в камере. По принципу своей работы сушильные камеры разделяются на камеры периодического действия и камеры непрерывного действия. При С. в камере периодич. действия вся загруженная в нее древесина, оставаясь без движения, проходит постепенно все этапы процесса С., понижая свою влажность до требуемой конечной величины; затем всю партию одновременно выгружают, освобождая место для загрузки следующей партии материала. Ка-

меры непрерывного действия, иногда называемые туннельными или коридорными, строят значительно длиннее камер периодич. действия. Материал загружают в камеру на вагонетках, передвигаемых по мере высыхания древесины от одного конца камеры к другому. Для облегчения движения вагонеток рельсовый путь в камере делают с нек-рым уклоном. В целях наиболее рациональной С. движение воздуха в камере непрерывного действия устанавливается навстречу двигающемуся материалу т. о., что в сухом конце камеры, где находится более сухой материал, воздух имеет более высокую температуру и более низкую влажность, чем в сыром конце камеры, куда загружают сырой материал.

Основные части конструкции камеры периодического действия с естественной циркуляцией: 1) калорифер, расположенный в огромном большинстве камер данного типа внутри камеры в нижней ее части, 2) система увлажнения воздуха, состоящая из паропровода с отверстиями, расположенного внутри камеры, 3) каналы, подающие свежий воздух в камеру, 4) каналы, отводящие увлажненный и охлажденный воздух из камеры в атмосферу через вытяжки, снабженные шиберами, позволяющими регулировать скорость выходящего воздуха. Циркуляция воздуха вызывается разницей в весах теплого воздуха, подходящего к материалу, и воздуха, прошедшего сквозь материал, охлажденного испарением влаги. Естественно, что при таких условиях воздух, проходящий сквозь штабель материала, стремится двигаться сверху вниз. Для лучшего использования циркуляции воздуха в целях С. необходимо стремиться к устранению препятствий, стоящих на пути опу-

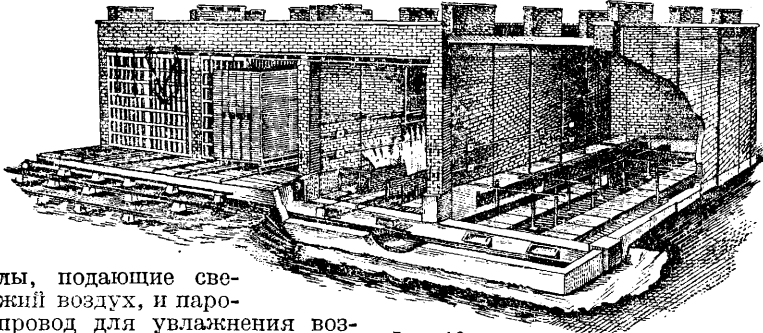


Фиг. 41.

скалщегося сквозь штабель воздуха. Фиг. 41 изобр. предельный разрез камеры, предложенной проф. Грум-Гржимайло; отделения а и б имеют емкость на 15—20 м³ древесины каждое и отделение в на 30—40 м³ древесины. В нижней части камер у стен размещены по три ряда ребристых труб, паропровод для увлажнения воздуха в камере, каналы свежего воздуха в полу камеры у стен и канал, отводящий воздух из камеры, в полу под штабелем. Воздух, подогретый калорифером, поднимается к потолку камеры, соприкасается с сушимым материалом, охлаждается и опускается сквозь штабель вниз. Наиболее охладившаяся часть воздуха опускается до пола камеры, откуда удаляется помощью вытяжного канала. Остальной воздух, убуль в к-ром пополняется притоком свежего воздуха из подающего канала,

снова подогревается калориферами. Для камеры этого типа м. б. произведен точный расчет циркуляции на основании гидравлич. теории движения газов, именно м. б. найдена величина перепада (разности) t° воздуха, получающегося при прохождении его сквозь штабель, а также скорость воздуха в штабеле. Эти два фактора в значительной мере зависят от конструкции камеры и штабеля. Для наиболее полного использования циркуляции воздуха желательно, чтобы омываемая им поверхность древесины была наибольшей. В данном случае это возможно при вертикальной загрузке материала, но т. к. такая загрузка требует наличия специальных самозакрывающихся материал вагонеток и особых устройств для укладки штабеля, то она не имеет широкого распространения. Описанная камера хорошо работает и при горизонтально уложенном в штабель материале при укладке, обеспечивающей свободный проход воздуха в вертикальном направлении. В процессе С. верх штабеля омывается воздухом более высокой t° и более низкой влажности, чем низ; поэтому древесина, расположенная сверху, сохнет несколько быстрее расположенной внизу. Получающийся перепад во влажности древесины сглаживается к концу С.

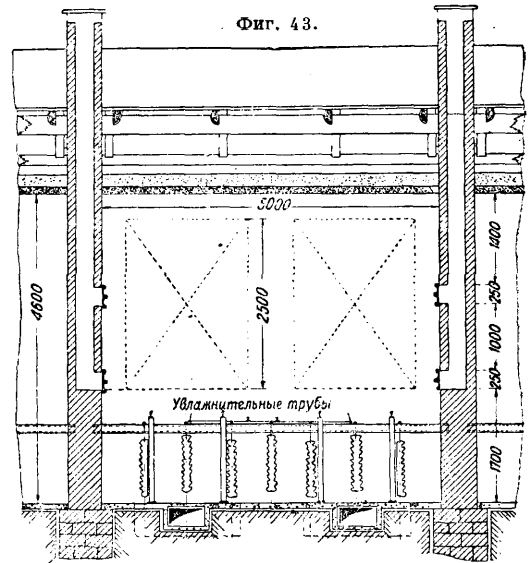
В широко распространенной камере «Националь» (фиг. 42) в нижней части штабеля расположены калорифер из гладких труб, установленный непосредственно под штабелем материала, кана-



Фиг. 42.

лы, подающие свежий воздух, и паропровод для увлажнения воздуха. Каналы, отводящие воздух, помещены в стенах камеры, причем каждый из них сообщается с камерой парой окон, расположенных одно над другим около нижней части штабеля и посредине высоты его. Эти окна перекрываются шиберами, управляемыми при помощи тяг, выходящих наружу. Все управление камерой, паропроводы и окна каналов, подающих свежий воздух, помещают в особом коридоре, вытянутом вдоль фронта камер и углубленном в грунт. На фиг. 43 дан поперечный разрез камеры той же конструкции, спроектированной Управлением капитального строительства Леспрома для нужд нашей пром-сти. Циркуляция воздуха в таких камерах устанавливается и изменяется в зависимости от ряда случайных факторов, не поддающихся точному учету и теоретич. подсчету. Следует предполагать, что циркуляция в штабеле воздуха происходит сквозь материал книзу, где его движение задерживается струйками воздуха, поднимающимися в штабель непосредственно от калорифера. При наличии нек-рой разницы t° по длине камеры, появляющейся вследствие плохой изоляции дверей, возможна продольная циркуляция воздуха. Расположение вытяжных каналов допускает попадание в них не отработавшего горячего воздуха, что понижает эко-

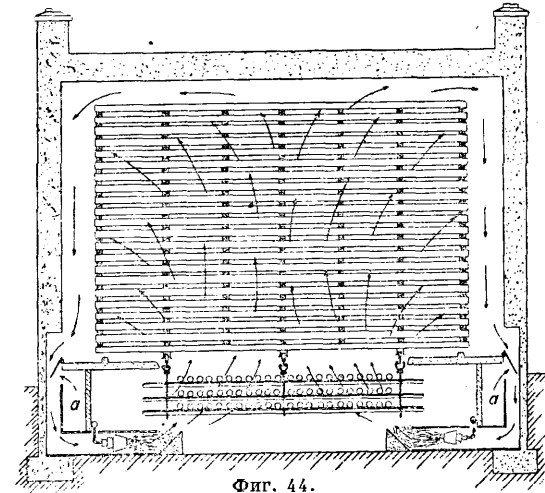
номичность конструкции. Эти камеры однако дают вполне удовлетворительные результаты.



Камеры периодич. действия с искусственной циркуляцией отличаются от камер типа «Националь» наличием специальных устройств для побуждения циркуляции.

На фиг. 44 представлен поперечный разрез камеры конструкции Гендерсона, в к-рой побудителем циркуляции служит ряд паровых сопел, расположенных в нижней части камеры. Пар, выходящий из сопел, используется одновременно и для увлажнения воздуха в камере. Свежий воздух подается через каналы а. Каналы, отводящие воздух, помещают в стенах камеры (не показаны на чертеже). Калорифер из гладких труб располагают под штабелем. При искусственном побуждении циркуляции вентиляторами их ус-

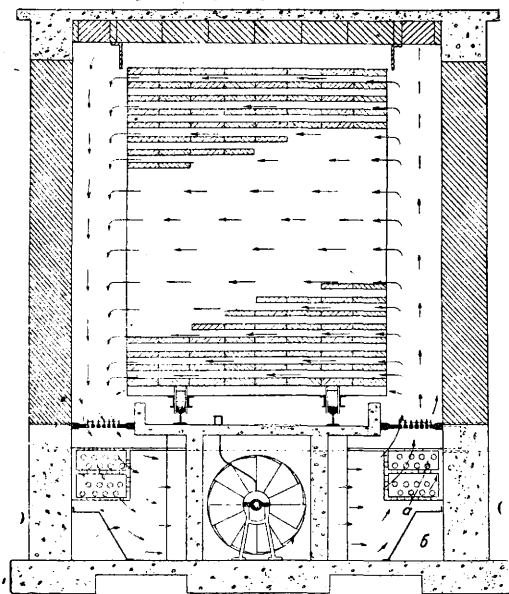
танавливают на валу, помещенном внизу по всей длине камеры (фиг. 45, камера Мура). Вен-



Фиг. 44.

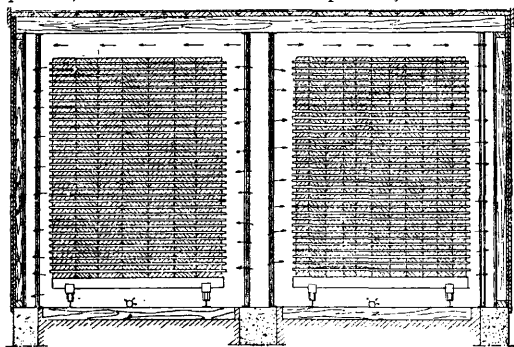
танавливают на валу, помещенном внизу по всей длине камеры (фиг. 45, камера Мура). Вен-

тиляторы заключены в короб, имеющий отверстия с боков. В зависимости от направления вращения электромотора, установленного вне ка-



Фиг. 45.

меры, они могут возбуждать циркуляцию как против, так и по часовой стрелке, тем самым



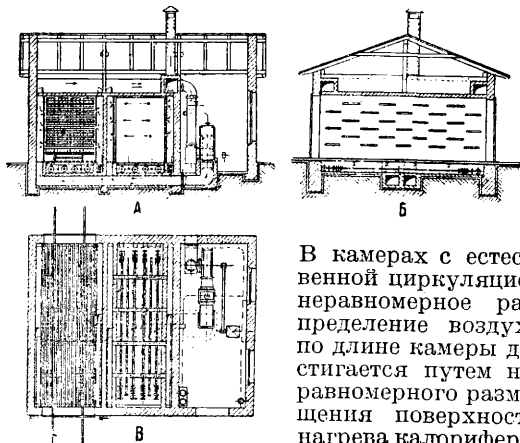
Фиг. 46.

выравнивая влажность древесины с двух сторон штабеля; а—калориферы, б—каналы свежего воздуха.

В следующем ряде конструкций сушильных камер калорифер и вентилятор, служащий для побуждения циркуляции, вынесены из камеры. В этих случаях обычно применяют пластинчатый калорифер, подобный калориферу Юнкера, или компактный калорифер из гладких труб. Увлажнение воздуха производится также путем пуска в него пара после подогрева его в калорифере. Воздух подводится в камеру и распределяется по длине камеры и по высоте штабеля. Направление движения воздуха, проходящего сквозь штабель, в подобных конструкциях в большинстве случаев горизонтальное. На фиг. 46 приведен разрез таких спаренных камер. Движение воздуха показано стрелками.

Под штабелем положен паропровод для увлажнения воздуха при прогреве материала в начале С. На фиг. 47 дана камера герм. конструкции, представляющая некоторую комбинацию камер с естественной и искусственной циркуляцией. Камера имеет 2 калорифера: один, из ребристых труб, располагается под штабелями, другой помещен вне камеры вместе с центробежным вентилятором. Направление движения воздуха в штабеле материала горизонтальное, причем воздух к штабелю может подводиться как с одной, так и с другой стороны, что осуществляется при помощи системы специальных каналов и шиберов.

Камеры непрерывного действия бывают с естественной и искусственной циркуляцией.



Фиг. 47.

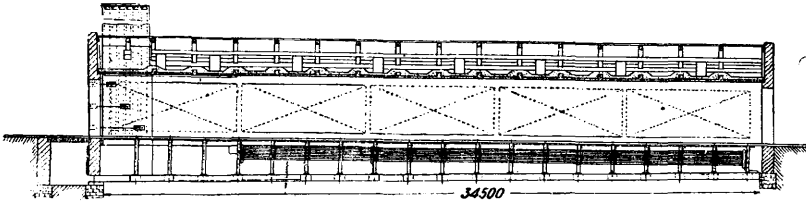
В камерах с естественной циркуляцией неравномерное распределение воздуха по длине камеры достигается путем неравномерного размещения поверхности нагрева калорифера; в сыром конце камеры она минимальная, либо совсем отсутствует, и максимально сосредоточена в сухом конце. Этим обеспечивается продольная циркуляция воздуха, который поднимается в сухом, а опускается в сыром конце камеры. Кроме продольной циркуляции воздуха в камере устанавливается и поперечная циркуляция, подобная по своему характеру циркуляции в камере «Националь». Благодаря наличию продольной циркуляции, а также при помощи установленных в камере систем увлажнения воздуха по всей ее длине поддерживаются требуемые влажности воздуха. Часть влажного остывшего воздуха выбрасывается в атмосферу при помощи вытяжек, устроенных в сыром конце камеры. На фиг. 48 дан разрез камеры непрерывного действия, на



Фиг. 48.

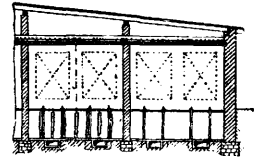
к-ром стрелками указано направление продольной циркуляции воздуха. На фиг. 49 приведены разрезы подобной камеры, спроектированной Леспромом для нужд нашей пром-сти.

В камерах с искусственной циркуляцией в качестве побудителя применяют паровые сопла или вентиляторы либо и то и другое вместе (фиг. 50). В сыром конце камеры в нижней ее части установлены 2 винтовых вентилятора, создающих продольную циркуляцию воздуха в штабелях, расположенных над ними. В сухом конце камеры циркуляция побуждается рядом



Фиг. 49.

судья, наоборот, незаменимы, когда приходится сушить огромные партии материала одной породы и одних размеров, напр. на большинстве лесопильных э-дов. Камеры с естественной циркуляцией дают более равномерное высушивание древесины и наименьшие напряжения в материале, особенно если они по своей конструкции обеспечивают правильную циркуляцию и



паровых сопел, помещенных также в нижней части камеры. Эти сопла одновременно служат и для увлажнения воздуха в камере. Направление циркулирующего воздуха указано на фигуре стрелками, но кроме этой циркуляции надо ожидать нисходящих токов воздуха внутри штабелей. На фиг. 51 показана камера непрерывного действия с вынесенными вверх вентилятором и калорифером. Принцип работы такой камеры и направление движения воздуха в ней ясны

саморегулирование скорости воздуха в штабеле; они дешевле в постройке и эксплуатации. В камерах с искусственной циркуляцией воздуха необходимо обращать особенное внимание на степень равномерности распределения воздуха по всему штабелю.

Режимом С. обуславливаются температура и влажность воздуха, устанавливаемые в камере в процессе С. В обычно применяемых режимах С. температура увеличивается, а влажность воздуха уменьшается к концу процесса.

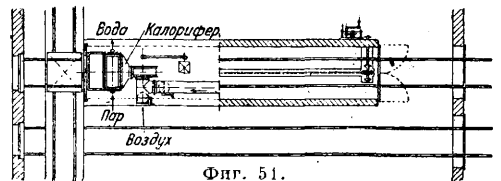
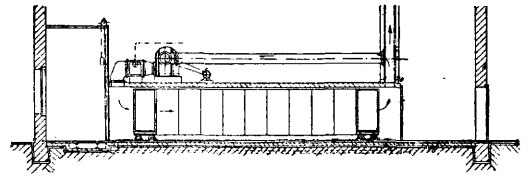
Сравнительно редко применяются режимы, в к-рых t° понижается к концу С. или в к-рых t° и влажность воздуха периодически поднимаются и опускаются. Твердые породы, крупные сортаменты и ответственный материал сушатся при более низких t° и при больших влажностях воздуха, т. е. более мягкими режимами. При выборе режима для С. ответственного материала необходимо учитывать влияние режима на физико-механич. свойства древесины, выражающееся в понижении механич. свойств при С. жесткими режимами. Лабораторией лесной продукции США выработаны режимы С. для древесины америк. хвойных пород (табл. 3) и лиственных пород (табл. 4). В наших условиях эти данные м. б.



Фиг. 50.

из чертежей. Наличие специального механизма, позволяющего снаружи управлять перемещением вагонеток внутри камеры, дает возможность располагать путь в камере без уклона. Наиболее благоприятные условия С. могут быть получены, когда материал располагается поперек движущегося воздуха, т. е. в противном случае надо ожидать сильной пересушки и растрескивания торцов, а прокладки, располагающиеся поперек движения воздуха, будут препятствовать его свободной циркуляции в материале. Штабель необходимо складывать так, чтобы обеспечить наибольшее омывание материала воздухом, сообразуясь с направлением его циркуляции. Так, в камерах с вертикальной циркуляцией (естественная циркуляция) следует применять либо вертикальную укладку либо увеличивать расстояния между соседними досками, образуя при этом вертикальные ходы в материале. В камерах с искусственной циркуляцией воздуха при горизонтальном движении его сквозь штабель можно свести к минимуму расстояния между досками в горизонтальном направлении. Обычно расстояния между соседними досками устанавливают до 20 см, а толщину прокладок в пределах 2,5—5 см.

При выборе типа камеры необходимо учитывать следующее: камеры периодич. действия допускают более гибкую регулировку t° и влажностей воздуха, почему более пригодны для С. ответственного материала и м. б. широко использованы, если в производство поступает материал разнообразный по породам, размерам и своему назначению. Камеры непрерывного дей-



Фиг. 51.

использованы как ориентировочные, если пробовать сначала более мягкие режимы и затем переходить к более жестким. Для таких материалов, как дубовые спицы и ободья, ореховые болванки для ружейных лож, карандашный материал, авиационный материал и т. п., имеется еще ряд специальных режимов.

Табл. 3.—Режимы С. для хвойных пород.

| Мягкие режимы | | | | | | |
|------------------------|-----------|-----------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|--|
| Влажность древесины, % | | | $t^{\circ} \text{сух.}$ | $t^{\circ} \text{мокр.}$ | Влаж-ность возду-ха, % φ | |
| 0I | 0II | 0III | | | | |
| ≥ 35 | ≥ 30 | ≥ 25 | 57 | 51 | 70 | |
| 30 | 25 | 20 | 66 | 52 | 50 | |
| 20 | 16 | 13 | 71 | 56 | 40 | |
| 15 | 12 | 10 | 79 | 54 | 30 | |

| Режимы средней жесткости | | | | | | |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Влажность древесины, % | | | | $t^{\circ} \text{сух.}$ | $t^{\circ} \text{мокр.}$ | Влаж-ность возду-ха, % φ |
| 00I | 00II | 00III | 00IV | | | |
| ≥ 45 | ≥ 40 | ≥ 35 | ≥ 30 | 71 | 63 | 70 |
| 40 | 35 | 30 | 25 | 77 | 62 | 50 |
| 20 | 16 | 13 | 13 | 82 | 57 | 50 |

| Жесткие режимы | | | | | | |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Влажность древесины, % | | | | $t^{\circ} \text{сух.}$ | $t^{\circ} \text{мокр.}$ | Влаж-ность возду-ха, % φ |
| 000I | 000II | 000III | 000IV | | | |
| ≥ 45 | ≥ 40 | ≥ 35 | ≥ 30 | 82 | 74 | 70 |
| 40 | 35 | 30 | 25 | 88 | 72 | 50 |
| 20 | 16 | 13 | 13 | 93 | 66 | 30 |

Перед началом С. производят прогрев материала в камере, устанавливая t° на 10—15° выше начальной (по режиму), а влажность воз-

Табл. 4.—Режимы С. для лиственных пород.

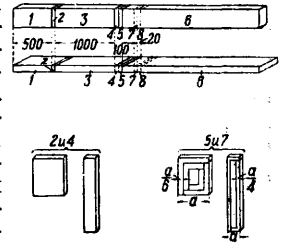
| Влаж-ность древе-сины, % | Береза, тополь, липа | | | Ильм, каштан, орех, ясень | | | Бук, клен | | | Красное дерево | | |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------|---------------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|--------------------------|-------------|
| | $t^{\circ} \text{сух.}$ | $t^{\circ} \text{мокр.}$ | % φ | $t^{\circ} \text{сух.}$ | $t^{\circ} \text{мокр.}$ | % φ | $t^{\circ} \text{сух.}$ | $t^{\circ} \text{мокр.}$ | % φ | $t^{\circ} \text{сух.}$ | $t^{\circ} \text{мокр.}$ | % φ |
| 45 | 60 | 56 | 80 | 57 | 53 | 80 | 54 | 51 | 80 | 52 | 48 | 80 |
| 40 | 63 | 57 | 75 | 60 | 54 | 75 | 57 | 52 | 75 | 54 | 49 | 75 |
| 30 | 66 | 58 | 70 | 63 | 56 | 70 | 60 | 53 | 70 | 57 | 51 | 70 |
| 25 | 68 | 58 | 60 | 66 | 56 | 60 | 63 | 53 | 60 | 60 | 51 | 60 |
| 20 | 71 | 57 | 50 | 68 | 55 | 50 | 66 | 53 | 50 | 63 | 50 | 60 |
| 15 | 74 | 53 | 35 | 71 | 51 | 35 | 68 | 51 | 40 | 66 | 49 | 40 |
| 10 | 77 | 47 | 20 | 74 | 44 | 20 | 71 | 46 | 25 | 68 | 41 | 25 |

| Влаж-ность древе-сины, % | Самшит | | | Дуб | | | Дуб | | | Дуб | | |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|--------------------------|-------------|
| | $t^{\circ} \text{сух.}$ | $t^{\circ} \text{мокр.}$ | % φ | $t^{\circ} \text{сух.}$ | $t^{\circ} \text{мокр.}$ | % φ | $t^{\circ} \text{сух.}$ | $t^{\circ} \text{мокр.}$ | % φ | $t^{\circ} \text{сух.}$ | $t^{\circ} \text{мокр.}$ | % φ |
| 45 | 49 | 45 | 80 | 46 | 42 | 80 | 43 | 41 | 85 | 41 | 38 | 85 |
| 40 | 52 | 47 | 75 | 49 | 44 | 75 | 46 | 42 | 80 | 43 | 40 | 80 |
| 30 | 54 | 48 | 70 | 52 | 46 | 70 | 49 | 44 | 75 | 46 | 42 | 75 |
| 25 | 57 | 47 | 65 | 54 | 47 | 65 | 52 | 44 | 65 | 49 | 43 | 70 |
| 20 | 60 | 49 | 55 | 57 | 47 | 55 | 54 | 44 | 55 | 52 | 43 | 60 |
| 15 | 63 | 48 | 45 | 60 | 46 | 45 | 57 | 43 | 45 | 54 | 43 | 50 |
| 10 | 66 | 44 | 30 | 63 | 42 | 30 | 60 | 42 | 35 | 57 | 42 | 40 |

духа при С. материала с влажностью выше точки насыщения волокон устанавливают 100%, при С. материала с низшей влажностью—соответственно диаграмме фиг. 36. Такой прогрев материала продолжается в течение 1 ч. на каждые 25 мм его толщины. Перед концом С. в целях уничтожения внутренних напряжений, появляющихся в материале в процессе С., производят обработку материала воздухом повышенной t° (на 10—15° выше t° по режиму) и влажности (по вышеуказанной диаграмме). Продолжительность обработки 10—24 ч., в зависимости от толщины материала и величины

внутренних напряжений. Иногда кроме этих двух основных обработок материала проводят и промежуточные в случае появления значительных по величине внутренних напряжений в материале. t° и влажность воздуха в этом случае устанавливают так же, как и в предыдущем, а продолжительность обработки находят опытным путем, причем обычно она бывает 1—4 ч.

Действительное проведение какого-либо режима С. возможно только при наличии контроля состояния материала в процессе С., заключающегося в наблюдении за изменениями влажности и за внутренними напряжениями в древесине. Влажность древесины в камере определяют путем периодич. взвешиваний контрольных образцов (фиг. 52), отбираемых из характерных для загрузки штук материала. Контрольный образец 3 берется, отступя не менее 0,5 м от торца. Первоначальная влажность контрольного образца полагается равной средней влажности двух образцов, взятых у его концов. По первоначальному весу контрольного образца и по полученной влажности вычисляют его абсолютно сухой вес, пользуясь которым определяют изменение влажности образца на основании результатов взвешивания в процессе С. Контрольные образцы помещаются в камеру при входе воздуха в штабель и при выходе его оттуда так, чтобы средняя их влажность мог-

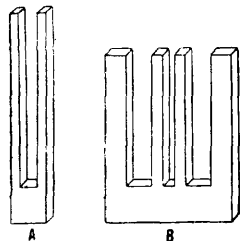


Фиг. 52.

ла охарактеризовать влажность всего загруженного материала. Торцы контрольных образцов покрывают свинцовыми белилами или каменноугольным пеком для устранения интенсивного высыхания через них.

Автоматич. контроль над С. производится с помощью прибора, автоматически записывающего изменение влажности древесины в камере и в соответствии с нею устанавливающего и поддерживающего t° и влажность воздуха по режиму, который задается путем установки в прибор особого шаблона режима. Для предупреждения появления внутренних напряже-

ний в материале производят наблюдения над градиентом влажности в материале. Для этого вырезанные из штуки материала образцы 5 и 7 (фиг. 52) разрезают на несколько зон, влажность к-рых и определяется. Количество зон зависит от толщины материала. В случае значительного градиента влажности в древесине создается возможность появления внутренних напряжений, для предотвращения чего следует произвести обработку материала воздухом повышенной темп-ры и влажности. Подобного рода определения градиента влажности следует



Фиг. 53.

производить особенно при выборе режима для С. какого-либо материала. Наблюдение внутренних напряжений производят по силовым секциям, приготавливаемым из образцов, которые вырезаются из сушеного материала так же, как образцы 2 и 4 на фиг. 52. Форма силовых секций показана на фиг. 53. Количество и толщина зубцов устанавливаются в зависимости от толщины материала. Так, из досок толщиной до 50 мм вырезают секции с двумя зубцами (фиг. 53, А), а из более толстого материала — с четырьмя зубцами (фиг. 53, В). Вырезать зубцы следует тотчас после заготовки секции. Положение, к-рое принимают зубцы тотчас же после их вырезки, характеризует внутреннее напряжение в материале. Так, изгиб крайних зубцов наружу указывает на наличие в наружной зоне напряжения растяжения, характеризующего первый этап сумки. Изгиб их внутрь указывает на наличие в наружной зоне напряжения сжатия, наблюдаемого обыкновенно во второй половине процесса сушки. Параллельность зубцов указывает на отсутствие внутренних напряжений в материале. После того как секция высохнет в комнатных условиях до равномерного распределения влажности, она либо сохранит свою первоначальную форму либо ее изменит. По конечному положению зубцов секции можно определить характер и величину градиента влажности в древесине. Так, больший изгиб зубцов внутрь укажет на значительный градиент влажности. Т. о. путем наблюдения формы силовых секций можно судить как о величине внутренних напряжений, так и о градиенте влажности. Количество и род операций по контролю состояния материала в процессе С. определяются степенью ответственности изделия, для к-рого предназначается сушимый материал, и особенностями последующих технологич. процессов. Описанным методом контроль состояния материала в процессе С. может вестись как при камерной, так и при воздушной С. Конечная влажность древесины, до к-рой она высушивается в камере, устанавливается в зависимости от назначения материала. Так, по данным америк. литературы материал должен высушиваться до следующих влажностей: мебельный 5—7%, для внутренней отделки зданий 6—8%, экипажный, за исключением материала для колес и кузовов, 15—18%, для колес и кузовов 8%, для ружейных лож 6—8%, авиационный 8—12%, для спортивных принадлежностей 10%, для музыкальных инструментов 5—7%, для наружных поделок 12%, материал хвойных пород, отправляемый на суда на большие расстояния, 12% и меньше.

С. древесины дымовыми газами — наиболее старый метод камерной С. Через штабель материала в камере пропускали дымовые газы. В дымоходе, соединяющем топку с камерой, в лоток заливалась вода, в к-рую попадали искры, уносимые газами, и к-рая служила также для увлажнения отходящих газов. Эта конструкция была оставлена из-за невозможности регулировать процесс С., малой экономичности и опасности в пожарном отношении. В последнее время Всесоюзным теплотехнич. ин-том выдвинут вопрос о выработке рациональной конструкции камеры для С. отходящими дымовыми газами.

С. перегретым паром производится в специальных камерах, куда пускают пар через пароструйные аппараты, служащие также побудителями циркуляции. Темп-ра в камере, достигающая 115°, поддерживается при помощи внутреннего трубчатого калорифера. Чрезвычайно интенсивное испарение влаги древесиной, высокие применяемые t° , понижающие механич. свойства материала, трудность регулировки процесса и затрудненный контроль состояния материала в камере являются недостатками этого способа, применяемого в редких случаях лишь для С. неответственного материала хвойных пород.

С. древесины в вакууме производится в герметически закрываемой металлич. камере, вдоль стен к-рой внутри установлен паропровод, играющий роль калорифера. Штабель материала вводится на вагонетке в камеру и прогревается в ней в течение ок. 1 ч. на 25 мм толщины материала. Затем давление в камере понижают до 10 мм Hg и ниже, причем происходит интенсивное испарение влаги из древесины, т. к. $t^{\circ}_{\text{крит.}}$ воды понижается до 10°. Испарение прекращается, когда тепло, сообщенное предварительно древесине, окажется израсходованным. Описанный цикл операций повторяется несколько раз до тех пор, пока влажность древесины не будет снижена до требуемой величины. Основное оборудование установки для сушки в вакууме состоит из камеры-цилиндра, вакуумного насоса и парового котла. Этот метод сушки появился и применяется в Швеции.

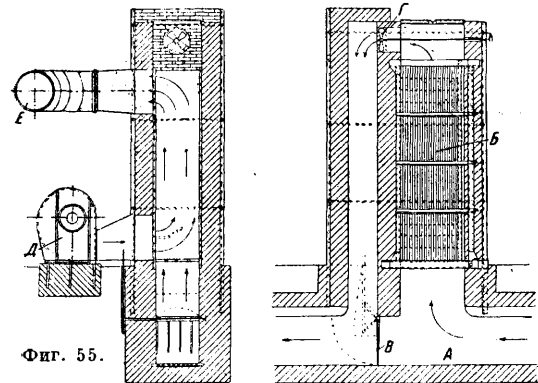
Е. Савнов и Н. Чулицкий.

Детали сушилок. При заданном объеме закладываемого в сушильную камеру материала сама она должна иметь возможно меньшие размеры, чтобы коэф. заполнения камеры материалом был наибольшим. Помимо уменьшения строительных затрат это уменьшит и теплопотерю через наружную поверхность камеры. Стены сушильных камер должны обладать достаточным коэф-том сопротивления теплопередаче, при к-ром не будет конденсации на их внутренней поверхности, и д. б. возможно более плотные, чтобы утечка через них теплого воздуха была минимальная. Материал стенок желательнее иметь огнестойкий. Однако для камер многих сушилок все же применяется дерево. Таким же условиям должны удовлетворять вытяжные шахты и воздуховоды. Двери камеры должны легко открываться и закрываться и в закрытом состоянии иметь достаточную плотность, обладать влагонепроницаемостью и иметь малый коэф. теплопередачи. Наиболее оригинальным типом дверей является шторная дверь, состоящая из 2 брезентовых штор, к-рые сворачиваются на роликах. Шторы отстоят друг от друга на расстоянии 300 мм. С боков штора ходит в пазах между рейками,

к-рые плотно зажимают штору при закрытии. Дверь получается достаточно плотная и мало-теплопроводная. Недостатком дверей является быстрый износ. На фиг. 54 изображена довольно распространенная раздвижная дверь; отличаясь простотой устройства и обращения, она не дает достаточной плотности, что является ее существенным недостатком. То же самое можно сказать относительно подъемной двери, которая кроме этого представляет опасность при обрыве тросов. По нашему законодательству такие (гилютинные) двери запрещены без устройства специальных предохранительных приспособлений, обеспечивающих безопасность таких дверей.

Для подогрева воздуха применяются огневые и паровые калориферы. Электрич. подогрев воздуха мало распространен в виду большой стоимости эксплуатации. Огневые калориферы м. б. с металлич. и кирпичными поверхностями нагрева. Металлич. поверхности нагрева образуются гладкими или ребристыми

трубами (или стенками) и плоскими поверхностями (пластинчатые воздухоподогреватели). Наиболее совершенной конструкцией огневого калорифера является пластинчатый калорифер (воздушный экономайзер). Фиг. 55 изображает такой калорифер, присоединенный к промышленной топке. Отходящие дымовые газы идут по борю *A* и, задерживаемые дроссель-клапаном *B* и просасываемые вентилятором *Г*, направляются вверх через пластинчатый калорифер *Б*, затем опускаются и вновь входят в боры и оттуда в дымовую трубу. Воздух продувается через калорифер центробежным вентилятором *Д* и, нагревшись, идет по воздуховоду *Е* в сушилку. Повышенное давление в воздушных каналах воздухоподогревателя обеспечивает чистоту подогреваемого воздуха даже при некой неплотности газовых каналов. Шаровые калориферы подогреваются мятым паром от паровых двигателей, или производственных аппаратов, или от специальной котельной установки. Наиболее распространены калориферы из стальных труб. На фиг. 56 изображен калорифер типа Стюртевант, к-рый состоит из П-об-



Фиг. 55.

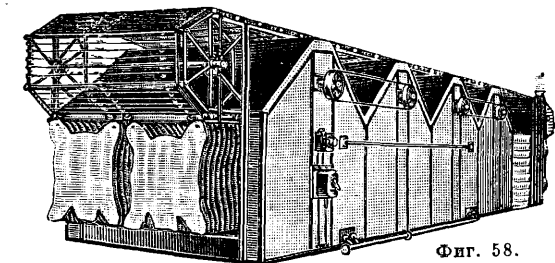
разных труб, через к-рые проходит пар, входящий слева в нижнюю коробку и выходящий в виде конденсата из правой половины коробки. Наиболее распространенным в СССР паровым калорифером является трубчато-пластинчатый калорифер типа Юнкера, в к-ром пар проходит внутри нескольких рядов трубок. Тепло от пара передается через стенки трубок прямоугольным железным пластинкам, надетым на трубки и имеющим с ними металлич. соединения. Эти калориферы очень компактны и имеют хороший коэф. теплопередачи, однако их испытания показали теплопроизводительность, значительно (25—40%) меньшую указываемой в проспектах, что следует принимать во внимание при подборе типа калорифера.

Обычно побудители движения воздуха в сушилках являются центробежные или винтовые вентиляторы с прямым перемещением воздуха. Сравнительно редко употребляются побуждение движения воздуха эжекцией воздушной или паровой струей. Во многих сушилках ставят несколько вентиляторов, особенно при многократном подогреве воздуха.

В эксплуатации сушилок имеет значение способ загрузки, выгрузки, размещения и движения материала в сушилках непрерывного действия. Способ размещения материала часто

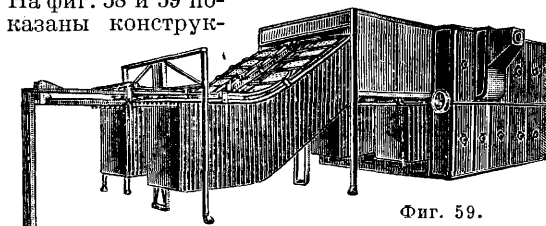
является решающим моментом производительности сушилки и продолжительности *C*. Конструкции соответствующих устройств в сушилках для различных материалов чрезвычайно разнообразны. На фиг. 31 показана кассета для укладки трубчатого товара (макарон), на фиг. 32—сито для сушки лапши и вермишели. На фиг. 57 представлен вагончик для *C*. кирпича.

На фиг. 58 и 59 показаны конструк-



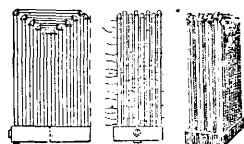
Фиг. 58.

ции специальных транспортеров для перемещения в сушилке кож и картона. Ткани, обои и т. п. сушатся часто на транспортерах из движущихся палок, на к-рых (фиг. 60) петлями висит материя; высушенная материя, выходя из сушилки, складывается в вагонетку специальными приборами-самокладами. Устройство для перемеще-

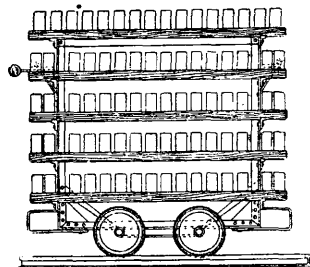


Фиг. 59.

ния специальных транспортеров для перемещения в сушилке кож и картона. Ткани, обои и т. п. сушатся часто на транспортерах из движущихся палок, на к-рых (фиг. 60) петлями висит материя; высушенная материя, выходя из сушилки, складывается в вагонетку специальными приборами-самокладами. Устройство для перемеще-

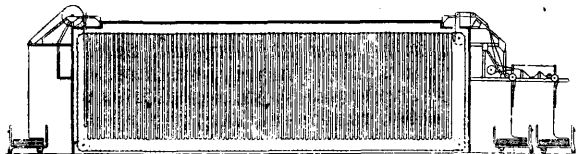


Фиг. 56.



Фиг. 57.

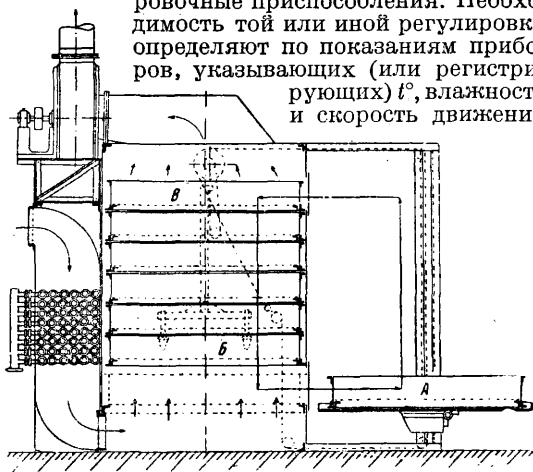
ния сит, на к-рых разложен сушильный материал, дано на фиг. 61. Сырой материал на сите *A* специальным подъемником поднимается на уровень верхнего сита в сушилке. Нижнее сито *B* с высушенным материалом выдвигается из сушилки, вся группа сит в сушилке опуска-



Фиг. 60.

ется на высоту одного сита и на освободившееся место *B* вдвигается сито *A*. Воздух в сушилке идет снизу вверх противотоком с высушиваемым материалом.

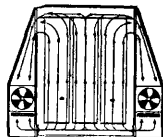
Установление различных режимов С. Различные материалы требуют весьма разнообразных режимов С. Чтобы устанавливать необходимые нам в данный момент в сушилке температуру, влажность и скорость движения воздуха, конструкция сушилки должна иметь регулировочные приспособления. Необходимость той или иной регулировки определяют по показаниям приборов, указывающих (или регистрирующих) t° , влажность и скорость движения



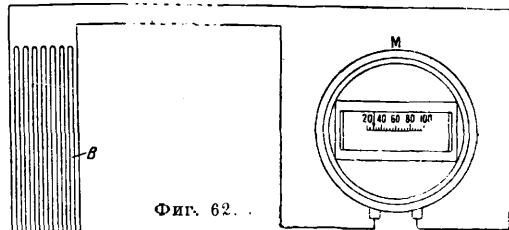
Фиг. 61.

воздуха в сушилке. Употребляемые в сушилках ртутные термометры имеют обычно шкалу от -10° и 0° до 100° , 150° , 200° , 250° и 360° и для прочности защищены металлич. чехлом. Более целесообразно одновременно определять t° и влажность воздуха, для чего обычно употребляются в сушилках психрометры (см. *Гигрометр*). Следует иметь в виду, что влажный термометр дает разные показания при одной относительной влажности воздуха, но при разных скоростях. Приняты две основные психрометрич. таблицы—для скорости воздуха до $0,5$ м/сек и для скоростей больше $2,5$ м/сек, для к-рых показания мокрого термометра мало изменяются. Следует избегать ставить психрометр в углы и в других местах застоя воздуха, т. к. он будет показывать влажность воздуха, не сушащего материал, а более насыщенного, не обновляемого около самого психрометра. Лучше ставить психрометр в потоке воздуха, движущегося со скоростью больше $2,5$ м/сек. Очень желательны дальномерные, а еще лучше и самопишущие термометры и психрометры. Из дальномерных термометров наиболее пригодны те, которые построены, как термометры сопротивления (см. *Термометрия*). Полный комплект

электротермометрич. установки состоит из: 1) чувствительного указывающего или самопишущего гальванометра со шкалой, градуированной в градусах Цельсия; 2) металлич. коробки, содержащей мостик Витстона, переключатель и регулировочный реостат; 3) платинового электротермометра; 4) батареи; 5) комплекта проводов. Один гальванометр может обслуживать несколько точек, для чего к нему добавляется переключатель. Действие термографов (регистрирующих термометров) основано на деформации пустотелой пружины, на-



полненной чувствительным к теплу телом, под влиянием изменения во внутреннем давлении. Эта деформация передается системой рычагов к ручке пера, которое чертит на медленно вращающемся бумажном диске или цилиндре кривую изменения t° в сушилке. Термограф может показывать и регистрировать t° на расстоянии, для чего чувствительный элемент его вставляется в сушилку в месте измерения t° и соединяется гибкими (обычно защищенными броней) трубками надлежащей длины, присоединенными к концу пружины. Регистрирующий психрометр является термографом с двумя перьями, одно из которых показывает t° чувствительного элемента, или смачиваемого влажным фитилем или закрытого пористым футляром, с к-рого испаряется вода, подаваемая внутрь футляра. Другое перо является термографом, показывающим и записывающим t° сухого термометра. На фиг. 62 приведена схема термоэлектрич. психрометра, где *B*—термобатарея, которая установлена в месте, где определяется влажность, *M*—гальванометр, соединенный проводами с термоэлементами. Нижнюю часть термобатарей (нижние спаи) покрывают влажной марлей. Возникающая разность t° нижних и верхних спаев вызывает термоэлектрич. ток и отмечается гальванометром в % влажности.

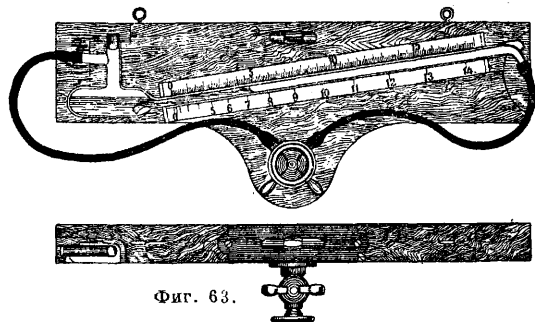


Фиг. 62.

Для регулирования в сушилках t° и влажности применяются психрографы, одновременно регулирующие и записывающие t° и влажность в сушилке. Регуляторы работают сжатым воздухом, водой, паром или электроэнергией. Наиболее распространены работающие сжатым воздухом. Встречаются и термостаты прямого действия. Недостатком их является медленная реакция на изменение условий (t° и φ), небольшой диапазон колебаний t° и φ и меньшая точность регулирования (точность обычно больше $0,5^\circ$). Термостаты непрямого действия дают точность регулировки до $0,25^\circ$. Регулирование t° в сушилке достигается изменением открытия вентиля для впуска в калорифер пара или изменением положения клапанов—

обходного (мимо калорифера) канала для воздуха и сопряженного с ним клапана, закрывающего калорифер; t° смеси подогретого и неподогретого воздуха, получаемого т. о., регулируется весьма точно. Второй способ не зависит от колебания давления в паровой сети и дает возможность почти мгновенного изменения t° в любых пределах, тогда как первый резкий изменений дать не может.

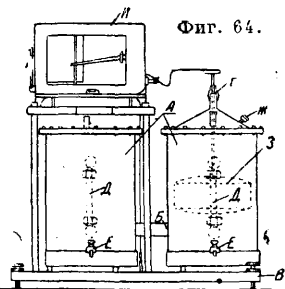
Влажность в сушилке м. б. изменена двумя способами: 1) непосредственным прибавлением или отнятием паров из воздуха, 2) разбавлением воздуха, проходящего через сушилку, более сухим или более влажным внешним воздухом. Влагу удаляют из воздуха, пропуская его около поверхностей с t° ниже точки росы (напр. охлаждаемых водой) или пропуская его через зону с разбрызгиваемой холодной водой. Иногда употребляется просушка воздуха пропусканием его через химич. гигроскопич. соединений. Обычно пользуются изменением рециркулирующего объема, что достигается соединением регулятора влажности с клапаном, управляющим количеством воздуха, выкидываемого наружу и возвращаемого в сушилку. Для правильной работы должны одновременно регулироваться и t° и влажность. В случаях необходимости резкого увеличения влажности применяется непосредственный выпуск пара. Вентиль для впуска пара соединяется с регулятором влажности. Для определения объема и скоростей циркулирующего в сушилке воздуха необходимо иметь специальные измерительные приборы. Объем воздуха, проходящий через сушилку,



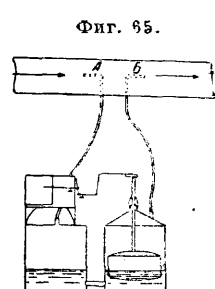
Фиг. 63.

точнее всего можно определить в подводящем и отводящем воздуховоде, т. к. в них бывают скорости, к-рые м. б. отмечены б. или м. точно измерительными приборами. Лучше всего измерять скоростные напоры т р у б к о й П и т о и по ним подсчитывать скорости воздуха. Напоры отсчитываются по тягомеру Креля (фиг. 63) в мм/сек. В сушилке всегда есть неплотности, поэтому объем, проходящий через сушилку, следует принимать равным полусумме объемов входящего и уходящего из сушилки воздуха. Изменение общего объема, циркулирующего в сушилке, может произойти от неправильно поставленных или работающих шиберов (или дротелей) для свежего или выкидываемого воздуха, от случайных засорений или нарушений плотности воздухопроводов и кожухов. Для контроля объема подаваемого в сушилку воздуха могут служить специальные приборы, основанные на принципе создания разности уровней воды в сообщающихся сосудах под влиянием разности давлений разнo поставленных в воздуховоде пневмометрич. трубок. Таких приборов существует значительное число систем. На фиг. 64 и 65 изображен прибор Данилевского.

Он состоит (фиг. 64) из двух металлических цилиндрич. сосудов A , соединенных между собой трубкой B . Сосуды укреплены на общей доске B . Для установки в горизонтальное положение доска снабжена уровнем и установочными винтами. Для наблюдения за уровнями воды сосуды снабжены водоуказательными трубками D . Около дна сосудов установлены спускные краники E , позволяющие слить воду, если

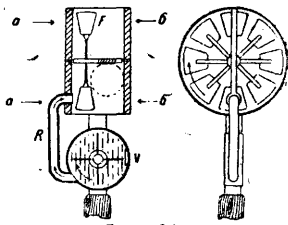


Фиг. 64.



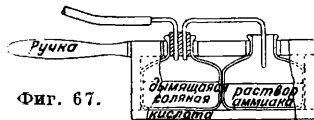
Фиг. 65.

в этом есть надобность. Крышки сосудов снабжены отверстиями и патрубками для присоединения трубок, а в одной из крышек — патрубком $Ж$ для наливания жидкости. Вторая крышка в центре имеет отверстие $Г$ для пропуска стержня, соединенного спустотелым металлич. поплавком $З$ с одной стороны и с регистрирующим механизмом аппарата — с другой. Для достижения достаточной герметичности в отверстии $Г$ сконструировано устройство, состоящее из тонкостенной резиновой трубочки, надетой на муфту, охватывающую отверстие $Г$, с одной стороны и на стержень поплавка — с другой. Трубка эта не мешает движению стержня и в то же время сообщает подвижному соединению достаточную герметичность. Размер трубки д. б. подобран так, чтобы поплавок мог свободно двигаться в пределах изменения перепада давлений, измеряемых в мм вод. ст. Регистрирующий аппарат $И$ представляет собою несколько измененную конструкцию термографа производства Метприбор в Ленинграде. Завод аппарата — недельный. Для ясности приводим схему включения прибора в воздуховод (фиг. 65). Трубка A показывает полный напор в данном сечении воздуховода, а трубка B дает некоторое разрежение. Если установленные трубки соединить с сосудами прибора Данилевского, уровень жидкости в этих сосудах изменится, перемещение уровня приведет в движение поплавок и передастся на перо регистрирующего аппарата. Скорость воздушных токов в камере сушилки редко бывает величина, подаваемой непосредственному измерению. Для измерения ее м. б. применен дифференциальный анемометр (фиг. 66). Верхняя часть анемометра представляет собой анемометр F типа Казели, с осью крылатки, поставленной на рубины, что обеспечивает наибольшую чувствительность анемометра. В нижней части расположена коробка V с маленьким вентилятором внутри, приводимым в движение пружинным заводом. Вентилятор дует воздух по трубке R на крылья колеса анемометра. Вентилятор отрегулирован так, что скорость вращения колеса соответст-



Фиг. 66.

вует скорости воздуха, проходящего через анемометр, 0,5 м/сек. Если измеряемая скорость воздуха направлена против потока воздуха из вентилятора по стрелкам *bb* и равна например 0,3 м/сек, то анемометр покажет отсчет $0,5 - 0,3 = 0,2$ м/сек. Вентилятор преодолевает инерцию и трение всех вращающихся частей и позволяет измерять скорость воздуха в камере в пределах 0,02—0,5 м/сек. Тогда, зная объем воздуха, проходящего через камеру, и оценивая направление и интенсивность (качественную) движения воздуха в камере, получают данные для оценки правильности циркуляции воздуха в сушилке и необходимых участков, где требуются мероприятия для улучшения этой циркуляции. Наиболее распространенным



Фиг. 67.

методом при этом является наблюдение за движением струй дыма, следующих за токами воздуха. Лучшим прибором для этого служит дымарь (фиг. 67), в котором получаются мельчайшие частицы хлористого аммония в виде белого дыма. Следя за направлением и интенсивностью движения струй воздуха в различных участках камеры, можно получить сравнительную оценку циркуляции в разных местах камеры, а при некотором навыке — достаточное для практических целей количественное выражение скорости циркуляции.

В. Кучерук.

Лит.: И в а н о в Г., Расчет естественной циркуляции в сушилах многократного насыщения, М., 1928; К р о т о в Е., Технология дерева, Л., 1929; П о г и н К., Сушка дерева, Л., 1929; П е с о ц к и й А., Сушка дерева в сушилах, Л., 1930; М а к о в е д и й А. и Р о й т м а н Г., Сушка воздухом, дымовыми газами и паром, 2 изд., М., 1925; П р е с с С., Высушивание дерева, М.—Л., 1930; Товароведение, под ред. П. Петрова и Ф. Червятинова, т. 4, М.—Л., 1928; К р ю с В., Америк. способ сушки плодов и овощей, пер. с англ., М.—Л., 1929; Д е б у К., Хранение и переработка продуктов сада и огорода, М.—Л., 1930; Е р м и л о в С., Новые плодовоощные сушилки, М., 1923; П а р о в Е., Сушка картофеля, П., 1923; М и н и о в и ч И., Искусственная сушка дерева, М.—Л., 1931; Л ю б и м о в С., Сушка дерева, М.—Л., 1933; Научно-техн. об-во при Лесотехнической академии, Сушка дерева, М.—Л., 1932; Л ю б я н о в Г., Сушка жерва, М.—Л., 1932; Б а р а н о в А., Сушка тканей, М., 1923; Г и р ш М., Сушка и сушилки, пер. с нем., М., 1929; Р а м з и н Л., Расчет сушилок и I-d-диаграмма, «ИТИ», М., 1927, 1/24; Л у р ь е М., Искусственная сушка дерева, там же, 1926, 9/22; е го же, Сушилка для дерева с побудительным движением воздуха, там же, 1930, 5/28; Б а р а к А., Сушка древесины в вакууме, «Лесопромышленное дело», Москва, 1930, 1; Л у р ь е М., Некоторые типы современных сушилок, «ИТИ», 1925, 7 (9); е го же, Как графически определить относительную влажность воздуха при помощи I-d-диаграммы, там же, 1927, 6 (29); Л ю к о в А. и К о л е с н и к о в А., К вопросу динамики сушки, там же, 1932, 5—6 (75); H i r s c h M., Die Trockentechnik, 2 Aufl., В., 1932; S c h u l e W., Theorie d. Heisslufttrockner, В., 1924; M a r r O., Das Trocknen u. die Trockner, 4 Aufl., Mch.—В., 1923; K o e h l e r A., The Properties a. Uses of Wood, N. Y., 1924; W a g n e r J., Seasoning of Wood, N. Y., 1917; B l a k e E., The Seasoning a. Preservation of Timber, N. Y., 1925; T i e m a n n H., The Kiln Drying of Lumber, 3 ed., Philadelphia, 1920; W a r l i m o n t P., Das künstliche Holz-trocknen, В., 1929; B o n g a r d s H., Feuchtigkeitsmessung, Mch.—В., 1926; B r a n d t O., Künstliche Holz-trocknung mit Abdampf-u. Abgasausnützung in d. Elektro-industrie, Lpz., 1925; T h e l e n R., Kiln Drying Handbook, «Bull. Depart. of Agric.», Wsh., 1928; T u t t l e F., Mathematical Theory of the Drying of Wood, «The Journal of the Franklin Institutes», Philadelphia, 1925, November; T i e m a n n H., Depression of the Wet Bulb for Control of the Dry Kiln, «Hardwood Records», Chicago, 1930, March; T i e m a n n H., Drying Lumber by Means of Superheated Steam a. the Kiln Drying of Softwoods, «Forest Products Laboratory», Madison, 1925; L o u g h b o r o u g h W., Ventilation a. Circulation in a Dry Kiln, «Southern Lumberman», New Orleans, 1930, October; L o u g h b o r o u g h W., Stresses a. Their Relation to Kiln Drying, ibid., 1930, November; K o e h l e r A., P i l l o w M., Effect of High Temperatures on Mode of

Fracture of a Softwood, «Southern Lumberman», New Orleans, 1925, Dec.; P i l l o w M., Effect of High Temperatures on the Mode of Fracture a. Other Properties of a Hardwood, «Wood Working Industries», Samectown—N. Y., 1929, October; T i e m a n n H., The Kiln Drying of Wood Airplanes, «Reports of the National Advisory Committee for Aeronautics», Wsh., 1919, 65; W i l s o n R., The Effect of Kiln Drying on the Strength of Airplane Woods, ibid., Wsh., 1919, 63; Manual for the Inspection of Aircraft Wood a. Glue for the U. S. Navy Department, «Bureau of Aeronautics», Wsh., 1928; L e w i s, «The Journal of Industr. a. Engineering Chemistry», Wsh., 1921, v. 13, 5; S h e r w o o d, ibid., 1929, v. 21, 1.

СУШКА ДЕРЕВА, см. Сушка.

СФАГNUM, с ф а г н о в ы й м о х (*Sphagnum fuscum*, *S. medium*, *S. parvifolium*, *S. Dusenii*, сем. Sphagnaceae), является одним из главнейших торфообразователей. См. Торф.

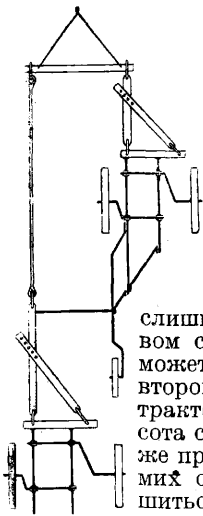
СФЕРОИДАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ, состояние капли жидкости, при достаточно высоких t° не смачивающей твердую поверхность, на которой она находится. Обычно жидкость, находящаяся в С. с., отделена от накаленной поверхности теплоизолирующей пленкой пара; это и обуславливает несмачивание. Благодаря этому же t° капли не достигает точки кипения и капля лишь медленно испаряется, интенсивно двигаясь по поверхности. При охлаждении же твердой поверхности, когда t° опускается ниже некоторого предельного значения t_B (при $t^\circ \leq t_B$), С. с. нарушается, капля растекается по поверхности и, вскипая весьма быстро, испаряется. Такое внезапное испарение при смачивании может служить причиной взрыва паровых котлов при перегревании их стенок (например при отсутствии должного контакта между стенкой и жидкостью из-за наклепобразования); t_B зависит от вещества и строения твердой поверхности и от вещества жидкости. Интересная для теплотехники проблема С. с. является одной из задач физико-химич. явления *смачивания* (см.); t_B всегда выше t_N —тем-ры нормального кипения данной жидкости. С. с. достигается тем легче, чем хуже смачивающая способность данной жидкости, т. е. чем выше ее свободная поверхностная энергия σ на границе «жидкость—пар» (см. *Поверхностное натяжение*). Однако состояние неполного несмачивания (соответствующее капле ртути на стекле, краевой угол $\theta = 120^\circ$) не м. б. названо С. с., т. к. С. с. всегда отвечает полному отсутствию контакта между каплей и твердой поверхностью, т. е. полному несмачиванию ($\theta = 180^\circ$). Нарушение С. с. (т. е. t_B) м. б. определено по происходящему при этом внезапном повышению электропроводности на этой границе «жидкость—твердое тело». Для устранения возможности возникновения С. с. воды, т. е. для повышения t_B , может служить добавление к воде небольших количеств поверхностно-активных веществ, понижающих поверхностное натяжение и улучшающих смачиваемость, т. е. делающих в поверхностном отношении воду аналогичной малополярным органич. жидкостям с низким поверхностным натяжением (углеводородом).

Лит.: Х в о л ь с о н О., Курс физики, т. 3, Берлин, 1923; Г е з е х у с Н., «Ж.» 876, т. 8, стр. 310; В о и г н у, Etudes sur les corps à l'état sphéroïdal, 3 ed., P., 1857; G o s s a r t, «Ann. de Chimie et Physiques», P., 1895, série 7, t. 4, p. 391; B a t d o r f, «The Physica Review», N. Y., 1912, v. 35, p. 217. П. Ребиндер.

СЦЕПКА ТРАКТОРНЫХ МАШИН И ОРУДИЙ.

В зависимости от мощности трактора, с целью использовать по возможности полностью его нормальное тяговое усилие, а также для увеличения его производительности, в с.-х. практике принято прицеплять к трактору одновре-менно несколько машин или орудий. Каж-

дая специально тракторная машина или орудие выдают снабжены правильно рассчитанным заводским *п р и ц е п о м*, при помощи к-рого в случае применения одной лишь машины она присоединяется непосредственно к крюку или тяговой балке трактора. В том же случае, когда требуется прицепить к трактору несколько машин или орудий, необходимо применение специальных промежуточных приспособлений или *с ц е п о к*, конструкции к-рых в зависимости от рода и числа применяемых машин довольно разнообразны. Сцепка присоединяется к трактору посредством имеющегося на ней прицепа, а к ней прицепляют орудия или машины, с которыми трактор должен работать. Правильно сконструированная сцепка д. б. по возможности легка, негромоздка, легко поворачиваться с орудиями на концах загона и вести за собою при полном захвате орудия, не допуская изменения установленного между ними расстояния. При



Фиг. 1.

работе в сцепе нескольких машин или орудий как и при прицепе единичных орудий к трактору, необходимо следить за тем, чтобы линия тяги трактора, проходящая посредине между его ведущими колесами или гусеницами, совпадала бы по возможности с линией тягового сопротивления сцепки с прицепленными к ней орудиями и чтобы сцепление по высоте сцепки с трактором не было

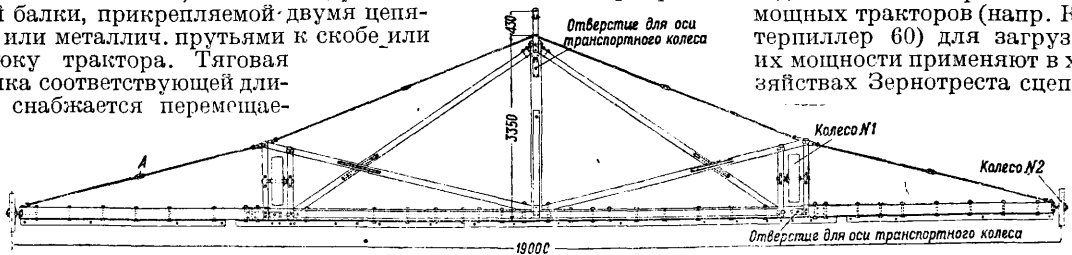
слишком высоко или низко. В первом случае передняя часть сцепки может оказаться приподнятой, а во втором она м. б. придавлена весом трактора к почве. Нормальная высота сцепления д. б. соблюдена также при присоединении к сцепке самих орудий, без чего может ухудшиться их работа, а иногда неправильное сцепление ведет к быстрому износу их частей (в особенности втулок колес и осей) и вообще к деформации прицепляемого орудия.

Сцепка для нескольких плугов, сооружаемая обыкновенно собственными средствами в хозяйстве, состоит из деревянной тяговой балки, прикрепляемой двумя цепями или металлическими прутьями к скобе или крюку трактора. Тяговая балка соответствующей длины снабжается перемещае-

мощными по ней хомутами, к-рые служат как для установки каждого плуга в отдельности, так и в отношении друг друга (фиг. 1). Первый плуг прицепляется непосредственно своим прицепом к ушку хомута балки, второй же — к проволочному канату, прикрепленному ко второму хомуту. Если трактор достаточно мощен, то тем же способом, как и второй плуг, м. б. прицеплен третий. Длина канатов д. б. рассчитана так, чтобы задний плуг не мешал в работе переднему. В общем чем сцепление

короче, тем легче выполняются повороты всей комбинации на концах загона. Нек-рые плугостроительные з-ды для сцепки нескольких плугов снабжают свои плуги металлич. тяговой балкой, прикрепляемой к первому плугу. Сцепка для зубовых и пружинных борон. В виду сравнительно незначительного тягового сопротивления звеньев этих борон для загрузки мощности трактора приходится прицеплять к нему их несколько, что образует довольно широкий захват и соответственно требует довольно длинной тяговой балки. При трех звеньях бороны еще возможно обойтись обыкновенной длиной вагой, отпускаемой заводами. При более мощных тракторах, когда приходится сцеплять большее число звеньев борон и применять более длинную тяговую балку для ее поддержки навесу, по ее концам к ней пристраивают колеса. Специальные заводские сцепы для борон строят обыкновенно из стальных труб, поддерживаемых по концам, а в нек-рых случаях и посредине несколькими колесами. Подобные сцепки снабжаются сзади приспособлениями для прицепа борон и спереди натяжными тросами, соединенными вместе на общем прицепе сцепки.

Сцепки для дисковых борон, культиваторов и сеялок в виду большего тягового сопротивления, оказываемого этими орудиями, строят более солидно, чем предыдущие, в особенности если нужно сцепить более двух-трех машин с одним мощным трактором. Сцепки для двух-трех орудий представляют в общем ту же тяговую балку, как и для зубовых или пружинных борон, поддерживаемую двумя колесами по концам, но понятнее более солидного сечения. При двух орудиях одно из них прицепляется непосредственно своим прицепом к тяговой балке, а другое снабжается одноколесным или двухколесным передком и прицепляется к тяговой балке на нек-ром расстоянии от первого при помощи тяги или дышла, шарнирно прикрепленного к колесному передку. При трех орудиях два крайних прицепляются непосредственно к тяговой балке, а среднее при помощи дышла и передка — на нек-ром расстоянии от крайних. При сцепе двух или более орудий или машин во избежание их расхождения при поворотах они сцепляются еще сзади шарнирными соединениями. С применением мощных тракторов (напр. Катерпиллер 60) для загрузки их мощности применяют в хозяйствах Зернотреста сцепки

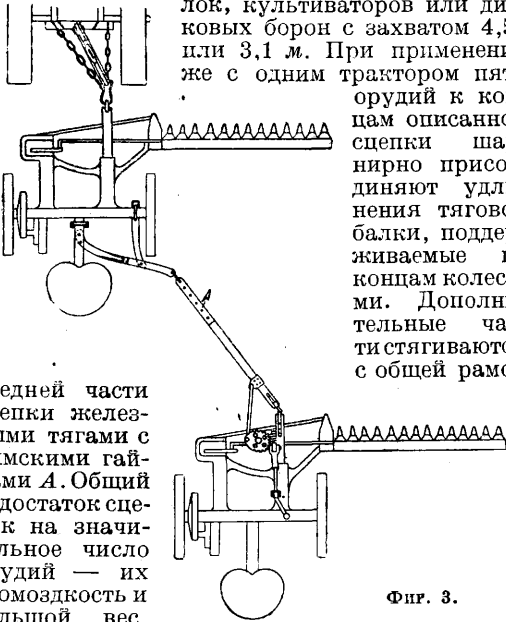


Фиг. 2.

очень широкого захвата, к к-рым прицепляют до 5 рядовых сеялок, каждая с 4 м захватом. Сцепы эти проектированы Зернотрестом и строятся с нек-рыми изменениями нацими союзными з-дами с.-х. машин. Сцепка (фиг. 2) состоит из трех частей, а именно: средней деревянной тяговой балки сечением 15×20 см, поддерживаемой двумя колесами с установленной под прямым углом деревянной тягой, снабженной прицепным приспособлением. Тяга с тяговой балкой для прочности сое-

единены вместе на общем прицепе сцепки.

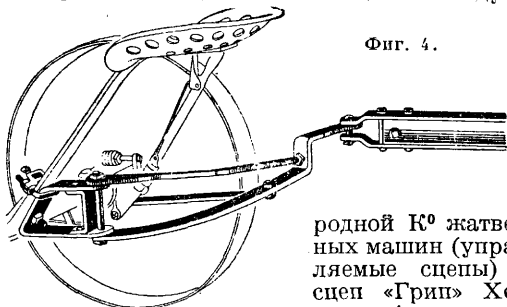
динена системой раскосов, а к тяговой балке во избежание прогиба во всю длину привернуто на болтах угловое железо. Описанная часть сцепки, являясь самостоятельной законченной сцепкой, служит для прицепа к ней трех сеялок, культиваторов или дисковых борон с захватом 4,54 или 3,1 м. При применении же с одним трактором пяти орудий к концам описанной сцепки шарнирно присоединяют удлинения тяговой балки, поддерживаемые по концам колесами. Дополнительные части стягиваются с общей рамой



Фиг. 3.

средней части сцепки железными тягами с римскими гайками А. Общий недостаток сцепок на значительное число орудий — их громоздкость и большой вес, благодаря чему при работе расходуются непроизводительно часть мощности трактора.

Сцепки для уборочных машин (сенокосилок и сноповязалок). Сцепление нескольких косилок и сноповязалок без применения специальных заводских сцепов — задача, довольно трудно разрешимая, т. к. необходимо, чтобы вторая и последующие машины работали при полном захвате пальцевого бруса и на углах поля не оставляли несрезанных мест (о грехов). Конструкции сцепов у з-дов, выпускающих косилки, довольно различны, но все они м. б. подразделены на две категории, а именно: на сцепы, управляемые с сидения каждой косилки или сноповязалки, и сцепы автоматические, не требующие во время работы присутствия человека на сидении машины. В качестве типовых сцепов той и другой категории можно указать на сцепы Междуна-



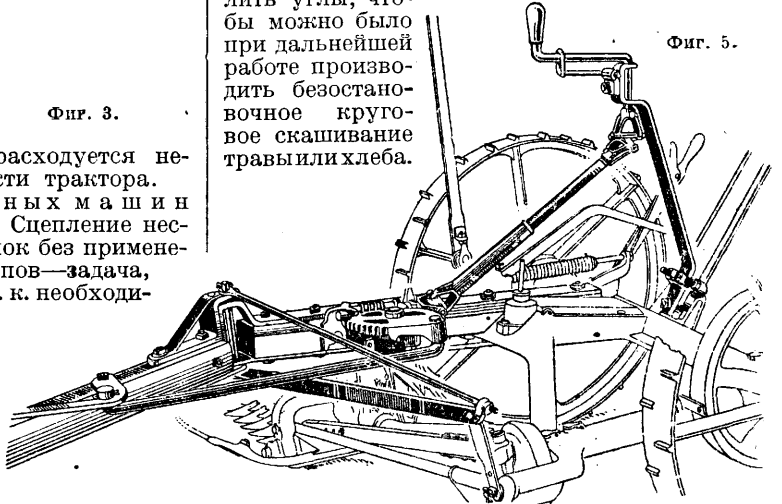
Фиг. 4.

родной К^о жатвенных машин (управляемые сцепы) и сцеп «Грип» Хенсмана (автоматический).

На фиг. 3 представлена схема сцепления двух косилок с трактором. Первая косилка сцеплена непосредственно с крюком трактора обыкновенным коротким дышлом, снабженным соответствующим прицепным при-

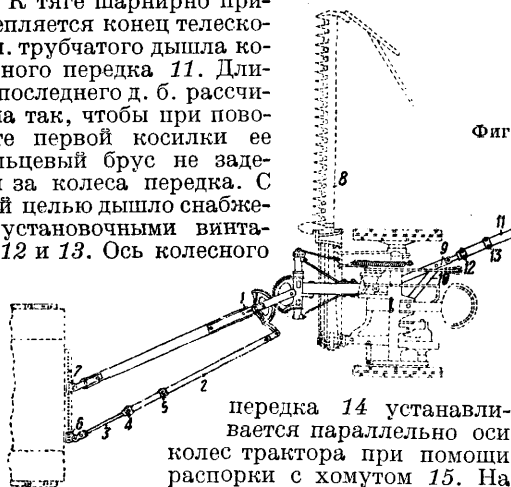
способлением. Тракторист с сидения управляет механизмом первой косилки. Для ее сцепления со второй первая косилка снабжается привертываемым в двух местах к ее оси кронштейном (фиг. 4), при посредстве которого и тяги А (фиг. 3) производится соединение с управляемым прицепом второй косилки. Тяга А имеет несколько отверстий на конце и м. б. укорочена или удлинена соответственно с шириною захвата пальцевого бруса второй косилки. Для направления хода последней и получения полного захвата ее пальцевого бруса она снабжена управляемым прицепом, состоящим из короткого дышла, на к-ром помещен на шпindel зубчатый квадрант, изменяющий свое положение при помощи рукоятки управления и червяка (фиг. 5). При поворотах рукоятки квадрант, будучи соединен стальной тягой с деревянной тягой А (фиг. 3), изменяет угол сцепления короткого дышла второй косилки с тягой, благодаря чему изменяется и ее направление. Несколько соединенных этим способом косилок, понятно, не могут поворачиваться на конце поля под прямым углом, а потому, начиная работу сцепленными вместе косилками, нужно при первом их проходе полого закрутить углы, чтобы можно было при дальнейшей работе производить безостановочное круговое скашивание травы или хлеба.

Фиг. 5.



Прицеп «Грип» Хенсмана. При применении этого сцепа соединенные им сенокосилки или сноповязалки (две, три или больше) без участия человека на машине выполняют за трактором все повороты, не уменьшая установленного захвата пальцевого бруса. На углах поля повороты выполняются почти под прямым углом. Прицеп первой косилки состоит из короткого дышла (фиг. 6) с поперечно прикрепленной к нему короткой трубой с неподвижным зубчатым сегментом, к-рый сцеплен таким же сегментом, но подвижным, на дышле прицепа 1 и трубчатой тяги, шарнирно соединенной с отростком второго сегмента. В противоположном конце трубчатой тяги 2 вставлена штанга 3, служащая для укорачивания или удлинения тяги, закрепленная на месте двумя винтами 4 и 5. Для сцепления косилки с трактором дышло прицепа 1 и его тяга 2 шарнирами 6 и 7 соединяются с тяговой балкой трактора, причем дышло соединяется на нек-ром расстоянии вправо от центральной линии тяги трактора, а тяга — влево на расстоянии, в три раза большем. Телескопич. штанга закрепляется в трубе винтом с тем расчетом, чтобы положение короткого

дышла косилки было параллельно линии тяги, а ее пальцевый брус 8 был вынесен в сторону на расстояние, при к-ром правое ведущее колесо трактора шло бы приблизительно на 30 см от нескошенной травы. На углах поля при повороте трактора направо его тяговая балка изменяет свое положение по отношению к пальцевому брусу косилки и становится к нему под нек-рым углом, благодаря чему шарнир тяги прицепа по отношению к шарниру его дышла заносится вперед, что вызывает натяжение тяги и поворот подвижного сегмента на дышле прицепа. Но т. к. последний находится в сцеплении с неподвижным сегментом косилки, то при повороте он изменяет положение косилки и принуждает ее повернуться на месте, причем пальцевый брус ее заносится назад и принимает положение, параллельное линии несрезанной травы. По окончании поворота трактора механизмы прицепа принимают первоначальное положение, и косилка продолжает работу под прямым углом к скошенному ряду. При сцеплении второй косилки к задней части первой косилки прикрепляется под нек-рым углом тяга 9, удерживаемая в этом положении распоркой 10. К тяге шарнирно прикрепляется конец телескопич. трубчатого дышла колесного передка 11. Длина последнего д. б. рассчитана так, чтобы при повороте первой косилки ее пальцевый брус не задевал за колеса передка. С этой целью дышло снабжено установочными винтами 12 и 13. Ось колесного



передка 14 устанавливается параллельно оси колес трактора при помощи распорки с хомутом 15. На конце дышла прикреплена тяговая балочка 16, удерживаемая под прямым углом к дышлу упоркой 17. Более или менее крутой поворот второй косилки достигается перестановкой конца упорки в отверстиях отливки 18 на тяговой балочке. При желании заставить косилку выполнять поворот более круто тяговая балочка м. б. отклонена слегка назад. Положение ее, указанное на фиг. 6, на практике оказалось при сцеплении нескольких косилок наиболее удачным. Сцепление прицепа второй косилки с тяговой балочкой двухколесного передка производится тем же порядком, как и сцепление первой косилки с тяговой балкой трактора. Короткое дышло прицепа второй косилки д. б. так же параллельно по отношению к линии тяги трактора, как и первой, причем пальцевый брус косилки д. б. также вынесен в сторону настолько, чтобы его внутренний багмак шел по линии среза травы. Третья и четвертая косилки прицепаются тем же способом, что и вторая. При повороте трактора направо и заносе назад пальцевого бруса первой косилки конец дышла двухколесного передка, сцепленного с первой косилкой, перемещается влево, благодаря чему пальцевый брус второй косилки не увеличивает своего

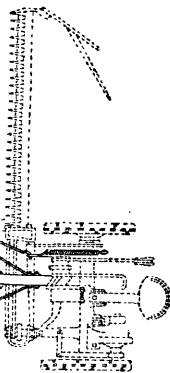
нормального захвата. После того как первая косилка закончила свой поворот и несколько продвинулась вперед, со второй косилкой повторяется то же, что и с первой: при повороте трактора она круто поворачивается, и ее пальцевый брус становится параллельно ряду скошенной травы.

Лит.: Городков С. А. и Шмелев Б. М., Сцепки для тракторных с.-х. орудий, ч. 1, М.—Л., 1930; Шиловский К. П., Справочник по с.-х. тракторному инвентарю, М., 1927; Kraitch F. N., Farm Equipment for Mechanical Power, N. Y., 1923.

К. Шиловский.

СЧЕТНАЯ ЛИНЕЙКА, см. *Логарифмическая линейка*.

СЧЕТНЫЕ МАШИНЫ, машины и аппараты, служащие целям механизации учета. С. м. разделяются на два основных типа: а) приборы и механизмы первой фиксации явлений, подвергающихся учету, напр. счетчики оборотов, работомеры и т. д., устанавливаемые на соответствующих производственных машинах—станках, тракторах и т. д.; б) машины и приборы, применяемые для механизации операций по разра-



ботке учетных данных, т. е. так называемые С. м. в собственном смысле.

Классификация С. м. Основное деление С. м. на группы наиболее целесообразно произвести по способу установки исходных числовых данных для работы машины, так как этот момент определяет в конечном счете и основное назначение и степень автоматизации процесса работы. Исходные числовые данные для установки их на машину берутся обычно со счетного документа, причем для большинства наиболее распространенных машин установка их на машине производится вручную при помощи клавиш, рычажков или других установочных приспособлений самим оператором, к-рый читает документ. Для каждого нового действия машины такая установка исходных данных производится заново. В следующей группе С. м. установка исходных данных производится при помощи промежуточного технич. документа, т. н. перфорационной карточки. Данные со счетного документа переносятся на перфорационную карточку посредством системы пробивок, условно изображающих те или другие числовые показатели, и затем эти карточки пропускаются через машины, к-рые носят название счетно-аналитических. Эти машины автоматически воспринимают, подсчитывают и записывают данные, пробитые на перфокарточках. При этом данные с одних и тех же карточек могут восприниматься повторно в различных разрезах и комбинациях. Процесс работы перфорационным методом обычно состоит из: а) изготовления перфорационных карточек, б) проверки этой работы, в) сортировки этих перфокарточек на группы, г) осуществления ряда подсчетов с получением соответствующих итогов, причем последние два процесса осуществляют-

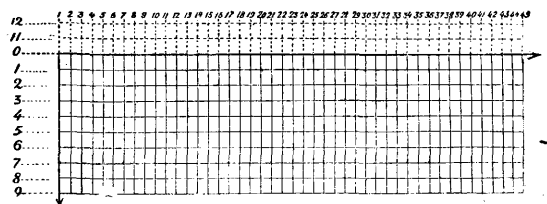
ются совершенно автоматически. Применение для механизма восприятия фотоэлемента позволило построить машину для восприятия данных непосредственно с учетного документа. Такого рода пока единственно известная машина сконструирована в США и применена в фирме Вестингауза для сортировки массовой документации. Эти машины должны составить третью группу вполне автоматич. С. м., работающих методом непосредственного восприятия данных с подлинных учетных документов.

В учетной работе обычно выполняются следующие технич. операции, в к-рых труд м. б. механизирован: а) сортировка счетных документов, т. е. классификация и подбор их по тем группам, по к-рым должна производиться разработка; б) подсчет числа случаев, т. е. одновременно с сортировкой или, реже, в виде отдельной операции определение количества документов, содержащих тот или другой признак; в) всевозможные операции с числами, производные от четырех основных арифметич. действий, которые по характеру работы можно разбить на следующие три группы: 1) процессы сложения и вычитания; 2) вычислительные действия, связанные по преимуществу с применением умножения и деления, и 3) работы комбинированные, при к-рых приходится попеременно производить и вычисление и суммирование. Каждая из существующих в настоящее время С. м. специализирована обычно для выполнения одной какой-либо из перечисленных выше учетных операций. В группу счетных машин, работающих перфорационным методом, входят машины как для сортировки счетного материала, так и для его счетной обработки, заключающейся в суммировании и отчасти сальдировании. В группе же машин с ручной установкой не имеется сортировальных машин. Сортировка документов при работе на этих машинах делается обычно вручную. Отдельные же системы этих машин специализированы: для работы на суммирование и сальдирование, для работ вычислительных и работ комбинированных. Следующим классификационным подразделением для С. м. отдельных групп служит наличие пишущего механизма, способного фиксировать процесс и результаты осуществляемой машиной счетной работы.

Машины, работающие перфорационным методом (счетно-аналитические). Работа перфорационным методом развивается на несколько операций, выполняемых различными машинами. В состав комплекта входят: а) машина для пробивки перфокарт со счетных документов (перфоратор); б) машина для контроля перфорационных карт, что является необходимым, т. к. перфорация, будучи процессом копирования, осуществляемым путем установки данных вручную, неизбежно сопровождается небольшим % ошибок (контрольный аппарат); в) машина для сортировки перфорационных карт в нужных комбинациях и группах (сортировка); г) машина для подсчета сумм и печатания показаний, пробитых на отдельных карточках, а также для фиксации итогов, полученных в результате подсчета (табулятор); д) специальные машины для статистич. работы, образованные путем приспособления к сортировке специальных счетных или счетно-печатющих механизмов, подсчитывающих не числовые показатели, как табулятор, а лишь количество пробивок разных позиций, заключающихся в перфокарточках. Сортировальная и табуляционная маши-

ны являются в отношении своего действия полными автоматами. После соответствующей установки машины в нее вкладываются карточки. Процесс работы осуществляется без всякого участия оператора, к-рый должен только следить за подкладыванием в приемный магазин новых карточек и выемкой карточек, уже прошедших через машину. Эту работу можно выполнять с громадной производительностью, например на сортировальной машине можно распределить за одну смену 80—100 тыс. карточек по одному однозначному признаку или 40—50 тыс. карточек по двузначному признаку и т. д. Табулятор может за смену подсчитать числовые показатели, расположенные в нескольких колонках, на 25—30 тыс. перфокарточек, отпечатав результаты своей работы на широкой бумажной ленте (табуляграмме). Однажды пробитые перфокарточки м. б. использованы для нескольких подсчетов в различных разрезах. Так, в производственном учете, изготовив перфокарточки по каждому рабочему листку, можно сделать все подсчеты по рабочим №№ для выплаты зарплаты, по №№ заказов для калькуляций, по №№ хозрасчетных бригад для получения данных по бригадному хозрасчету и т. д. Способность С. м., работающих перфорационным методом, при сравнительно небольших затратах быстро производить повторные подсчеты в разных разрезах благоприятствует применению этих машин для ведения аналитич. учета при больших массивах документации. Поэтому счетно-аналитич. машины могут широко применяться в производственном учете крупных предприятий, в учете ж.-д. и водного транспорта, в государственной статистике и других областях, где имеют место массовость документации, начиная от 2—3 тыс. первичных документов в день, большие по объему и сложные учетные номенклатуры и необходимость производить учетную обработку одной и той же первичной документации в 3—4 и более разрезах. Счетно-аналитич. машины применяются почти во всех странах мира; наибольшее число установок (4 000 в 1928 г.) имеют США. Особенно важное значение приобретают счетно-аналитич. машины в целях обеспечения технич. базы для построения системы социалистич. учета. На 1932 г. в СССР было лишь 82 комплекта этих машин, обслуживающих государственную статистику, учет транспорта и ряд крупных заводов, но согласно постановлению Правительства д. б. поставлено их производство в СССР.

Перфорационная карточка. Все числовые данные переносятся с документов на



Фиг. 1.

перфокарточку по строго определенной системе пробивок, причем пробивки располагаются по координатной сетке, изображенной на фиг. 1. Карточка по абсциссе разделена на 45 или на 80 отдельных колонок, из которых каждая представляет определенный числовой разряд. По ординате карточка имеет 12 позиций, т. ч.

каждая колонка содержит 10 основных позиций от нуля до 9 и две дополнительные—11-ю и 12-ю. Если какой-нибудь признак д. б. изображен в виде многозначного числа, то для его фиксации на карточке д. б. отведено соответствующее количество колонок (фиг. 2). Для документов, отличающихся числом и построением граф, д. б. построен свой макет перфокарточки, т. е. должно быть строго определено, в каких колонках перфокарточки делаются пробивки тех или иных показателей (фиг. 3). Как видно, карточка разбивается на целый ряд граф, соответствующих графам документа, причем количество колонок, к-рое отводится для каждой графы, д. б. строго рассчитано относительно значности соответствующих показателей. Все справочные обозначения и групповые признаки д. б. до перенесения на перфокарточку предварительно зашифрованы, т. е. изображены в виде цифрового кода. Для обеспечения бесперебойности работы С. м. карточки д. б. стандартны по размеру и толщине. Материал карточек д. б. однообразный, достаточно плотный и эластичный, а поверхность карточек—достаточно упругая и гладкая, так как в противном случае машина будет их заминать. Толщина карточек д. б. равномерной (0,18 мм ± 0,02). Стандартный размер перфокарты для машин Пауэрс и Голлерит является 187,3 × 82,6 мм. Эти карточки могут иметь две системы пробивок; 45-колонная система круглых пробивок одина для машин Голлерит и Пауэрс, что позволяет работать на комбинированных комплектах счетно-аналитич. машин, т. е. иметь перфоратор Пауэрс при сортировке и табуляторе Голлерит, и обратно. Для машин Голлерит специальных моделей применяются еще карточки с 80-колонной системой пробивок посредством удлиненных отверстий. Для машин Голлерит кроме того применимы карточки уменьшенного формата (142,9 × 82,6 мм), рассчитанные соответственно двум системам пробивок на 34 и 60 колонок. За последние годы получили широкое распространение дуальные карточки, служащие одновременно первичным документом, на который записываются все исходные данные, и после пробивки—как перфокарта для обработки на машинах (фиг. 4). Дуальные карты применимы для внутренней документации и в особенности получили распространение в производственном учете (карточки требований на материалы и карточки рабочих нарядов). В отношении контроля, справки и хранения дуальные карточки представляют значительные выгоды по сравнению с обычными. Производство карточек в настоящее время налажено в СССР Гознаком, к-рый обеспечивает имеющиеся установки.

| Сумма | |
|---------|---------|
| Руб. | Коп. |
| 0 0 0 0 | 0 0 0 0 |
| 1 1 1 1 | 1 1 1 1 |
| 2 2 2 2 | 2 2 2 2 |
| 3 3 3 3 | 3 3 3 3 |
| 4 4 4 4 | 4 4 4 4 |
| 5 5 5 5 | 5 5 5 5 |
| 6 6 6 6 | 6 6 6 6 |
| 7 7 7 7 | 7 7 7 7 |
| 8 8 8 8 | 8 8 8 8 |
| 9 9 9 9 | 9 9 9 9 |

Фиг. 2.

Десять тысяч
тысячи
сотни
десятки
единицы
десятки
единицы

перебойности работы С. м. карточки д. б. стандартны по размеру и толщине. Материал карточек д. б. однообразный, достаточно плотный и эластичный, а поверхность карточек—достаточно упругая и гладкая, так как в противном случае машина будет их заминать. Толщина карточек д. б. равномерной (0,18 мм ± 0,02). Стандартный размер перфокарты для машин Пауэрс и Голлерит является 187,3 × 82,6 мм. Эти карточки могут иметь две системы пробивок; 45-колонная система круглых пробивок одина для машин Голлерит и Пауэрс, что позволяет работать на комбинированных комплектах счетно-аналитич. машин, т. е. иметь перфоратор Пауэрс при сортировке и табуляторе Голлерит, и обратно. Для машин Голлерит специальных моделей применяются еще карточки с 80-колонной системой пробивок посредством удлиненных отверстий. Для машин Голлерит кроме того применимы карточки уменьшенного формата (142,9 × 82,6 мм), рассчитанные соответственно двум системам пробивок на 34 и 60 колонок. За последние годы получили широкое распространение дуальные карточки, служащие одновременно первичным документом, на который записываются все исходные данные, и после пробивки—как перфокарта для обработки на машинах (фиг. 4). Дуальные карты применимы для внутренней документации и в особенности получили распространение в производственном учете (карточки требований на материалы и карточки рабочих нарядов). В отношении контроля, справки и хранения дуальные карточки представляют значительные выгоды по сравнению с обычными. Производство карточек в настоящее время налажено в СССР Гознаком, к-рый обеспечивает имеющиеся установки.

| № | Имя | Отдел | № заказа | Групповой и текстовый № документа | № материала | Единица измерения | Количество | Сумма |
|---|---------------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-------------|-------------------|------------|-------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Получающий отдел | 017 | № материала | 438702 | № заказа | 702638 | | |
| 2 | Склад | Групповой и текстовый № документа | Материал | Размер | Количество | Затрачено | Выдано | |
| 3 | 15 | 63217 | Перфорации для вентиляций | 2 × 30 × 10 | 100 | | 100 | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | Подпись кладовщика | Цена материала | Подпись мастера | | | | | |
| 7 | В. Буция | За | Цель за единицу | Итого сумма | П. Казаков | | | |
| 8 | Подпись получающего | Руб. | Коп. | Руб. | Коп. | | | |
| 9 | А. Селиван | шт. | — | 09 | 9 | 23 сентября 1936 | | |

Фиг. 4.

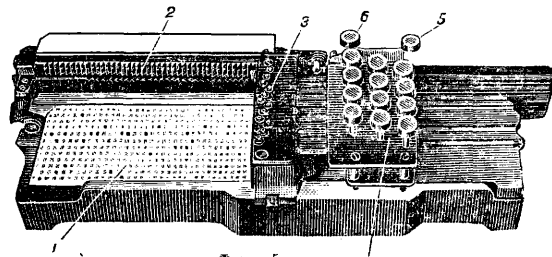
Перфорационные машины имеют следующие разновидности: а) перфораторы для пробивки отдельных карт; б) серийные



Фиг. 3.

перфораторы для пробивки или одних и тех же признаков по целой серии карт или же для пробивки дублетов с имеющимися перфокарточек, в) перфораторы комбинированные, т. е. соединенные механически или электрич. путем

с пишущими или счетно-пишущими машинами т. о., чтобы при изготовлении счетного документа параллельно получалась перфорационная карточка, соответствующая изготовляе-



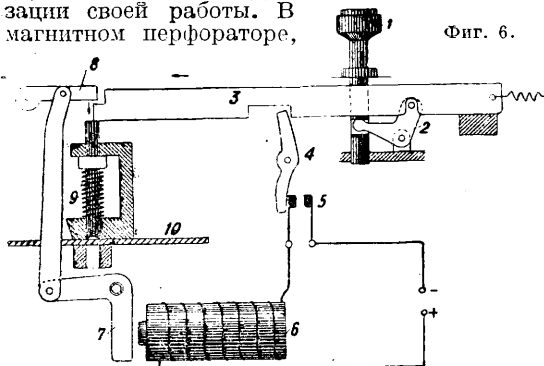
Фиг. 5.

мому документу. По принципу конструкции перфораторы делятся на работающие в один период и в два периода.

Основной системой для однопериодных машин является ручной перфоратор (фиг. 5), в к-ром закладка и выемка перфокарт

производятся по одной вручную. Пробивка осуществляется нажатием на клавишу. Это— небольшая настольная машина с общим числом всех деталей, равным 275, из которых номенклатурных деталей 54. Состоит перфоратор из следующих основных частей: а) станины, имеющей в верхней своей части ложе для помещения карточки 1, которая вкладывается от руки лицевой стороной вверх первыми колонками налево; б) подвижной каретки 2, служащей направляющей рамкой для карточки, к-рая вкладывается, когда каретка находится в своем исходном (крайнем налево) положении. Когда карточка вложена в каретку, последняя движением руки доводится направо до отказа т. о., чтобы первую колонку карточки подвести под ряд пуансонов; в) 12 пуансонов, заключенных в направляющей планке 3 и расположенных поперек карточного ложа приблизительно в середине его. Каждому пуансону соответствует отверстие в матрице, находящейся на одном уровне с карточным ложем; г) число установочной клавиатуры с 12 клавишами 4, причем каждой клавише соответствует свой пуансон, соединенный с ней посредством рычага; нажатие на клавишу заставляет опускаться соответствующий пуансон, к-рый делает в карточке пробивку; д) транспортный механизм каретки, состоящего из заводной пружины, тянущей посредством шестерни каретку налево, двух храповых собачек на станине и сопряженной с ними зубчатой рейки каретки, обеспечивающих пропуск на 1 интервал. Т. о., после того как пробивка сделана и нажатая пальцем клавиша вернулась в исходное положение, каретка под действием заведенной пружины и этого механизма передвигается на 1 деление налево, чтобы под пуансоны подошла следующая колонка карточки. Кроме числоустановочных клавиш имеется еще клавиша однократного пропуска 5, к-рый делается в том случае, когда необходимо пропустить одну или несколько колонок без пробивки, и клавиша освобождения каретки 6, при нажатии на к-рую каретка сразу освобождается и отодвигается налево в исходное положение. В СССР серия ручных перфораторов была выпущена Трестом точной механики в 1929 г. В настоящее время выпуск их временно приостановлен и намечен переход на более усовершенствованные модели.

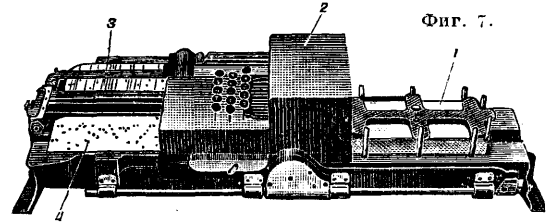
Механические однопериодные перфораторы отличаются от ручного степенью механизации своей работы. В магнитном перфораторе,



Фиг. 6.

схема устройства которого показана на фиг. 6, пробивка производится действием сильного электромагнита. Нажатие на клавишу 1 вызывает одновременно при помощи собачки 2 движение рейки 3 налево и рычагом 4 замыка-

ние контакта 5 пробивного электромагнита 6 (одного для всех клавиш). От притяжения якоря 7 к электромагниту планка 8 нажимает через выдвинувшуюся рейку 9 на пуансон 10, который пробивает карточку 10. Эта машина производительнее ручной и легче в работе. Она тех же размеров, как ручная перфоратор, и работает от постоянного тока 110—120 V. Общее количество деталей в машине 425, деталей по номенклатуре 115. В магнитном моторном перфораторе имеются специальные механизмы—подачи и откладки карточек. Карточки, подлежащие пробивке, вкладываются в магазин, из которого автоматически подаются в машину. Движение



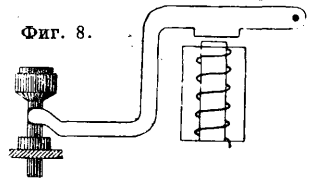
Фиг. 7.

каретки и механизма подачи производится действием небольшого мотора постоянного тока в $\frac{1}{70}$ НР. Откладывание пробитых карточек производится также автоматически. Управление механизмом подачи и откладывания карточек, а также включение и выключение мотора производится посредством двух электромагнитов, действующих автоматически в зависимости от положения каретки. В магнитном дублицирующем моторном перфораторе (фиг. 7) имеется специальное приспособление для автоматической пробивки повторяющихся признаков в части карточки или воспроизведения ее дубликата. На специальное ложе, находящееся за перфоратором, укладывается предварительно пробитая образцовая перфокарточка-шаблон, передвигающаяся при движении каретки вместе с карточкой,

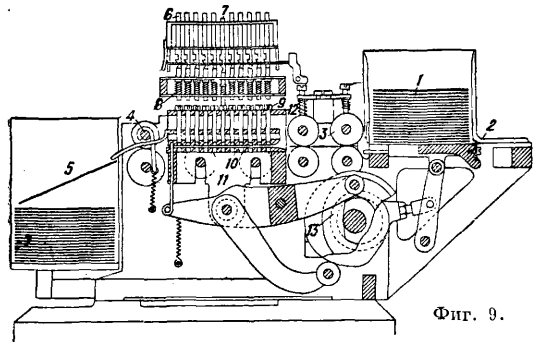
подвергающейся пробивке. Отверстия в карточке-шаблоне воспринимаются посредством 12 поперечно расположенных щеток (под карточкой), которые контактируют с валиком, находящимся над карточкой. Контакты в местах пробивок замыкают цепи электромагнитов, управляющих установочными клавишами (фиг. 8), причем каждая клавиша имеет свой электромагнит. В результате карточка-шаблон воспроизводится автоматически на другой карточке. На фиг. 7 обозначены: 1—магазин для карточек, 2—коробка клавишных магнитов, 3—карточка-шаблон, 4—пробитая карточка. Перфораторы именно этой системы используются для комбинирования с пишущими машинами.

Двухпериодные перфораторы для отдельных карт отличаются от однопериодных в основном тем, что пробивка отверстий в карточке производится не одновременно с нажимом на клавиши, а сначала в качестве отдельной операции производится набор всех признаков, подлежащих перепису с документа на карточку, после чего в порядке 2-го периода производится пробивка самих отверстий. Конструкция этих перфораторов по срав-

Фиг. 8.



нению с однопериодными значительно сложнее, т. к. если в последних количество пуансонов должно ограничиваться 12, то в двухпериодных их число д. б. равным количеству всех возможных пробивок на сетке карточки, т. е. для 45-колонной карточки д. б. 540 пуансонов. Двухпериодный перфоратор построен наподобие небольшого эксцентрикового прессы, матрица которого представляет собою решетку с круглыми отверстиями по диаметру пуансонов. Работают только те пуансоны, которые установлены в действующее положение посредством установочных штифтов в наборном приспособлении, находящемся над механизмом штампа. Подача карточек в машину и отклады-

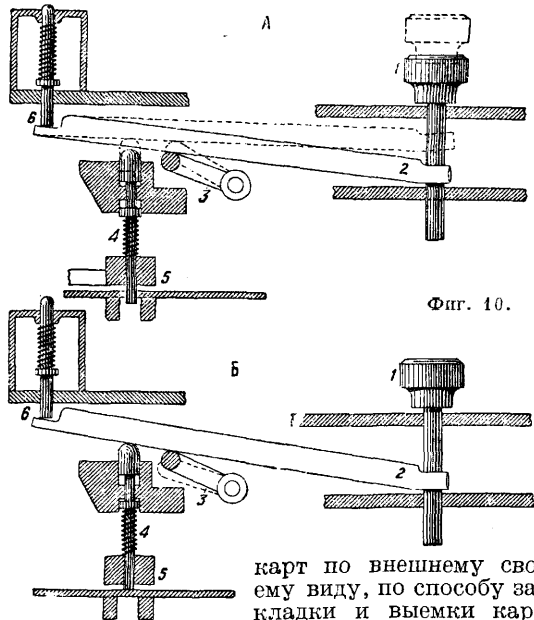


Фиг. 9.

вание пробитых карт производится механически, для чего имеются два магазина—один спереди для непробитых карт и другой сзади машины для карт пробитых. Механизм машины приводится в действие мотором в $\frac{1}{6}$ НР. Набор чисел, подлежащих пробивке, производится посредством клавиатуры, соединенной с наборным приспособлением посредством стальных проволок, заключенных в гибкой оболочке. На фиг. 9 показана схема двухпериодного перфоратора, где 1—магазин для непробитых карт, 2—подающий нож, 3—ролики, подающие карточку, 4—выводящие ролики, 5—магазин для пробитых карт, 6—установочные штифты наборного ящика, 7—установочный штифт в рабочем положении, 8—промежуточные штифты, 9—пуансоны, 10—матрица, 11—подвижная коробка с матрицей, 12—направляющая неподвижная решетка, 13—эксцентрик прессы. Особенностью двухпериодных перфораторов является то, что на них легко можно производить повторную пробивку одних и тех же признаков. Если в наборном приспособлении по тем или другим колонкам оставить прежний набор, не погасив его, то на следующей карточке механически получится повторение предыдущих пробивок. Этим же способом можно также пробить целую серию карточек одними и теми же пробивками. Двухпериодные перфораторы изготовляются в виде клавишных автоматич. перфораторов, линейных автоматич. перфораторов, в которых набор делается посредством 45 реек вместо клавиш, и алфавитных автоматич. перфораторов, приспособленных для производства комбинированных пробивок, воспроизводимых затем на алфавитном табуляторе в качестве буквенного текста. Клавиатура этого перфоратора аналогична клавиатуре пишущих машин. Двухпериодные перфораторы значительно сложнее и дороже, чем перфораторы однопериодные, имеют до 3 300 деталей, номенклатурных—свыше 200. Опытный оператор, работающий на перфораторе с клавишной установ-

кой, не глядя на клавиатуру, делает 200—240 ударов в минуту; норма в смену 40—45 тысяч ударов, что в среднем соответствует пробивке 1 000—1 200 перфокарт (45-колонного макета) в течение рабочего дня.

Контрольные аппараты применяются для проверки правильности пробивки карт, т. к. перфорация, представляя собою по существу процесс ручной работы, неизбежно влечет нек-рое количество ошибок, колеблющееся у самого опытного оператора от 0,01 до 0,05 % к числу пробивок. Контрольные аппараты являются по внешнему виду и основным частям механизма теми же перфораторами, в которые вместо чистых карточек закладываются уже перфорированные и при помощи клавиатуры осуществляется с документов повторный набор тех же самых признаков. В случае совпадения этого набора с пробивками, ранее сделанными в перфокарточке, каретка нормально продвигается из колонки в колонку. В том случае, когда установка клавиш контрольного аппарата дает другую цифру, каретка застопоривается, и этим указывается на расхождение между первоначально сделанными пробивками и последующей установкой. Контрольный аппарат механической конструкции и с ручной закладкой и выемкой

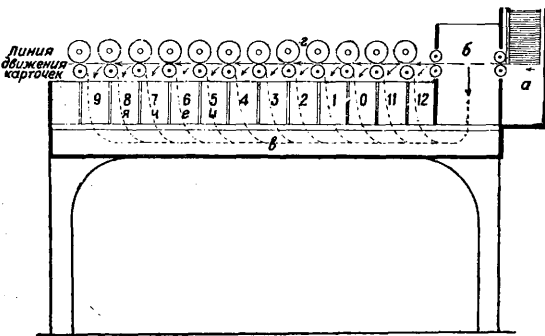


Фиг. 10.

карт по внешнему своему виду, по способу закладки и выемки карт и устройству клавиатуры совершенно подобен обыкновенному ручному перфоратору, с той разницей, что вместо пуансонов он имеет 12 пружинящихся штифтов, соединенных рычагами с клавишами. При наборе признаков в том случае, когда имеется совпадение номера нажатой клавиши с предварительно сделанной пробивкой (фиг. 10, А), т. е. когда штифт, опускаясь, проходит через отверстие, клавиатурный рычаг работает как рычаг второго рода и нажимает поперечную планку транспортного механизма, в силу чего каретка передвигается на следующую колонку. Тогда, когда по данной колонке нажата клавиша номера, не соответствующего пробивке, штифт упирается в материал карточки (фиг. 10, Б), клавиатурный рычаг действует как рычаг первого рода, т. к. его упор с левой стороны пру-

жинит. При этом рычаг несколько меньше опустит поперечную планку транспортного механизма, в силу чего каретка застопоривается. На фиг. 10 показано: 1—клавиша, 2—клавирный рычаг, 3—поперечная планка транспортного механизма, 4—контрольный штифт, 5—перфокарта и 6—пружинный упор. При такой конструкции возможно уловить только присутствие в карточке всех необходимых пробивок, лишних пробивок аппарат не улавливает. Также он не может проверить двойных пробивок, т. к. достаточно пройти одному штифту через отверстие, чтобы обеспечить продвижение каретки на следующую колонку. Ручной контрольный аппарат выпущен в 1929/30 году Трестом точной механики. В контрольном аппарате электрической конструкции и материал карточки используется как изоляция между контактными роликами и щетками. В том случае, когда щетка пришла в соприкосновение с валиком через пробивку в карточке, замыкается соответствующая ей электрич. цепь. При нажатии на клавишу замыкается другая цепь, причем если цепь через пробивку в карточке соответствует номеру нажатой клавиши, то каретка передвигается вместе с карточкой на следующую колонку. Если контакт через пробивку не соответствует нажатой клавише и эти две цепи не совпадают, то каретка застопоривается. Это обстоятельство указывает на необходимость сличения карточки с оригиналом. Аппарат электрич. конструкции обеспечивает в максимальной степени проверку карточек, т. к. устанавливается наличие не только всех необходимых пробивок, но также проверяется, нет ли лишних двойных пробивок. Производительность контрольных аппаратов примерно соответствует таковой аналогичных им перфораторов.

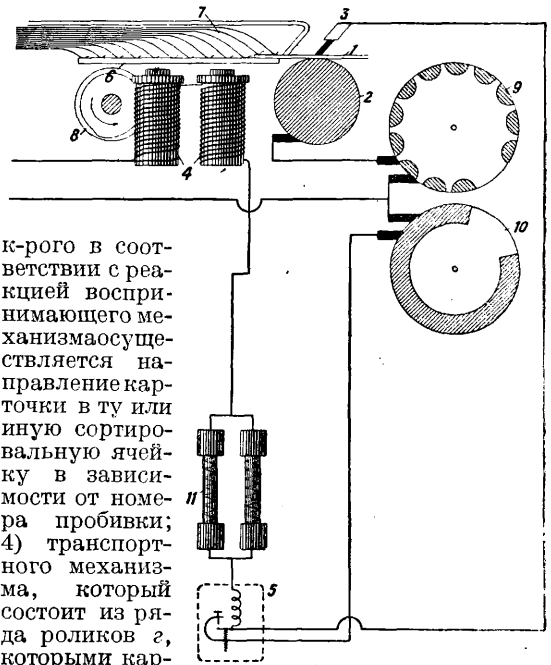
С о р т и р о в а л ь н ы е м а ш и н ы. Посредством однократного пропуска карточек через сортировальную машину можно распределить их на группы на основе пробивок только одной колонки. Для сортировки по многозначному признаку, занимающему несколько коло-



Фиг. 11.

нок в перфокарточке, требуется столько повторных пропусков через машину, сколько разрядов содержит данный признак. При каждом пропуске карточки м. б. распределены не более чем на 12 групп по числу возможных позиций пробивок в одной колонке, в соответствии с чем сортировальные машины имеют 12 отдельных ячеек. В каждую ячейку попадают карточки, имеющие одинаковые пробивки по данной колонке; 13-я ячейка предназначена для непробитых или дефектных карточек. Всякая сортировальная машина состоит из сле-

дующих основных механизмов (фиг. 11): 1) приемного магазина для карточек, подлежащих сортировке, и механизма подачи *a*, состоящего из подающего ножа и вращающихся роликов, проводящих карточку через механизм восприятия; 2) воспринимающего механизма *b*, к-рый устанавливается на определенную колонку карточки и реагирует на пробивку в той или иной позиции этой колонки; 3) распределительного, или сортировального, механизма *c*, помощью

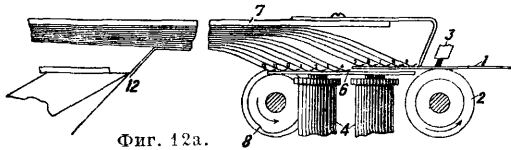


Фиг. 12.

машины, прежде чем попасть в ту или другую сортировальную ячейку, и 5) сортировальных ячеек числом 13, как указывалось выше. Все современные сортировальные машины имеют горизонтальное движение карточек и расположение сортировальных ячеек.

В сортировальных машинах электрической конструкции из приемного магазина карточки поступают в механизм восприятия со скоростью ок. 7 шт. в ск. с интервалом в 19 мм между карточками. Карточки 1 (фиг. 12) проходят непрерывно через воспринимающий механизм, скользя между контактным медным валиком 2 вниз и сортирующей щеткой 3 (пучок стальной проволоки, заключенной в медную трубочку). Щетка эта наставляется на ту колонку, по к-рой желательнее произвести сортировку. Между сортирующей щеткой и контактным валиком в месте пробивки образуется мгновенный контакт, замыкающий цепь сортирующего электромагнита 4. Посредством реле 5, включенного в эту линию, цепь замыкается на все время прохождения одной карточки. Сортирующий механизм состоит из якоря электромагнита 6 и направляющих шин 7 из ленточной пружинной стали, расположенных одна над другой так, что каждые 2 шины дают направление для карточки к ячейке соответствующего номера. Кончики шин лежат на якоре электромагнита и немного загнуты вверх, т. ч. при отсутствии контакта карточка, скользя по поверхности якоря и не получив направ-

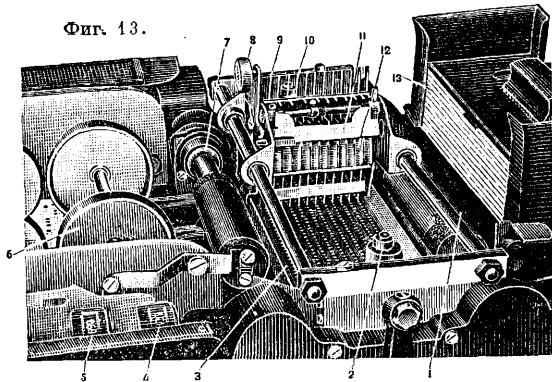
ления между шинами, пройдет под ними и попадет в ячейку для непробитых карт. В момент контакта (фиг. 12а) якорь опускается, притянутый электромагнитом. Те направляющие концы шин, под к-рыми карточка успела уже пройти, задерживаются на ее поверхности, остальные же опускаются вместе с якорем, и карточка скользит над ближайшей шиной, попадая в соответствующую ячейку. В виду того что расстояние между концами шин точно равно расстоянию между позициями карточных пробивок, место пробивки (9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0, 11,



Фиг. 12а.

12) определяет попадание карточки в ячейку соответствующего номера. На тот случай, если под влиянием остаточного магнетизма после прохода карточки и размыкания цепи якорь прилипнет к сердечнику магнита, имеется кулачок 8, отрывающий якорь. Для управления машиной, в смысле включения и выключения отдельных позиций, в линию восприятия последовательно включаются распределитель тока — вращающийся коммутатор 9, имеющий 12 контактных позиций, из к-рых каждая м. б. включена и выключена передвижением специальных контактных пластин. Этим определяются включение и выключение соответствующих ячеек сортировки. 10 — коммутатор для замыкания цепи на все время прохождения карточки, 11 — сопротивление, 12 — сортировочная ячейка. Транспортный механизм состоит из 14 пар роликов, вращающихся от общего вала с червячной передачей, идущей вдоль всей длины машины. 13 ячей машины расположены в следующем порядке по ходу карточки: ячейка для непробитых карт, 12, 11, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Машина приводится в действие мотором постоянного тока в $\frac{1}{4}$ HP, 110 V. Машина пускается в ход нажатием на пусковую клавишу и беспрепятственно работает при наличии карточек, к-рые подкладываются во время хода. Останавливается сортировка при проходе последней карточки

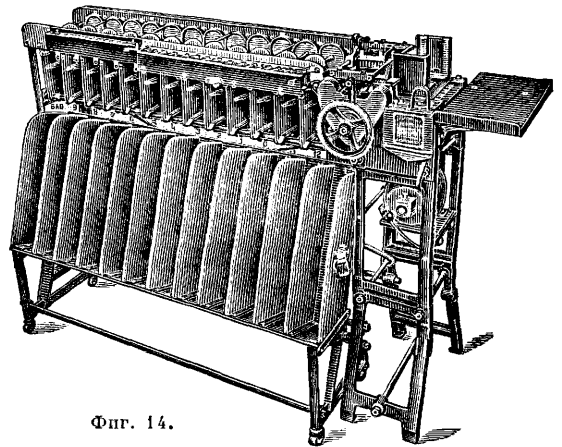
Фиг. 13.



через механизм восприятия, при нажатии на остановочную кнопку или при переполнении ячейки. Пропускная способность машины до 24 000 карточек в час.

Воспринимающий механизм сортировальной машины механической конструкции и (фиг. 13) состоит из каретки, движущейся вверх и вниз по направляющим штокам. На

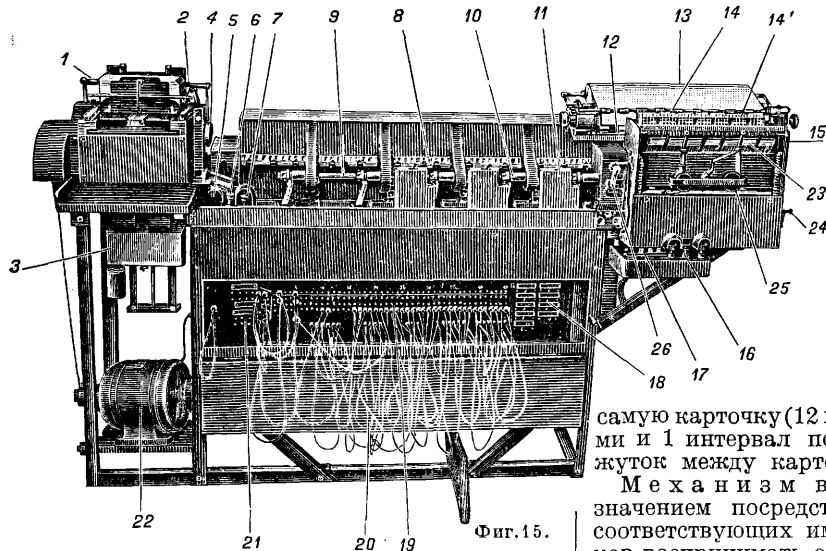
этой каретке имеется игольчатый механизм с 12 пружинящими иглами; снизу под двумя решетками, между к-рыми проходит карточка, иглам соответствуют 12 металлич. колпачков, из которых каждый имеет своим продолжением стальную проволоку, заключенную в гибкой металлич. обмотке. Карточки из магазина подаются по одной, поступая между решетками воспринимающего механизма, в котором задерживаются при помощи гильотины, совершающей движение вверх и вниз вместе с кареткой воспринимающего механизма. На определенной колонке карточки в зависимости от установки опускаются сортировальные иглы. Те иглы, к-рые встретили препятствия в виде материала карточек, поднимаются; та же игла, которая прошла через пробивку, механически закрепляется поперечной планкой и нажимает на соответствующий ей колпачок. Стальная проволока выдвигает палец, который поднимает собачку в распределительном механизме,



Фиг. 14.

благодаря чему поднимается соответствующий клапан сортировальной ячейки как-раз в тот момент, когда карточка, двигаясь под транспортными роликами, к ней подходит. Обозначения на фиг. 13: 1 — первая пара ведущих роликов, 2 — направляющие стержни движения сортирующей каретки, 3 — решетка, 4 — счетчик общего итога, 5 — счетчик частного итога, 6 — транспортные ролики, 7 — вторая пара ведущих роликов, 8 — рукоятка установки игольчатого механизма, 9 — иголки, не встретившие пробивки, 10 — иголка, прошедшая через пробивку, 11 — закрепляющая пластинка, 12 — пружины иголок, 13 — магазин карточек. Распределительный механизм, состоящий из вала с 12 дисками, соответствующими каждой ячейке, на которых закреплены собачки, поднимающие клапаны, введен в машину для того, чтобы клапан открывался не сразу в момент восприятия карточки, а несколько спустя, пока карточка не подойдет к данной ячее. В сортировке механической конструкции движение карточек является преимущественным, в силу чего происходит значительная потеря времени. Чтобы достичь достаточной пропускной способности — до 18—20 тыс. в час, — приходится давать весьма значительные скорости, предельные в отношении деформации карточек. К положительным свойствам этих сортировок следует отнести надежность действия, к отрицательным — значительный шум при работе. На фиг. 14 дан общий вид сортировальной машины фирмы Пауерс.

Табуляторы электрической конструкции. Основной принцип устройства этих машин сводится к тому, что перфокарточки проходят между контактным валиком и системой щеток, которых имеется по количеству колонок. В местах пробивки происходит контакт. Этот контакт определяет как счетное, так и печатающее действие машин, замыкая линии соответствующих электромагнитов. В целях установления довольно сложного действия отдельных электрич. цепей введена целая система взаимодействующих реле. С другой стороны, для того чтобы электрич. действие машины могло совершаться совершенно синхронно по отношению к движущимся частям ее механизма, в машину введена система т. н. кулачковых контактов, которые в определенных положениях машины замыкают и размыкают отвечающие движению машины электрические цепи. Табуляторы сист. Голлерит выпускаются в двух моделях: печатающие со специальным пишущим прибором, к-рый печатает на табуляграмме все данные, касающиеся процесса и результатов счетной работы машины, и непе-



Фиг. 15.

читающие, в к-рых показания видимых счетчиков фиксируются оператором от руки на заранее заготовленной таблице. Последний тип в настоящее время повсеместно вытесняется моделями, имеющими печатающий механизм. Современный печатающий табулятор представляет собою т. о. весьма сложную машину с электромагнитным управлением. Механич. часть этой машины содержит ок. 1 200 номенклатурных деталей, общее количество к-рых в силу повторяемости ряда агрегатов доходит до 12 000. Электрич. оборудование машины состоит из двух моторов постоянного тока в $\frac{1}{6}$ HP (из к-рых один приводит в действие основной механизм машины—счетно-печатающий, другой же обслуживает итово-гасительный механизм), 12 реле, 125 пар катушек электромагнитов, 85 контактов разного рода, 133 сопротивления. Общий вид табулятора Голлерит представлен на фиг. 15, где обозначены: 1—карточный магазин, 2—подающий нож, 3—приемник для отработанных карт, 4—указатель положения машины, 5—пусковая кнопка, 6—остановочная кнопка, 7—гасительная кнопка, 8—счетчики, 9—гасительный вал, 10—гасительные муфты,

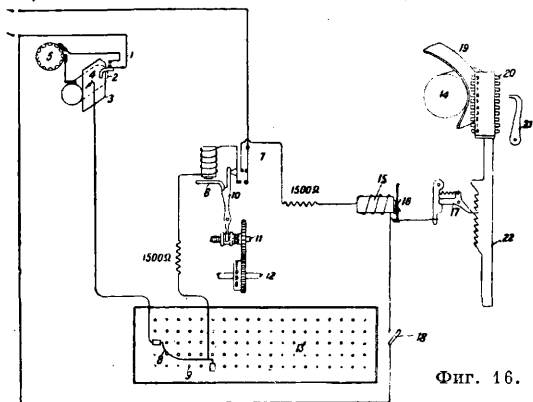
11—приборы магнитного гашения, 12—каретка, 13—табуляграмма, 14—2 секции, только печатающие, 14'—5 печатающих секций счетчиков, 15—печатающий механизм, 16—правый комплект кнопок управления, 17—выключатели нарастающих итогов и автоматич. пуска, 18—выключатели: печатания счетчиков, включения контроля итогов, автоматич. гашения и печатания итогов, 19—коммутационная доска, 20—коммутационные шнуры, 21—коммутационные гнезда контрольного аппарата, 22—главный мотор, 23—зажимы собачек выключения молотков, 24—ручка для усиления удара молотков, 25—катушки ленты, 26—главный переключающий рычаг (итоговая или печатная работа).

В приемный магазин табулятора закладывается одновременно до 800 перфокарточек. Механизм подачи состоит из подающего ножа, совершающего равномерное движение вверх и вниз и подводящего карточки по одной к воспринимающему механизму, и транспортирующих роликов, посредством к-рых карточки проводятся по двум рядам воспринимающих щеток, после чего посредством специального укладоч-

ного барабана-грейфера они откладываются в магазин для отработанных карт. Карточки движутся в этом механизме сверху вниз, девятками вперед, непрерывно и совершенно синхронно с работой всего механизма машины, в связи с чем свободный интервал между карточками есть величина постоянная и равняется $\frac{1}{13}$ ее поперечного размера. Т. о. весь цикл работы машины м. б. определен в 14 интервалов, из к-рых 13 падают на самую карточку (12 интервалов между позициями и 1 интервал поля), 14-й же—на промежуток между карточками.

Механизм восприятия имеет значением посредством двух рядов щеток и соответствующих им двух рядов контактных валиков воспринимать одновременно две карточки, из к-рых одна находится под верхними щетками, а другая—в той же позиции под нижними. Этот механизм воспринимает карточки в двух позициях: 1) чтобы показания на карточках могли фиксироваться на счетчиках и печататься на табуляграмме и 2) чтобы воспринимаемая показания по отдельным колонкам одновременно по верхним и нижним щеткам в двух карточках, обнаруживать расхождения в пробивках, что будет служить сигналом об изменении групп, на к-рые карточки были предварительно рассортированы. В конечном счете в результате такого расхождения произойдет автоматич. остановка главного мотора и действие второго гасительного мотора для печатания итогов и гашения счетчиков. Поэтому верхние щетки воспринимающего механизма носят название контрольных. Задача их—параллельным действием с нижним рядом обнаруживать изменения групп, давая сигнал для дачи итога. Нижний же ряд щеток имеет основным назначением воспринимать показания карточек для подсчета и печатания. Каждая воспринимающая щетка состоит из пучка тонкой стальной проволоки, заключенного в трубочку (держа-

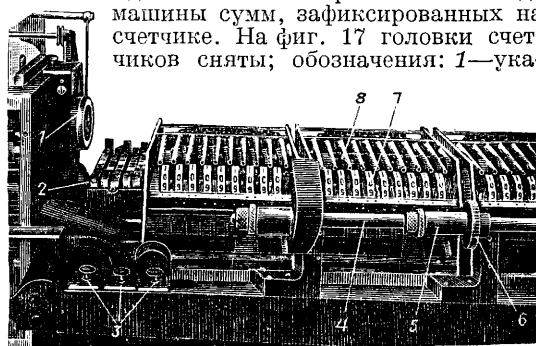
тель), как в сортировальной машине, с той лишь разницей, что такая щетка имеется уже не одна, а по числу колонок карточки. Воспринимающие щетки не имеют постоянного соединения со счетно-пишущим механизмом, а для удобства оперативной работы любые щетки могут коммутироваться с разными счетчиками по мере надобности или же соединяться с аппаратом контроля итогов. Для этого каждая щетка верхнего и нижнего рядов посредством провода выведена на специальную коммутационную доску, где каждой верхней щетке соответствует по одному, а нижним по три параллельно соединенных штепсельных гнезда. Счетный механизм машины состоит из 5 горизонтально расположенных электромагнитных счетчиков, приводящихся в движение от общего главного вала машины. Каждый счетчик имеет сцепление с ним посредством шестерни. Эти счетчики могут воспринимать числа до 8 знаков и кроме того имеют еще один запасный девятый разряд для накопления итога. Назначение счетчиков состоит в накапливании на видимых цифровых колесах итогов путем суммирования показаний пробивок, воспринятых щетками с перфокарт. Кроме того каждый счетчик путем системы двойных контактов определяет действие соединенного с ним печатающего механизма как при печатании на табуляграмме отдельных показаний карточек, так и при печатании итогов. Каждый разряд счетчика выведен на коммутационно-распределительную доску, на к-рой имеет свое штепсельное гнездо. Схема электрич. цепей и механизм счета и печатания показана на фиг. 16, где 1—цепь счетного механизма, 2—подающий валик, 3—перфокарта, 4—щетка, 5—вращающийся коммутатор, 6—электромагнит счетчика, 7—переключатель цепей счетного и печатающего механизмов, 8—штепсельное гнездо щетки, 9—гнездо



Фиг. 16.

счетчика, 10—переключающий рычаг счетного колеса, 11—непрерывно вращающийся главный вал, 12—цифровое колесо, 13—коммутационно-распределительная доска, 14—валик каретки печатающего механизма, 15—электромагнит печатающего механизма, 16—его якорь, 17—собачка, 18—выключатель, 19—табуляграмма, 20—литеры, 21—молоточек, 22—печатающий сектор. Для того чтобы заставить счетчик работать, его надо соединить по соответствующим разрядам со штепсельными гнездами нижних щеток, что делается посредством коммутационных шнуров, аналогичных таковым же в телефонных коммутаторах. Каждый счетчик (фиг. 17) состоит из двух частей—основания и головки. Основание—самый счетчик—

осуществляет основную работу по накоплению на цифровых колесах суммы показаний тех колонок перфокарт, с к-рыми он соединен посредством коммутационных шнуров, и по передаче контакта на соответствующую ему печатающую секцию для печатания отдельных показаний. Работа же головки счетчика заключается в выполнении одной специальной функции—дачи контактов для печатания при итоговом ходе

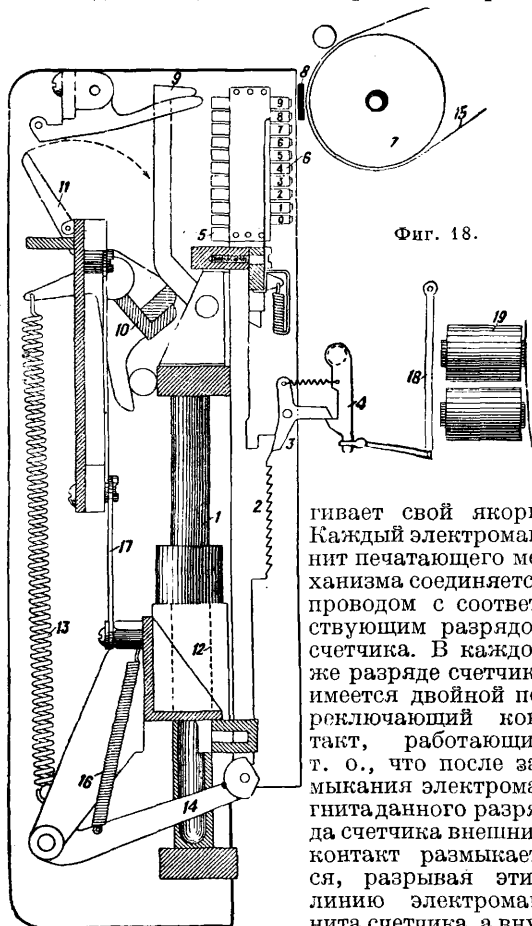


Фиг. 17.

затель положения машины, 2—кулачковые контакты, 3—кнопки управления, 4—газительный вал, 5—газительная муфта, 6—газительная шестерня, 7—цифровые колеса, 8—сперные шестерни. Каждый счетчик является совершенно обособленным механизмом и работает независимо от других счетчиков. Снятие одного или нескольких счетчиков не мешает работе других. Ведущий механизм счетчика находится в непрерывном движении, синхронном с прохождением карточек под воспринимающими щетками. Когда щетка, с которой соединен данный разряд счетчика, нащупала пробивку в карточке, происходит контакт между щеткой и контактным валиком. Этим контактом замыкается линия электромагнита данного счетного разряда счетчика (фиг. 16), якорь притягивается к сердечнику электромагнита. Происходит освобождение переключающегося рычага, к-рый своим движением производит сцепление муфты, имеющей постоянное вращение от ведущего механизма, с цифровым колесом счетчика через посредство передаточной шестерни. Т. о. с момента контакта начинается движение цифрового колеса, к-рое продолжается до тех пор, пока карточка не перешла несколько за нулевое положение. В этот момент происходит нормализация счетчика, ведущий механизм расцепляется с цифровым колесом и движение последнего прекращается. Т. к. карточка идет девятками вниз, то естественно, что цифровое колесо повернется на то количество позиций, к-рое соответствует номеру пробивки. При девятой пробивке цифровое колесо счетчика будет вращаться, пока карточка пройдет от 9 до нуля, т. е. повернется на 9 позиций.

Печатающий механизм имеет своим назначением печатать на табуляграмме или отдельных таблицах при помощи печатающих секторов и молоточков как показания отдельных карточек, так и накопленные на счетчиках итоги. Печатающий механизм имеет 2 секции по 10 знаков в каждой, предназначенные для печатания только справочных и группировочных обозначений. Эти секции не связаны со счетчиками. Остальные 5 секций печатающего механизма соответствуют каждой своему счетчику и имеют по 9 знаков соответственно общему числу разрядов

счетчика. Машина может работать в двух вариантах: или только для печатания одних итогов или для печатания как показаний отдельных карточек, так и итогов, причем в первом случае скорость машины вдвое больше (150 и 75 ходов в мин.). Каждому печатающему сектору соответствуют свой электромагнит и запирающее сектор приспособление, к-рое приводится в действие, когда электромагнит притя-



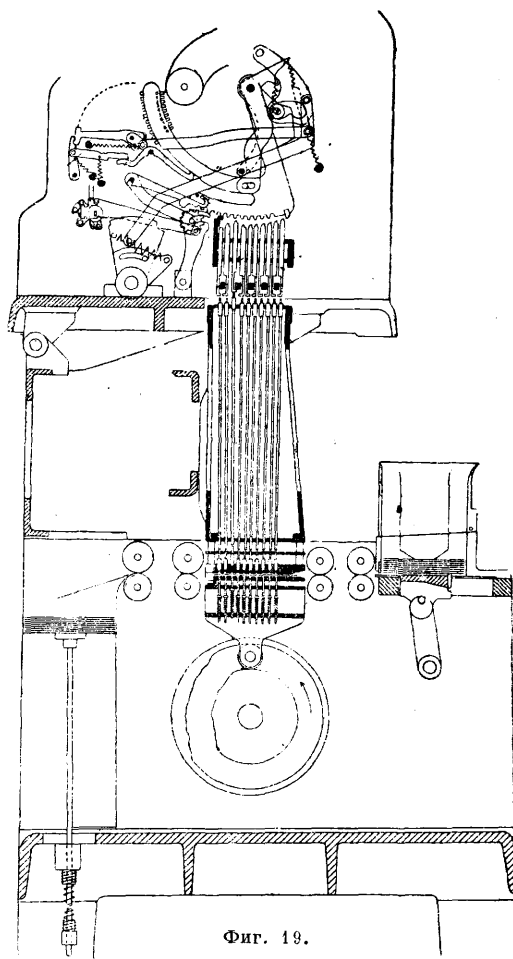
Фиг. 18.

гивает свой якорь. Каждый электромагнит печатающего механизма соединяется проводом с соответствующим разрядом счетчика. В каждом же разряде счетчика имеется двойной переключающий контакт, работающий т. о., что после замыкания электромагнита данного разряда счетчика внешний контакт замыкается, разрывая этим линию электромагнита счетчика, а вну-

тренний — замыкает линию печатающего магнита (фиг. 16). Последний притягивает свой якорь, освобождает защелку, к-рая останавливает печатающий сектор на определенной позиции. На фиг. 18 дана схема устройства печатающего механизма: 1—направляющий стержень рамы секторов, 2—печатающий сектор, 3—запирающая собачка, 4—защелка, 5—холостой биток, 6—цифровые литеры, 7—валик каретки, 8—лента, 9—молоточек, 10—ударник молотков, 11—упор для выключения молотков, 12—рама, поднимающая секторы, 13—пружина ударника, 14—поддерживающий секторный рычаг, 15—табулиграмма, 16—пружина печатающего сектора, 17—поводок ленточного механизма, 18—якорь, 19—печатающий электромагнит. Литеры расположены т. о., что девятка находится наверху карточки, а ноль внизу. При каждом же ходе карточки все секторы поднимаются синхронно с прохождением карточки под щечками, т. е., когда карточка стоит на девятой позиции, сектор стоит также около девятой позиции, т. е. девятой литерой немного не доходя до линии печатания. Таким обра-

зом после контакта сектор всегда останавливается на той позиции, к-рая соответствует номеру пробивки карточки.

Итого-гасительный механизм приводит в движение печатающий механизм для фиксации итогов, накапливаемых на счетчиках, и приводит к нулю цифровые колеса счетчиков. Каждый счетчик посредством установки гасительной муфты можно гасить: при каждом частном итоге, при общем итоге, вовсе не гасить до окончания всей работы. Итого-гасительный механизм действует только тогда, когда основной механизм останавливается. Он имеет свой собственный гасительный мотор, причем совместная работа главного и гасительного моторов не допускается, что обеспечено рядом контрольных устройств. При помощи механизма контроля итогов приводится в движение итово-гасительная система в том случае, когда изменились пробивки по тем колонкам, где фиксируются групповые признаки, по к-рым карточки бы-



Фиг. 19.

ли рассортированы. Т. о., если в механизм машины поступит карточка с другими пробивками в групповочных признаках, чем карточка предыдущая, то механизм контроля итогов сейчас же посредством специального контрольного реле размыкает линию главного мотора, к-рый останавливается, после чего происходит гасительное действие машины.

Коммутационно-распределительное устройство состоит из коммутационной доски, на к-рую

выведены штепсельные гнезда от всех щеток верхнего и нижнего рядов, от всех разрядов 5 счетчиков, от двух печатающих секций, а также штепсельные гнезда механизма контроля итогов. При коммутационной доске находится ряд электрических выключателей, определяющих характер действия машины в отношении печатания показателей отдельных счетчиков, включения механизма контроля итогов по частным и общим группам, автоматич. гашения после остановки машины, автоматич. пуска машины после гашительного хода, печатания нарастающих итогов. Кроме того в машине имеется главный переключающий рычаг, устанавливающий машину на быстрый ход (150 карточек в мин.) при условии печатания только итоговых показаний, а также на работу по печатанию показаний каждой отдельной карточки плюс итоги, каковая производится с замедленной скоростью (75 карточек в мин.).

Табуляторы механической конструкции. Машины механич. конструкции Пауерс возникли значительно позднее табуляторов Голлерит. В табуляторах Пауерс (фиг. 19) воспринимающий механизм состоит из штифтовой коробки, в состав к-рой входят 540 пружинных штифтов (45 рядов, соответствующих колонкам карточки, по 12 в каждом), соответствующих всем возможным позициям пробивки карточки. Встретив сопротивление материала карточки, штифт оседает; те же штифты, к-рые прошли через пробивку, производят определенное установочное действие в механизме машины, совершенно аналогичное установке на клавиатуре счетно-пишущих машин какого-нибудь числа. Работа происходит в два периода. Сначала карточки поступают в воспринимающий механизм, в нем задерживаются на то время, пока штифты произведут соответствующую установку в механизме головки машины, после чего только начинает действовать механизм счета и печатания. После окончания действия этого механизма карточка, уже воспринятая, выбрасывается из механизма восприятия в специальный приемник, вместо нее поступает новая карточка, и цикл работы повторяется. Прерывистое движение карточек, происходящее от работы в 2 периода, значительно сокращает скорость табуляторов механич. конструкции по сравнению с табуляторами Голлерит. Однако эти машины создают больше технич. возможностей в смысле комбинаций с печатанием не только цифр, но также и буквенного текста (фиг. 20), в связи с чем алфавитный табулятор, печатающий на основе пробивок в перфокарточках сокращенный буквенный текст (слова до 20 букв), является машиной именно сист. Пауерс. Машина состоит из головки и базы. Головка заключает в себе 7 счетно-пишущих механизмов, из к-рых каждый может иметь в зависимости от модели счетную емкость как в установочке, так и в итоге 9 или 10 знаков. Каждый такой

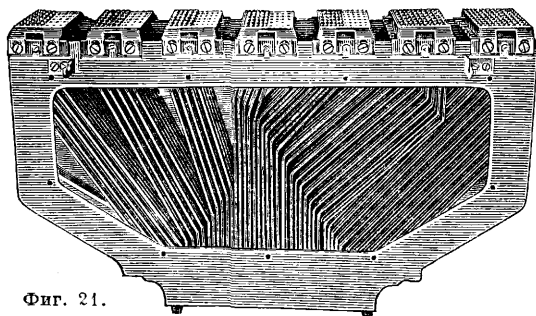
счетно-пишущий механизм, представляющий какую-либо отдельную счетно-пишущую машину, м. б. установлен или на работу по счету и печатанию одновременно или же на работу только по печатанию без счета. Кроме того машина имеет общее приспособление для всех счетно-печатающих механизмов, при помощи к-рого производится установка или на печатание только итогов или на печатание как отдельных показаний карточки, так и итогов. Как в первом, так и во втором случае скорость машин одинаковая. Печатание производится или на отдельных формулярах или на широкой бумажной ленте 44—45 см, к-рая вкладывается в каретку обычного типа. В дополнение к нормальным счетным механизмам м. б. установлены дополнительные счетчики, работающие параллельно с ними. Таких дополнительных счетных

| | | | | |
|----------------|----|---------|-----|------|
| ALABAMA | 1 | 27 505 | 25 | 35.5 |
| ARIZONA | 2 | 16 475 | 20 | 46.8 |
| ARKANSAS | 3 | 23 882 | 43 | 45.5 |
| CALIFORNIA | 4 | 327 302 | 800 | 25.4 |
| COLORADO | 5 | 53 200 | 45 | 32.9 |
| CONNECTICUT | 6 | 78 949 | 25 | 30.1 |
| DELAWARE | 7 | 8 991 | 35 | 47.2 |
| FLORIDA | 8 | 57 790 | 40 | 40.3 |
| GEORGIA | 9 | 41 320 | 90 | 39.4 |
| IDAHO | 10 | 17 482 | 30 | 37.2 |
| ILLINOIS | 11 | 269 800 | 57 | 28.7 |
| INDIANA | 12 | 116 680 | 45 | 29.3 |
| IOWA | 13 | 80 956 | 75 | 35.7 |
| KANSAS | 14 | 61 823 | 50 | 32.8 |
| KENTUCKY | 15 | 37 198 | 25 | 35.7 |
| Louisiana | 16 | 26 580 | 40 | 34.7 |
| MAINE | 17 | 31 840 | 25 | 36.1 |
| MARYLAND | 18 | 48 992 | 65 | 32.4 |
| MASSACHUSETTS | 19 | 220 963 | 20 | 24.6 |
| MICHIGAN | 20 | 163 748 | 70 | 27.4 |
| MINNESOTA | 21 | 99 425 | 35 | 32.5 |
| MISSISSIPPI | 22 | 15 979 | 85 | 43.9 |
| MISSOURI | 23 | 120 823 | 42 | 29.6 |
| MONTANA | 24 | 24 640 | 28 | 39.8 |
| NEBRASKA | 25 | 38 468 | 35 | 38.5 |
| NEVADA | 26 | 4 563 | 45 | 48.6 |
| NEW HAMPSHIRE | 27 | 19 320 | 30 | 39.3 |
| NEW JERSEY | 28 | 148 780 | 0 | 25.7 |
| NEW MEXICO | 29 | 10 000 | 35 | 46.3 |
| NEW YORK | 30 | 509 424 | 80 | 21.5 |
| NORTH CAROLINA | 31 | 37 640 | 75 | 36.5 |
| NORTH DAKOTA | 32 | 12 240 | 85 | 47.5 |
| OHIO | 33 | 260 580 | 9 | 25.4 |
| OKLAHOMA | 34 | 51 280 | 0 | 32.8 |
| OREGON | 35 | 57 720 | 80 | 32.5 |
| PENNSYLVANIA | 36 | 346 950 | 20 | 23.7 |
| RHODE ISLAND | 37 | 27 340 | 35 | 36.5 |
| SOUTH CAROLINA | 38 | 19 360 | 2 | 45.7 |
| SOUTH DAKOTA | 39 | 16 720 | 8 | 45.5 |
| TENNESSEE | 40 | 39 990 | 50 | 32.9 |
| TEXAS | 41 | 112 962 | 40 | 26.3 |
| VERMONT | 42 | 23 900 | 59 | 36.2 |
| VIRGINIA | 43 | 14 840 | 6 | 47.8 |
| VIRGINIA | 44 | 4 402 | 80 | 36.3 |
| WASHINGTON | 45 | 92 137 | 40 | 30.2 |
| WEST VIRGINIA | 46 | 33 405 | 60 | 33.6 |
| WISCONSIN | 47 | 85 351 | 35 | 31.8 |
| WYOMING | 48 | 9 945 | 65 | 45.5 |
| | | 3986516 | 10 | |

Фиг. 20.

секций м. б. установлено 3—4. Установка этих дополнительных счетчиков для накопления общих итогов заставляет снижать быстроту машины до 55—60 ходов в мин., без этих же счетчиков машина может работать на скорости до 90 ходов. База машины содержит механизм подачи, приемник для карт, механизм контроля итогов, механизм восприятия и магазин для отработанных карт, а также движущий механизм машины, управляющий пуском и остановкой. Штифтовая коробка базы соединяется с установочным механизмом счетно-печатающих секций головки табулятора посредством распределительной коробки. Распределительная коробка (фиг. 21) состоит из ряда спиц, к-рые м. б. изогнуты разным способом, соединяя различные роды штифтов с секциями счетно-печатающего механизма. Коробки строятся по различным схемам в зависимости от построения форм карточек и форм табуляграмм. Каждому табулятору приходится иметь несколько штук коробок,

построенных по разным схемам. Смена распределительной коробки в машине производится легко в несколько минут, однако стоимость их служит препятствием в отношении гибкости использования машины. Современные машины имеют приспособления для автоматич. контроля итогов только по частным группам. Для получения общих итогов приходится подкла-



Фиг. 21.

дывать специальные остановочные карты. Машину, остановившуюся на общем итоге, приходится специальным рычажком устанавливать на дачу итога и пускать в ход от руки. В связи с этим степень автоматизации работы надо признать меньшей, чем для машин электрической конструкции.

Сравнивая эксплуатационные данные табеляторов Шауерс и Голлерит, необходимо отметить, что к несомненным плюсам машин Голлерит следует отнести *большую скорость работы*, *большую гибкость* в построении табеляграмм, что определяется их коммутационным устройством, возможность работать на карточках 80-колонной схемы, больших по емкости. К минусам машин механич. конструкции следует отнести *большую сложность конструкции*, необходимость изготовления распределительных коробок для каждой новой схемы работы, *медленность работы*, затруднения при работе с карточками объемом более 45 колонок. К плюсам следует отнести *большую счетную емкость* и возможность работать от обычной осветительной сети, в то время как для машин Голлерит необходим постоянный ток. Машины обеих систем м. б. снабжены для специальных бухгалтерских работ *сальдирующим приспособлением*, благодаря к-рому машина может печатать как отдельные обороты по дебету и кредиту, так и автоматически выводить и печатать сальдо.

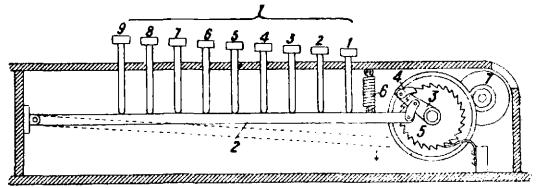
Машины с ручной установкой. Все машины с ручной установкой исходных для работы числовых данных м. б. подразделены на три основных класса. Суммирующие машины предназначены для быстрой работы на сложение и вычитание. На всех системах этих машин возможно производить также умножение и деление, но для этой работы они всегда менее удобны и менее производительны, чем машины вычислительные, специализированные для быстрой работы в первую очередь на умножение и деление, а затем уже на сложение и вычитание, причем многие из машин этого класса практически не используются для сложения и вычитания из-за малой продуктивности работы. Машины универсальные, приспособленные для выполнения некоторых специфич. процессов учетной работы, в к-рых работа на суммирование с распределением слагаемых по нескольким итогам сопрягается с работой вычислительного порядка, преимущест-

венно умножением. Такого рода работу мы имеем при составлении счетов фактур. Машины этого класса не многочисленны и комбинируют в себе свойства машин двух предыдущих классов. В вычислительных машинах основным требованием является полный автоматизм вычислительного действия после установления исходных для работы данных и максимальное ускорение действия механизма самой машины. Механизация записи исходных данных вычисления и его результатов при помощи печатающего прибора имеет для них меньшее значение, чем в машинах суммирующих. Развитие же конструкции суммирующих машин направлено к созданию оптимальных условий для быстрой установки исходных данных при работе, не глядя на клавиатуру, и максимальному использованию механич. печатания не только для фиксации самого счетного процесса, но и для внесения всевозможных справочных текстовых обозначений, т. к. машины этого класса преимущественно используются для работ по счетоводству и изготовлению счетной документации. Поэтому основную массу вычислительных машин составляют машины незаписывающие, и почти все суммирующие машины выпускаются как машины счетно-пишущие. В связи с тем, что счетная работа на суммирование почти всегда сопровождается распределением счетных показаний на отдельные группы (счета бухгалтерской номенклатуры, группировки в статистике и т. д.), суммирующие машины в своих наиболее совершенных моделях конструируются как машины *многосчетчиковые*, на к-рых можно одновременно с подсчетом общей суммы делать разноску для получения отдельных групповых итогов. Развитие машин в этом направлении привело к созданию аппарата, имеющего число счетчиков до нескольких тысяч штук. В то же время в вычислительных машинах обычно один, редко два результатных счетчика. Существенным моментом для характеристики машин отдельных видов является периодичность их работы. При совершении машиной какой-либо счетной операции всегда можно различать три фазы ее работы: а) приведение в нужное положение всех рычажков управления машиной для выполнения нужной операции и фиксации на клавиатуре или другом установочном приспособлении исходных числовых данных; б) выполнение машиной счетного действия и в) фиксация результатов списыванием итогов с цифровых колес счетчика или путем печатания. Период фиксации заканчивается обычно тем, что установочное приспособление и счетчики приводятся к нулю для возможности начать следующую операцию. Увеличение производительности работы С. м., зависящее в конечном счете от продолжительности всех трех фаз, достигается как наложением одной фазы на другую, так и сокращением продолжительности каждой фазы в отдельности. Сокращение времени установки может быть достигнуто путем создания легкой клавиатуры с небольшим ходом клавиш вниз при нажиме, с тем, что число этих клавиш ограничивается 10—15. Такое разрешение практически позволяет поддерживать при работе громадные скорости установки—порядка 4—5 цифр в секунду, ускорение периода действия машины, что м. б. достигнуто за счет быстроты хода ее счетного и печатающего механизмов. Для отдельных машин эта быстрота варьирует в пределах 80—360 ходов в мин. Все суммирующие счетно-пишущие машины, выпол-

няющие счетную операцию в один ход, не могут в большинстве случаев давать более 100—120 ходов в мин. Но для этих машин быстрота действия счетного механизма не имеет большого значения, т. к. до 80% времени всей работы затрачивается на установочные действия. Для машин вычислительных, наоборот, ускорение хода машины является решающим фактором производительности. Для них период установок примерно равен по времени периоду работы. Объясняется это тем, что вычислительные машины в подавляющем большинстве производят умножение и деление методом последовательного сложения и вычитания, и на совершение вычислительной операции затрачивается столько ходов машины, сколько единиц содержится в сумме цифр множителя или частного (не считая корректирующих оборотов при делении). Напр., чтобы помножить какое-либо число на 675, надо сделать $6+7+5=18$ ходов и т. д. Ручные вычислительные машины рассчитаны на режим примерно в 200 об/м., новейшие же моторные машины, автоматы и полуавтоматы, работают на скоростях 300 и даже 360 об/м. Решающим моментом ускорения периода работы вычислительных машин м. б. переход к принципиально другим конструкциям счетного механизма, напр. к работе методом мультипликации вместо повторного сложения. Однако проблема эта технически разрешена только в трех мало распространенных машинах (машина «Миллионер», вычислительная машина с печатающим прибором «Юнайтед» и фактурная машина «Мун-Гопкинс»). Сокращение периода фиксации достигается при помощи устройства, механически печатающего результат при нажатии на специальную кнопку.

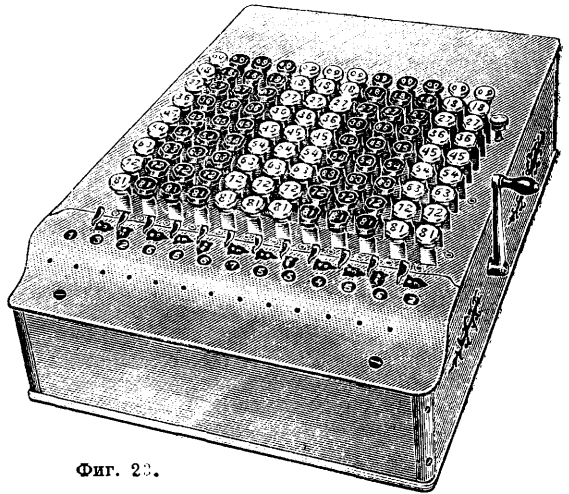
Суммирующие машины. Большинство суммирующих машин имеет устройство для печатания, но существуют также машины непечатающие. Печатающие машины имеют механизм только для печатания цифровых обозначений или приспособлены для печатания также всякого рода справочных сокращенных буквенных обозначений и наконец печатают цифровой и полный буквенный текст. В суммирующих непечатающих машинах установка исходных данных производится при помощи всякого рода движков, кулисс, реек или же эти машины имеют клавишную установку; последний тип дает возможность быстрой работы. Клавишные суммирующие незаписывающие машины в особенности удобны для подсчета итогов по ведомостям и карточкам, таксировки фактур и для всякого рода контрольных подсчетов. Их производительность при работе на сложение ок. 5 тыс. пятизначных чисел в день с проверкой или ок. 1 000 умножений небольших чисел. Эти машины работают как общее правило в один период, т. е. установка чисел на клавиатуре сливается во времени с периодом работы счетного механизма. Фиксация результатов и гашение счетчика составляют вторую операцию. Двигающей силой механизма является палец оператора, нажимающий клавиши. Среди этих машин имеется единственная модель, снабженная небольшим моторчиком, к-рый при небольшом нажатии на клавишу, дающую контакт, приводит в движение механизм машины, что в значительной степени облегчает работу оператора и гарантирует от ошибок, происходящих от недочетов клавиши. Счетчик машины емкостью б. ч. 9—10 знаков работает исключительно на сложение; вычитание осуществляется методом дополнительных чисел. Принцип устройства

однопериодной машины показан на фиг. 22. При нажатии на любую из клавиш 1 клавишный рычаг 2 поворачивается на угол, примерно пропорциональный цифре, указанной на клавише, при этом он тянет за собой рычаг 3 и собачку 4.



Фиг. 22.

При ходе вниз собачка скользит по храповику 5. Когда клавиша отпущена, то силой пружины 6 рычаг 2 возвращается обратно, заставляя собачку повернуть храповик на угол, пропорциональный цифре на нажатой клавише. Через посредство шестереночной передачи этот поворот передается цифровому колесу счетчика 7.



Фиг. 23.

На схеме дан один разряд и не показан механизм передачи десятков. На фиг. 23 дан общий вид такой машины. На клавишах кроме основных цифр имеются дополнительные цифры для производства вычитания. Справа—ручка для гашения полученных результатов.

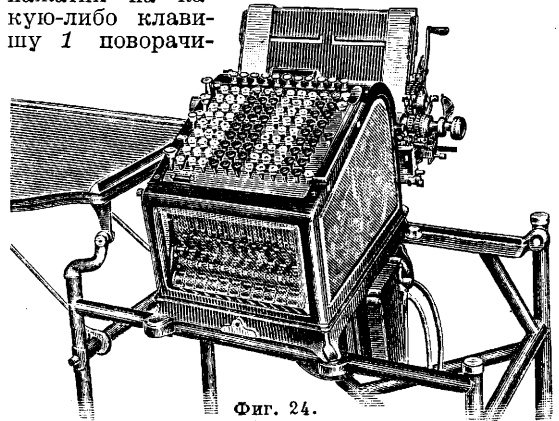
Суммирующие машины, записывающие числа, т. н. счетно-пишущие машины, представляют собою конструктивно б. или м. однородную группу, распадающуюся на полноклавишные и десятиклавишные системы, а также различающиеся в зависимости от количества и устройства счетчиков (работа только на сложение или на сложение и прямое вычитание). Большинство имеющихся систем машин принадлежит к полноклавишным, но за последнее время решительное преобладание получили более быстрые в работе дешевые машины—десятиклавишные. Эти последние машины удобны также и тем, что кроме возможности работать, не глядя на клавиатуру, можно легко менять разряд установленного числа добавлением нулей, а отсюда легко производить умножение. По характеру работы все эти машины являются двухпериодными. Первый период—установка числа на клавиатуру и приведение механизма в движение нажатием на моторную педаль или движением рычага, если машина ручная. Второй период—процесс суммирования,

происходящий одновременно с процессом записи на контрольной ленте или обычном счетном формуляре, причем запись может производиться как по отдельным слагаемым, так и по итоговым суммам и делается совершенно автоматически. Можно также записывать номера и другие цифровые обозначения, имеющие справочный характер и не подлежащие суммированию. Большинство машин может вести подсчет одновременно по двум (а иногда и большему числу) колонкам, выключать из подсчета отдельные слагаемые, производить повторное суммирование одного и того же слагаемого и т. о. производить умножение. Модели новейших систем не ограничиваются только производством простого сложения, а соединяют сложение с вычитанием, а также с накоплением итогов сразу по нескольким группам.

Современные модели счетно-пишущих машин имеют обычно привод от мотора, но широко применяются также и мелкие ручные модели. Машины имеют целый ряд кнопок управления, определяющих установку на то или другое действие. Итоги печатаются, и счетный механизм гасится автоматически при нажатии на соответствующую кнопку. В отношении устройства счетного механизма машины конструируются в следующих вариантах для: а) простого сложения на одном счетчике и вычитания только методом дополнительных чисел; б) двойного сложения на двух связанных между собой счетчиках; в) сложения и прямого вычитания на одном счетчике; г) двойного сложения на двух связанных между собой счетчиках и прямого вычитания; д) сложения на нескольких счетчиках; е) сложения и вычитания на одном или двух счетчиках и сложения на многих счетчиках (в отдельных моделях 4, 7, 15, 20). Для моделей последней группы счетчики располагают или по окружности барабана, включающего тот или другой счетчик, причем движение барабана связывается с движением каретки т. о., чтобы определенный счетчик соответствовал определенной графе формуляра, или на поперечно расположенной оси, общей для всех счетчиков, опять-таки в своем движении связанной с кареткой. Печатающее приспособление обычно представляет одно целое со счетным механизмом. Печатание производится посредством удара молотков по печатным литерам секторов машины. Формуляр, контрольная лента или счетный документ помещаются в каретке, подобной каретке обыкновенной пишущей машины. Для машин настольных, для подсобной работы, каретка применяется обыкновенно неподвижная, небольшой величины, рассчитанная только на работу с бумажной лентой. Машины, предназначенные для основной документационной работы, имеют каретку с движением по горизонтали от руки или с автоматич. движением из графы в графу. Размеры кареток доходят до 60 см. Для одновременной работы на двух связанных между собой формулярах имеются каретки, в к-рых валик состоит из двух независимо вращающихся частей, напр., фиксируя отдельные слагаемые на контрольной ленте, можно печатать одни итоги в специальной ведомости. Машины, которые предназначены для работы со сложными формулярами, имеют специальное устройство каретки, движение к-рой связано с действием счетно-пишущего механизма машины, т. ч. в зависимости от положения каретки может включаться в работу тот или другой счетчик, может определяться счетное дей-

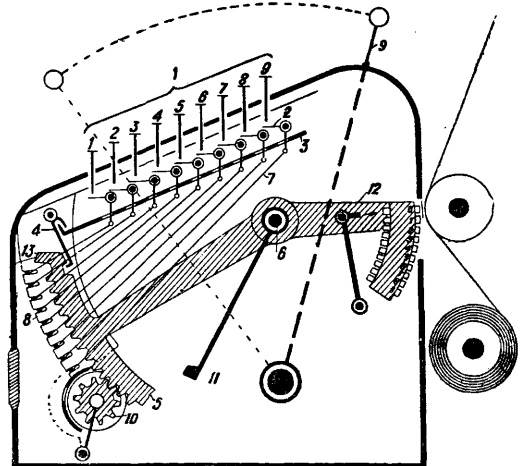
ствие машины на сложение или вычитание, или будет производиться одно печатание без подсчета и т. д. Большинство машин имеет видное печатание, что служит контрольным моментом в отношении проверки установки. Средней нормой производительности за рабочий день можно считать 5 000—6 000 подсчетов пятизначных чисел с проверкой для десятиклавишных машин и 4 000—5 000 для полноклавишных при условии четкого и удобного для работы материала.

Типичной полноклавишной машиной является машина Берроуз, общий вид к-рой дан на фиг. 24, а схема конструкции на фиг. 25. При нажатии на какую-либо клавишу 1 поворачи-



Фиг. 24.

вается соответствующий клавише двуплечий рычажок 2, который отжимает контрольную планку 3, отводящую секторную защелку 4 и освобождающую этим сектор 5 для движения около оси 6, и к-рый оттягивает проволочную установочную тягу 7, входящую отогнутым концом в прорез установочного сектора 8, ограничивая движение сектора 5, т. к. последний при своем движении вниз упрется каблучком 13 в загнутый



Фиг. 25.

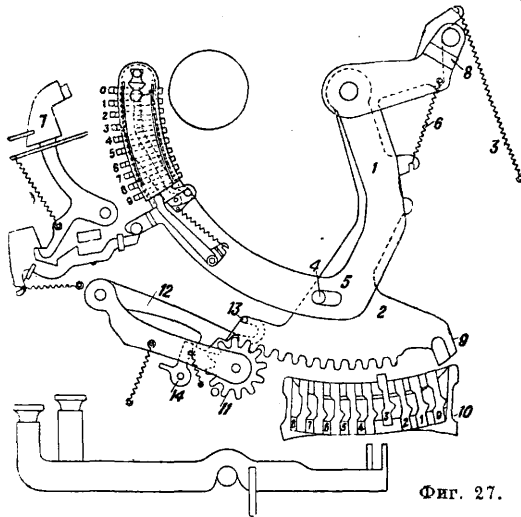
тый конец установочной тяги. После установки числа отводит рычаг 9 в положение, указанное пунктиром, причем посредством специального переключающего механизма шестеренки счетчика 10 расцепляются со счетной гребенкой сектора 5 и опускается поперечная планка 11 (как показано на чертеже), поддерживавшая секторы 5. Секторы 5 тех разрядов, которые

были освобождены нажимом клавиши, начинают поворачиваться под влиянием своих пружин в пределах, ограниченных концом тяги 7, причем левая, счетная, часть сектора 5 опускается, а правая, печатающая, поднимается. Чем больше установленная цифра, тем ниже опустится левое плечо сектора и поднимется его правое плечо. Последнее установится нужной цифрой против линии печатания и ударами молоточков



Фиг. 26.

12 будет одновременно напечатано все установленное число. При обратном движении рычага 9 в исходное положение под влиянием сильных пружин счетные шестерни 10 сцепляются с гребенками секторов, к-рые, возвращаясь в нормальное положение под действием поперечной планки 11, поворачивают шестерни счетчика на столько зубцов, на сколько они предварительно опустились, т. е. на установленное при помощи клавиши число. Стремление к упрощению клавиатуры и уменьшению числа возможных ошибок от неправильного нажатия на клавишу породило систему десятиклавишных машин. Их установочная клавиатура состоит из 10 цифровых клавиш (фиг. 26), рычаги к-рых поворачиваются около неподвижной оси а. Набор фиксируется в подвижной наборной каретке б, содержащей 10 рядов штифтов; в каждом ряду, соответствующем числовому разряду, имеется десять штифтов—от 0 до 9. Перед началом работы каретку устанавливают так, что отогну-



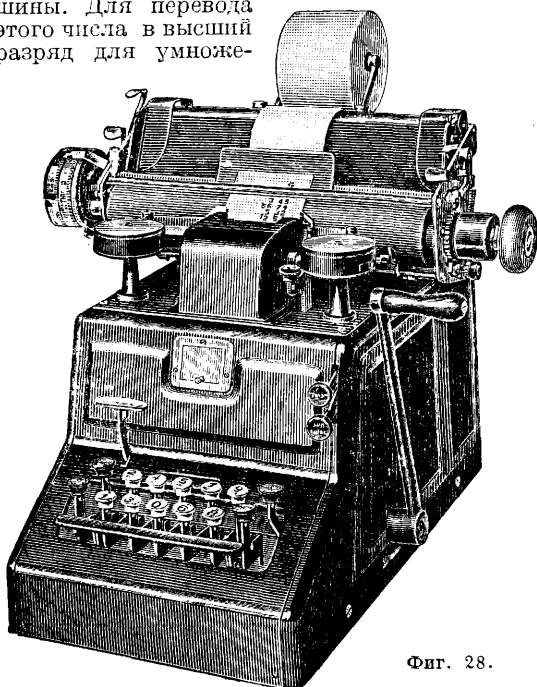
Фиг. 27.

тые концы клавишных рычагов касаются снизу штифтов первого ряда. При нажатии на клавишу выдвигается соответствующий штифт и одновременно каретка передвигается влево на один разряд. Действуя дальше, набирают на каретке нужное число. Выдвинутые штифты ограничивают движение вверх печатающего секторов; по окончании счетно-печатающего действия машины наборная каретка возвращается в исходное положение, а набор гасится.

Счетно-печатающий механизм для одного разряда показан на фиг. 27. Счетно-печатающий сектор состоит из печатающей части 1 и счетной части 2, поворачивающихся вместе на одной оси. Печатающий сектор 1 содержит 10 цифровых литер от 0 наверху до 9 внизу. Движение сектора 1 вверх под действием длинной пружины 3 ограничивается движением счетного сектора 2, с к-рым он связан как штифтом 4 в прорезе 5, так и короткой пружиной 6. В зависимости от подъема сектора 1 под печатающий молоточек 7 попадает нужная цифра. Чтобы секторы могли подниматься только в определенное, соразмеренное с другими частями механизма время, они удерживаются по всей секции в целом хомутом 8, который начинает опускаться и освобождает секторы только после того как произведено установочное действие и машина пущена в ход посредством рукоятки или моторного привода. Возврат секторов на место объясняется обратным движением того же самого хомута. На нижней стороне счетного сектора 2 находится каблучок 9, к-рый при движении сектора вперед упирается в выдвинутый штифт наборной каретки 10, чем определяется угол подъема сектора. При обратном ходе сектора 2 его зубы поворачивают шестеренку 11 счетчика, на к-ром происходит отсчет установленного числа. Каждая шестеренка имеет сбоку (в сторону высшего разряда) дополнительный десятичный зубец, при помощи которого при каждом полном обороте шестеренки поднимается т. н. десяточник 12 следующего высшего разряда, служащий для передачи десятки в высший разряд. Действие десяточника сводится к следующему: в конце гребенки сектора 2 имеется штифик 13, который упирается в конец крючка десяточника (пунктир), чем фиксируется его нормальное положение по окончании обратного хода. Упираясь штифтами в эти окончания крючков десяточников, секторы стоят в нулевом положении. При этом штифик каждого сектора упирается в тот десяточник, к-рый приподнимается при полном обороте шестеренки низшего разряда, т. е. для сектора сотен—шестерни десятков, для сектора десятков—шестерни единиц и т. д. Совершив полный оборот, шестеренка какого-либо разряда (при обратном ходе сектора) поднимает десяточник, соответствующий сектору следующего высшего разряда. Десяточник поддерживается в этом положении особой собачкой 14. Сектор же высшего разряда, дойдя при обратном ходе до нормального нулевого положения, в нем не удержится, т. к. против штифтика будет не конец—крючок, в к-рый он раньше упирался, а его вырез; поэтому под влиянием короткой секторной пружины 6 он продвинется назад еще на одно деление и т. о. даст шестеренке счетчика, с к-рой он сцеплен, еще одну десятую полного оборота. Продвижение счетной части сектора назад против нулевого положения при передаче десятков делается независимо от печатающего сектора, к-рый остается в нормальном нулевом положении. Это делается возможным благодаря движению штифта 4 в прорезе 5.

Цикл работы машины происходит следующим образом: 1) установка числа посредством клавиш на наборной каретке; 2) работа машины: а) шестеренки расцепляются с секторами, б) секторы поднимаются вверх, в) молоточки печатают установленное число, г) шестеренки счетчиков сцепляются с гребенками секторов, д) обратный ход секторов и насчитывание числа

на шестернях, одновременно подъем соответствующих десятичников, е) печатающие части секторов устанавливаются в нулевое положение, счетные части секторов, десятичники к-рых поднялись, продвигаются на один зубец вправо, ж) наборная каретка возвращается в исходное положение и одновременно гасится установленное число. Если нужно повторить установку слагаемого, т. е. произвести его умножение, нажимают клавишу повторения. Тогда при возвращении механизма машины в исходное положение наборная каретка не возвращается и набранное на ней число не гасится. Т. о. можно произвести процесс сложения одного числа любое число раз путем повторного хода машины. Для перевода этого числа в высший разряд для умноже-



Фиг. 28.

ния нажимают на клавишу 0, заставляя этим продвинуться всю наборную каретку на один разряд выше. На фиг. 28 изображена машина Дальтона, являющаяся основным представителем группы десятиклавишных машин.

Суммирующие машины с п е ч а т а ю щ и м п р и б о р о м для чисел и сокращенных буквенных обозначений в главной своей массе представляют обычные счетно-пишущие машины предыдущей группы, приспособленные для специальных целей счетоводства и производства записи на отдельных лицевых счетах с одновременным получением копий или повторных записей на журнальных листах или картах. Для этого используются по преимуществу модели двух- или многосчетчиковые, причем один из счетчиков д. б. обязательным сальдирующим с тем, чтобы отрицательная разность (кредитовое сальдо) получалась в виде прямого числа. Машины снабжаются приспособлением для печатания сокращенных (из 2—3 букв) текстовых обозначений, дающих расшифровку бухгалтерских записей, как то: обозначение месяцев, символическое обозначение характера операций, рода документов и т. д., общим числом 12—30. Применительно к документационной работе процесс записи идет преимущественно не по вертикальным колонкам, а по горизонтальным строч-

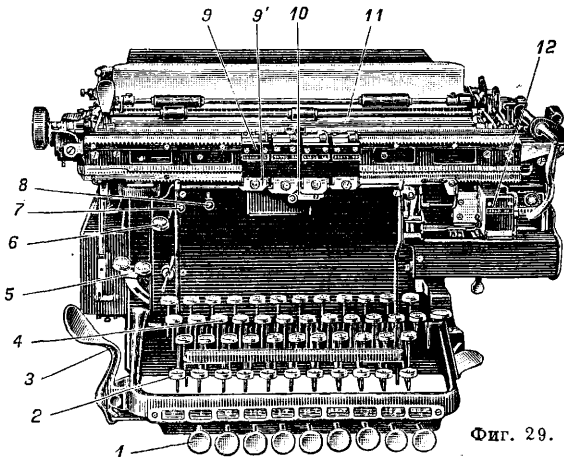
кам, для чего каретка должна иметь перекрестное действие и должна быть в максимальной степени механизирована с тем, чтобы возврат ее в исходное положение производился от моторного привода. Кроме того в целях максимальной механизации процесса работы устанавливается механич. связь между положением каретки в отношении установки на ту или другую графу формуляра и счетно-пишущим механизмом машины. Это осуществляется посредством установки на одной или нескольких продольно расположенных штангах каретки кулачков или роликов, действующих на рычаги управления работой машины. Благодаря этому машина в графе «старое сальдо» будет складывать, в графе «текст» будет выключаться счетный механизм, в графе «дебет» будет производиться сложение, в графе «кредит» — вычитание и т. д. На нек-рых машинах кроме того каретки снабжаются приспособлениями для работы одновременно на двух или трех формулярах, например лицевом счете, выписке лицевого счета и контрольной ленте. Для этого валик каретки разделен на части, раздельно действующие. В большинстве случаев повторение записей в машинах этого вида определяется не копированием, а автоматич. повторением, положим, в лицевом счете и выписке той же самой проводки. Машины этого вида подразделяются на десятиклавишные и полноклавишные в зависимости от устройства установочного механизма. Производительность машин доходит до 750 проводок в день. Другой тип машины образовался приспособлением для бухгалтерской работы машины типа кассо-регистрающих аппаратов (см. *Кассовые аппараты*). Кроме отличий конструктивного порядка эти машины с эксплуатационной точки зрения имеют ряд характерных особенностей. Являясь машинами многосчетчиковыми (до 36 счетчиков), кассо-регистрающие аппараты кроме разности оборотов по лицевым счетам и вывода сальдо, а также повторного печатания оборотов в разных формулярах (лицевом счете, выписке из лицевого счета, журнале, главном счете) могут накапливать обороты по отдельным корреспондирующим счетам т. о., что поверочный баланс в конце дня получается совершенно автоматически. Конечно такая работа возможна только при сравнительно ограниченной номенклатуре оперативных счетов. Эта машина печатает обычно следующие обозначения: дату проводки, дату отнесения на счет, номер счета, обозначение рода операций и сумму. Печатание — плоское, благодаря чему формуляр м. б. и твердым. Копирование как метод повторения заменено повторным печатанием. Кроме дополнительных счетчиков машина снабжается счетчиками числа позиций, указывающих, сколько раз работал тот или иной дополнительный счетчик, т. е. сколько сумм на тот или иной счетчик было занесено. Машины имеют общие сальдирующие счетчики и счетчики общих итогов, которых может быть до трех.

Совершенно своеобразную конструкцию имеет машина для банковского учета сист. Кампоса, появившаяся в последние годы. Механизм счетчиков вместо обычных десятичных шестерен заменен в ней особыми зубчатыми кремальерами, т. ч. вращательное движение счетных шестерен заменено их линейным смещением. Машина может иметь разное количество счетчиков — от 1 000 до 10 000. Каждый из счетчиков предназначен специально для фиксации сальдо по данному лицевому счету; последние

можно потом печатать со всех счетчиков на контрольной ведомости. Принцип применения этой машины заключается в том, что можно, отказавшись от ведения отдельных лицевых счетов клиентов на карточках и книгах и делая разную оборотов по дебету и кредиту по соответствующим счетчикам (каждый счетчик соответствует своему лицевому счету), иметь т. о. всегда готовое сальдо по всем лицевым счетам. Машины имеют печатающий аппарат, к-рый кроме сумм фиксирует справочные, цифровые и буквенные обозначения. Машины эти появились в начале 1930 г. и демонстрировались только на выставках.

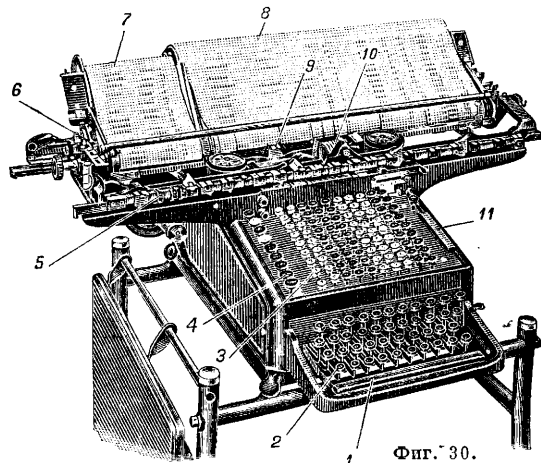
Суммирующие машины с печатающими приборами для чисел и полного текста. Машины этой группы распадаются на 2 вида: а) конструктивно производные от обычной пишущей машины, к которой пристроено счетное приспособление, а также приспособление для работы с бухгалтерскими формулярами; б) производные от счетно-пишущих машин с автоматизированным процессом работы и добавлением буквенного печатающего механизма. Машины первой группы предназначены для работы по счетоводным записям, по составлению счетных документов и всевозможных многоколонных ведомостей. Одновременно с нажатием на цифровую клавишу производится и печатание соответствующих цифр и начисывание на счетчике. Счетная клавиатура состоит из 10 клавиш, буквенная соответствует обычной клавиатуре пишущей машины. В целях облегчения удара машины стали снабжать небольшим электромотором, к-рый доводит печатающий рычаг до места при легком нажиме на него, но большинство машин до сих пор имеет ручное управление и в силу этого довольно тяжелую клавиатуру, мотор используется гл. обр. для механизации движения каретки. Счетчики машин подвижные, расположены на специальных штангах вдоль каретки. Количество счетчиков, которые можно установить, определяется размерами каретки и доходит до 25—30 шт. Счетчики съемные представляют собою маленькие независимые счетные механизмы и могут иметь счетную емкость 5—16 знаков. Счетчик ставят на машину, руководствуясь условиями конкретной работы—числом и расположением счетных граф. Кроме счетчиков, установленных на каретке и предназначенных фиксировать итоги по вертикальным колонкам и графам формуляра, имеется еще 1—2 т. н. перекрестных счетчика, предназначенных для вычисления горизонтального баланса или сальдо. Итоги и гашение счетчиков не производится автоматически, а оператор должен воспроизвести итоги, руководствуясь показаниями счетчика—делая установку на клавиатуре; машина в этот момент устанавливается на вычитание, чем производится гашение счетчика с одновременным печатанием его показания на формуляре. Для того чтобы застраховать от случайных ошибок эту работу, машина снабжается контрольными приспособлениями, сигнализирующими в том случае, если счетчик не приведен к нулю. Машины обычно выпускаются в двух моделях. Модель с перекрестным счетчиком предназначена для работ, требующих вывода баланса, т. е. для разности по лицевым счетам, составления ведомостей на зарплату и т. п. Производительность этих машин м. б. определена в 400—500 проводок в смену с одновременным выводом сальдо. На фиг. 29: 1—кнопки десятичного табулятора,

2—числовая клавиатура, 3—табуляционный рычаг для перескакивания с одной графы на другую, 4—буквенная клавиатура, 5—кнопка для печатания кредитового сальдо (отрицательная разность), 6—кнопка для корректирования, 7—рычажок установки счетного действия вертикальных счетчиков «+» и «-», 8—рычажок выключения счетного действия машины, 9—вертикальные счетчики, 9'—пластинка для управления работой перекрестного счетчика, 10—



Фиг. 29.

рычажок автоматич. управления работой перекрестного счетчика, 11—каретка машины с приспособлением для вложения счетного формуляра спереди и возвратом от мотора, 12—перекрестный счетчик. Более легкие модели с одними только вертикальными счетчиками применяются обычно для составления счетной документации, отдельных многоколонных ведомостей и т. д. Другой вид этих, т. н. бухгалтерских, машин отличается от первого тем, что поскольку в основу взята счетно-пишущая ма-



Фиг. 30.

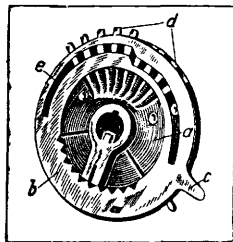
шина, весь процесс подсчета целиком автоматизирован, т. е. итоги, равно как установка счетчиков на то или другое счетное действие, производится автоматически. Эти машины имеют не съемные счетчики, количество к-рых м. б. установлено по желанию, а постоянные счетчики с определенной предельной счетной емкостью. Машины эти строят двух распространенных систем, и применение их ограничено несколькими специфич. участками счетной работы, напр. банковским учетом, где неудоб-

ства, связанные с отсутствием большого количества счетчиков, покрываются высокой степенью механизации работы этой машины. На фиг. 30 показана машина сист. Эллис-Национал: 1—пропускная педаль для текстовой работы, 2—буквенная клавиатура, 3—числоустановочная клавиатура, 4—кнопки управления счетным действием машины (итог, вычитание, повторение и др.), 5—кулачки табуляционные и определяющие автоматич. установку действия машины в той или другой графе формуляра, 6—автоматич. каретка машины с разделенным валком, 7—журнал, 8—счетный формуляр, 9—место печатания буквенных рычагов, 10—место печатания числовых секторов, 11—моторная педаль для приведения в действие счетно-печатющего механизма машины. Машины этого типа соответствуют наиболее совершенным образцам машин счетно-пишущих. Как та, так и другая группа бухгалтерских машин в целях большего удобства в работе снабжается каретками, приспособленными для работы копировальным методом (быстрое вложение карточек спереди при закрепленном журнале); благодаря такому приспособлению эти машины можно использовать для ведения машинизированного копирования.

Вычислительные машины делятся на ручные, полуавтоматические и автоматические. С точки зрения устройства счетного механизма, т. е. механизма передачи действия от установочного устройства на результатный счетчик, вычислительные машины м. б. подразделены на машины: а) осуществляющие работу умножения и деления путем последовательного сложения или вычитания, причем напр. для умножения машина делает столько ходов, сколько единиц содержится в сумме цифр множителя, т. е. для умножения на 27 число ходов равно $2+7=9$, и б) работающие по мультипликационному принципу, механизм к-рых производит умножение на какую-нибудь однозначную цифру в один ход, и т. о. для умножения требуется столько ходов машины, сколько разрядов имеет множитель, напр. на 27 в 2 хода. Для машин первого типа мы имеем следующие три устойчивых конструктивных принципа: принцип ступенчатых валиков (т. н. принцип Томаса), принцип зубчатого колеса с переменным количеством зубцов (принцип Одера), принцип пропорционально сдвигающихся зубчатых реек (принцип машин «Мерседес-Эвклид»). Машины, работающие методом последовательного действия, представляют подавляющую массу всех вычислительных машин. С. м. мультипликационные имеются всего только четырех систем—вычислительная машина «Миллионер» (Швейцария), не имеющая широкого практич. применения, счетно-пишущая вычислительная «Юнайтед» (США), в СССР еще мало известная счетно-пишущая универсальная фактурная машина «Берроу Мун-Гопкинс» (США), имеющая устойчивое, но узкое применение для составления бухгалтерских расчетных документов, и наконец вычислительная счетно-пишущая машина «Курт», не имеющая распространения.

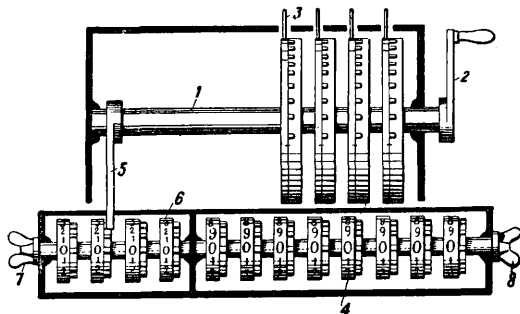
Типичным образцом ручных машин является арифмометр Одера. На фиг. 31 дана основная часть машины—однеровская зубчатка. Для каждого числового разряда имеется такая зубчатка. Она состоит из шайбы *a*, заклиненной на валу 1 (фиг. 32), и кольца *b*, к-рое можно поворачивать относительно шайбы *a* при помощи выступа *c*, называемого установочным рычажком.

В каждом определенном положении это кольцо удерживается особой защелкой. В шайбе *a* вставлены выдвигаемые пальцы *d*. Соответственно установкам рычажка *c* против цифр 1, 2 и т. д., поставленным на кожухе машины, можно выдвинуть 1, 2 и т. д. до девяти пальцев при помощи имеющих на них бородок, скользящих в пазе *e*. Выдвинутые пальцы при повороте вала 1 ручкой 2 (фиг. 32) сцепляются с передаточными шестеренками, при посредстве к-рых передают движение цифровым колесам 4, находящимся в подвижной каретке арифмометра и образующим счетчик, на к-ром фиксируется результат вычисления. Повторность действия определяется количеством оборотов рукоятки, которые м. б. совершаемы в положительном направлении для сложения и умножения и в отрицательном—для вычитания и деления.



Фиг. 31.

Счетный механизм арифмометра заключен в каретке, которая передвигается относительно установочного механизма. Передвижение каретки позволяет устанавливать ее против разных разрядов установочного механизма и этим самым увеличивать и уменьшать порядок числа, к-рое, будучи установлено на установочных рычажках, переносится в результатный счетчик. Т. о. для умножения, набрав множимое установочными рычажками, вращая рукоятку столько раз, сколько единиц имеет цифра множителя после перестановки каретки соответ-

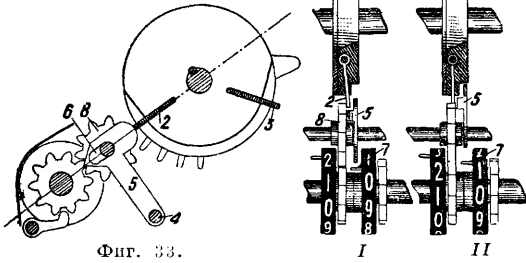


Фиг. 32.

ственно разряду цифр. Результатный счетчик покажет произведение, а счетчик оборотов—множитель. Емкость результатного счетчика в большинстве случаев бывает 13 знаков, но в нек-рых моделях машин доходит до 20 знаков. На фиг. 32 обозначения следующие: 3—установочный рычажок, 4—колеса результирующего счетчика, 5—палец счетчика оборотов, 6—колеса счетчика оборотов, 7 и 8—гасительные барашки счетчиков.

Механизм для передачи десятков схематически показан на фиг. 33. В однеровскую зубчатку 1 вставлены два пальца 2 и 3. Около неподвижной оси 4 качается молоточек 5 в пределах, ограниченных пазом 6. Когда цифровое колесо счетчика низшего разряда сделало полный оборот, то при переходе его с 9 на 0 штифт 7 отодвигает молоточек 5 во II положение. Палец 2 высшего разряда, проходя мимо выступающей части молоточка, отклонится влево (положение II) и, придя в зацепление с врезанной зубчаткой 8, передвинет ее на один

зубец, что вызовет поворот цифрового колеса высшего разряда на следующую цифру. Оттягивающая пружина возвратит после этого палец 2 в положение I. Палец 3 служит для той же цели при вычитании и делении. При насчитывании

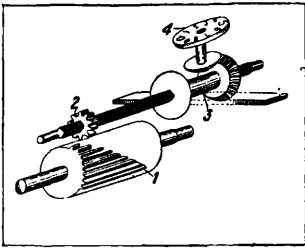


Фиг. 33.

числа происходит только подъем молоточков, и только после того, как промежуточные шестерни расцепились с выдвигаемыми пальцами однорядных зубчаток, приходят в зацепление десятичные пальцы 2 или 3. Счетчик оборотов обычно не имеет механизма для передачи десятков за исключением нек-рых моделей машины, что позволяет выполнять на них комбинированные действия, напр. получать одновременно сумму множителей или сумму частных.

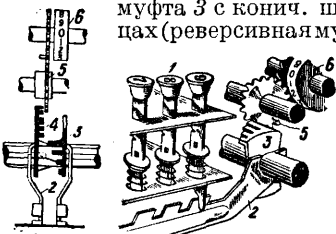
Большинство полуавтоматических С. м. построено по принципу Томаса. Основной деталью является валик 1

(фиг. 34), на цилиндрич. поверхности которого нарезаны зубцы в направлении оси т. о., что количество зубцов в поперечных сечениях различно—от 9 до 1. С этим, т. н. ступенчатым, валиком находится в сцеплении передаточная шестеренка 2 счетного механизма. Шестеренка и валик могут взаимно смещаться т. о., что шестерня м. б. установлена (в зависимости от нажатия на клавишу того или другого номера) на сцепление с любым сечением валика. Следовательно в зависимости от установки один оборот валика вокруг оси может вызвать смещение шестеренки от 1 до 9 зубцов. Число ступенчатых валиков соответствует числу разрядов установочного механизма. Скользящая муфта 3 с конич. шестернями на концах (реверсивная муфта) обуславливает возможность поворота цифрового колеса 4



Фиг. 34.

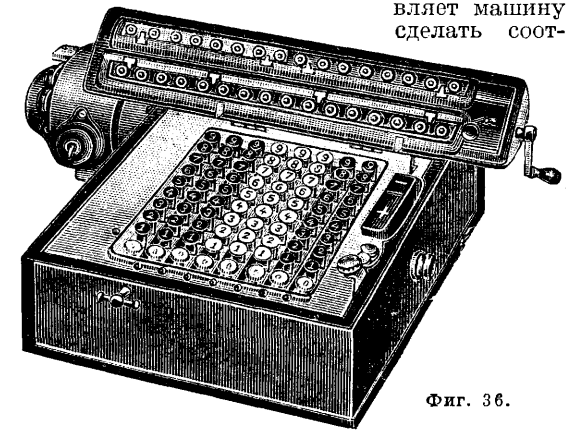
счетчика в том или другом направлении. По тому же принципу построен счетный механизм, у которого ступенчатый валик заменен двумя ступенчатыми секторами, из к-рых один имеет в разных сечениях 4—3—2—1 зубец, другой же сектор имеет постоянное количество зубцов, равное 5. Оба сектора могут смещаться в направлении их оси. Сцепляя с передаточной шестерней оба сектора или только один ступенчатый в разных сече-



Фиг. 35.

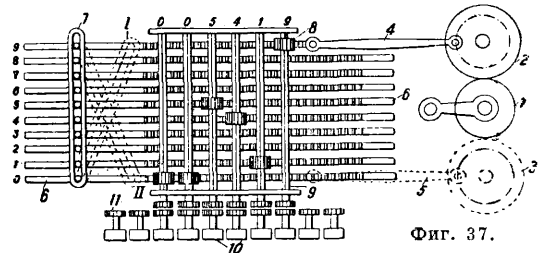
ниях, можно получить все цифры от единицы до девяти. Такая система принята напр. для очень распространенных полуавтоматических машин Монроэ (фиг. 35, где 1—числоустановочные клавиши, 2—установочная пластинка, 3—ступенчатый сектор, 4—сектор с 5 зубцами, 5—передаточная шестерня, 6—цифровое колесо). Общий вид машины дан на фиг. 36. Машина приводится в действие электромотором.

Полуавтоматич. машины имеются в моделях, представляющих собою переход к машинам вполне автоматическим. Напр. нек-рые модели снабжаются мультипликатором, состоящим из 10 кнопок от 0 до 9. Нажатие на какую-нибудь кнопку заставляет машину сделать соот-



Фиг. 36.

ветствующее количество оборотов и автоматически передвинуть каретку в высший разряд, что механизмирует процесс работы на умножение, избавляя оператора от необходимости следить за тем, какое число появилось в оборотном счетчике. Другие модели устроены так, что деление производится автоматически, т. е. после установки делимого на цифровых колесах результатного счетчика и делителя на клавиатуре достаточно поставить каретки так, чтобы соответствующие разряды делимого находились



Фиг. 37.

против таковых же делителя и установить рычаг автоматич. деления. Машина производит деление без участия оператора, т. е. в каждом разряде доводит деление до отрицательного остатка, после чего делается корректирующий ход, и машина автоматически переходит в следующий разряд и так до приведения каретки в исходное положение. Добавление к полуавтоматич. машинам двух указанных выше приспособлений превращает их в полные автоматы. Типичным образом подобного рода машины является последняя модель—машина «Мерседес-Эвклид». Схема конструкции «Мерседес» показана на фиг. 37. Привод 1 соединяется с кривошипом 2 для сложения или 3 для вычитания. Шатуном 4 или 5 приводится в движение 10

зубчатых реек 6, причем благодаря пропорциональному рычагу 7 одна крайняя рейка перемещается на 9 зубцов, другая остается неподвижной, а промежуточные получают пропорциональное перемещение. Установочные шестерни 8, передвигающиеся по квадратным осям 9, ставят в нужное положение (на фиг. число 5419) и получают от зубчатых реек соответствующие повороты, регистрируемые на цифровых колесах 10 счетчика через передаточные шестерни 11. Пропорциональный рычаг 7 смещается при сложении в положение I, а при вычитании в положение II. Работа на сложение и вычитание на машине «Мерседес» производится поворотом шестерен в одном и том же направлении, т. е. эта машина производит вычитание, как сложение дополнительных чисел.

Лит.: Лепи К., Счетные машины, пер. с нем., М.—Л., 1928; Випер Я. и Неслуховский С., Энциклопедия счетных машин, вып. I, М.—Л., 1934; их же, Руководство по работе на счетно-аналитических машинах, М., 1931; Дроздов Ф., Счетные машины, М., 1925; Willers Fr., Mathematische Instrumente, В.—Lpz., 1926; Дюк, Katalog math. u. math.-phys. Modelle, Apparate u. Instrumente, Мch., 1892; Nachtrag dazu, Мch., 1893; Wartin E., Die Rechenmaschinen u. ihre Entwicklungsgeschichte, В. 1., Pappenheim, 1925; Feindler R., Das Hollerith-Lochkartenverfahren, В.; 1929.

СЧЕТЧИК электрический, прибор, учитывающий и регистрирующий электрич. энергию. Затрачиваемая в цепи приемников за известный промежуток времени энергия в общем случае м. б. выражена ур-ем:

$$W = \int_{t_1}^{t_2} VI \cos \varphi dt,$$

где V и I —соответственно напряжение и сила тока в цепи, $\cos \varphi$ —коэф. мощности, $t_2 - t_1 = t$ —промежуток времени, в течение к-рого в цепи расходуется электрич. энергия. В частном случае, когда V и $\cos \varphi$ постоянны, энергия, затраченная в цепи за время от t_1 до t_2 , выразится:

$$W = V \cos \varphi \int_{t_1}^{t_2} I dt.$$

С. первой категории, учитывающие значение интеграла $\int_{t_1}^{t_2} VI \cos \varphi dt$, называются С. электрич.

энергии и регистрируют израсходованную электрич. энергию в Wh (гекто- и киловатт-часах). С. второй категории, учитывающие значение интеграла $\int_{t_1}^{t_2} I dt$, называются С. количества электричества (ампер-часов) и регистрируют его при постоянном токе в ампер-часах.

С. электрической энергии. Во всяком С. в конструктивном отношении различают две основные части: 1) подвижную, перемещение к-рой в каждый данный момент зависит от значения величины $VI \cos \varphi$, и 2) сцепленный с ней счетный механизм, автоматически учитывающий

величину $\int_{t_1}^{t_2} VI \cos \varphi dt$. Наиболее распространены на практике С. электродинамические (гл. обр. для постоянного тока), индукционные (только для переменного тока) и более сложные С. двойного тарифа, С. излишков и др.

1) **Электродинамический С.** основан на принципе взаимодействия двух определенных образом расположенных обмоток при прохождении через них электрич. тока. Он пред-

ставляет собой обычный двигатель постоянного тока, но без железа в магнитной системе и якоря. Магнитное поле создается двумя неподвижными катушками A (фиг. 1) с толстой обмоткой, включаемыми последовательно в цепь токоприемника (питаются полным рабочим током I). В пространство между неподвижными катушками помещают якорь B , состоящий из тонкой обмотки и не содержащий железа, питаемый через коллектор K и щетки C напряжением цепи V . Последовательно с обмоткой якоря включается добавочное безиндукционное сопротивление r . Вращающий момент M пропорционален мощности P , потребляемой приемником ($P = VI$). Диск D , вращаясь в поле постоянного магнита H , создает тормозной момент $M_T \equiv \Phi^2 \omega$, где Φ —создаваемый постоянным магнитом поток, а $\omega = \frac{dn}{dt}$ —угловая скорость вращения (n —число оборотов якоря). При равномерной скорости вращения $M = M_T$, т. е.

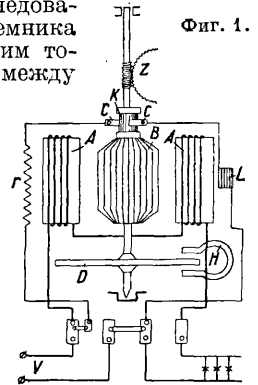
$$VI dt \equiv dn]$$

и

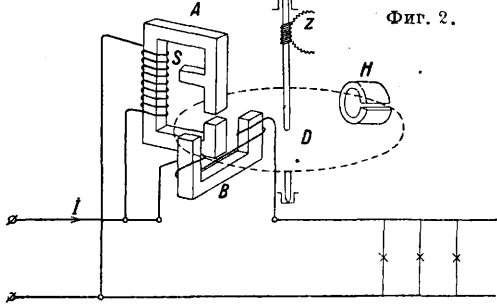
$$(n_2 - n_1) \equiv \int VI dt \equiv W.$$

Г. о. число совершенных С. оборотов пропорционально энергии, потребленной приемником. Компенсирующая обмотка L , включаемая последовательно с якорем, создает добавочный вращающий момент, увеличивающий чувствительность С., которая сама по себе невелика вследствие сравнительно большого веса подвижной системы и малого вращающего момента. Для уничтожения с а м о х о д а (вращения С. без нагрузки при наличии напряжения) на оси С. имеется железная проволока, к-рая, проходя мимо тормозного магнита, притягивается им. Ось якоря упирается в агатовую пятау, в верхней части—вращается в подшипнике. Бесконечный винт в верхней части оси сцепляется с зубчатым колесом Z , к-рое является первым в системе подобных колес счетного механизма (не указаны на чертеже). Точность электродинамич. С. 1,5—4% при изменении нагрузки от 5 до 125%. Потребляемая мощность в ответвленной обмотке 1,3—2 W на 100 V, в последовательной 1,5—30 W (в зависимости от номинальной силы С. 30 W соответствует 1 000 А). Вращающий момент 5—15 гсм. Вес якоря 75—200 г. Чувствительность ~1%. Скорость вращения 50—100 об/м. (при полной нагрузке). Перегружаемость ок. 25%. Строятся электродинамич. С. для номинальных сил токов от 5 А до 10 000 А. У С. на силу тока больше 1 000 А применяют внешние шунты.

2) **Индукционный С.** основан на принципе вращающегося магнитного поля и по идее представляет собой асинхронный двигатель. В однофазных индукционных С. (фиг. 2) вращающееся поле создается двумя полями (электромагниты A и B), смещенными друг относительно друга на 90° . Действию вращающегося поля подвергается короткозамкнутый ротор (обычно алюминиевый диск D), могущий вращаться свободно. Его приводит во вращение взаимодействие между вращающимся полем и



токама Фуко, которые это поле порождают в диске. При этом диск испытывает торможение под воздействием постоянного магнита H , как в электродинамич. С. Ось алюминиевого диска при помощи червячной передачи сцеплена со счетным механизмом, на к-ром м. б. отсчитана



энергия, т. к. она пропорциональна числу оборотов. Принцип действия С. заключается в следующем. Если два переменных магнитных потока Φ_1 и Φ_2 пронизывают металлич. диск, то каждый из них индуцирует в диске эдс, отстающую на 90° от соответствующего потока; создаваемые в диске этой эдс токи при взаимодействии с другим потоком создают вращающий момент

$$M = k\Phi_1\Phi_2 \sin \psi,$$

где k —коэф. пропорциональности, ψ —угол сдвига между потоками. В индукционных С. один из потоков Φ_1 создается последовательной обмоткой (фиг. 2, электромагнит B), по которой проходит ток приемника I , второй поток Φ_2 создается ответвленной обмоткой (электромагнит A), питаемой напряжением цепи V . Поток Φ_2 отстает от V на угол $\beta = 90^\circ + \alpha$, где α —угол отставания Φ_1 от I . Если I отстает от V на угол φ , то

$$\psi = (90^\circ + \alpha) - (\varphi + \alpha) = 90^\circ - \varphi$$

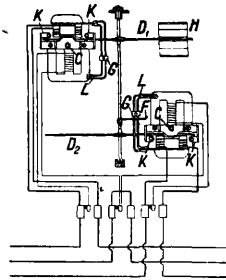
и окончательное выражение для момента вращения M будет

$$M = k'VI \cos \varphi,$$

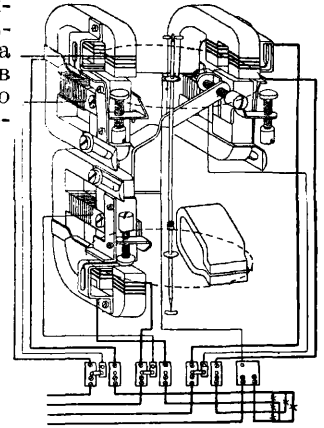
т. е. M пропорционален мощности, потребляемой приемником. Поток Φ_1 дважды пронизывает диск D ; поток, создаваемый ответвленной обмоткой, разветвляется, причем большая часть его замыкается как поток рассеяния через магнитный шунт S , а меньшая часть Φ_2 пронизывает диск один раз. Такое значительное рассеяние при наличии реакции диска на поток Φ_2 создает необходимый сдвиг β между Φ_2 и V . Для регулирования угла ψ применяют перемещаемые короткозамкнутые витки на магнитной цепи потока Φ_2 или Φ_1 , иногда—неподвижную обмотку из нескольких витков, замкнутую на регулируемое сопротивление. Перемещение короткозамкнутого витка или изменение регулируемого сопротивления изменяет угол β или α .

Индукционный С. трехфазного тока представляет собой соединение в одном приборе двух индукционных однофазных С., показания к-рых автоматически суммируются в счетном механизме прибора. Ось прибора (фиг. 3) несет два алюминиевых диска D_1 и D_2 , являющихся подвижными элементами двух однофазных индукционных С. Для компенсации трения (в С. фирмы Isaria-Zählerwerken AG) на железных сердечниках электромагнитов помещены подвижные железные пластины K , создающие до-

полнительный вращающий момент. Для достижения сдвига фаз в 90° между действующими здесь магнитными полями в каждой магнитной системе имеется короткозамкнутая обмотка L с подвижным контактом G , изменяющим ее сопротивление. Регулирование вращающего диска усилия в каждой магнитной системе достигается с помощью железных винтов C , меняющих магнитные потоки утечки. Для избежания самохода С. при повышенном напряжении в сети и выключенной при этом нагрузке служит добавочный тормоз F в виде проволочки, притягиваемой электромагнитами. Для учета электрич. энергии в цепи трехфазного тока с нулевым про-



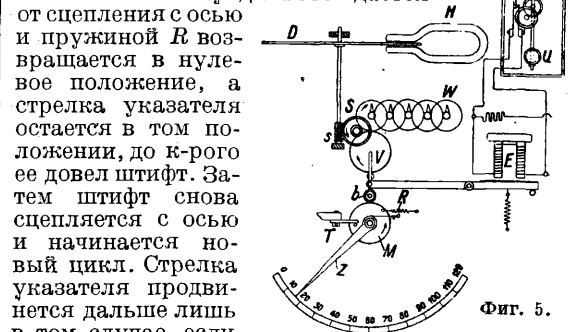
Фиг. 3.



Фиг. 4.

водом применяют С., представляющие собою три однофазных С., подвижные системы которых укреплены на общей оси (фиг. 4).

3) Специальные С. а) При максимальной тарифе применяются указатели максимальной мощности или в виде самостоятельных приборов или вместе с С. Чаще применяется вторая система. Стрелка указателя Z (фиг. 5) подталкивается штифтом T , приводимым в движение от оси С. в течение определенного промежутка времени (от 15 мин. до 1 ч.); штифт затем на несколько секунд освобождается

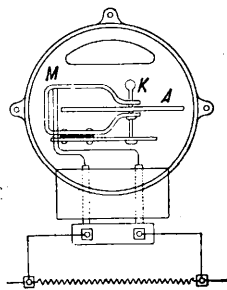


Фиг. 5.

от сцепления с осью и пружиной R возвращается в нулевое положение, а стрелка указателя остается в том положении, до к-рого ее довел штифт. Затем штифт снова сцепляется с осью и начинается новый цикл. Стрелка указателя продвигается дальше лишь в том случае, если потребленная приемником за второй интервал энергия будет больше, чем за первый; в противном случае стрелка останется в том же положении. Сцепление штифта с осью С. производится специальными часами U (С. времени) через электромагнит E (на фиг. 5: D —диск счетчика, H —тормозной магнит, s —червячная передача, S, W —счетный механизм, V, b, M —механизм, сцепляемый с червяком s для приведения в движение указателя Z , K —контакты, которыми зашунтирован электромагнит E). Указатель регистрирует максимальную энергию, потребленную за определенный про-

межутков времени. Величина интервала устанавливается в зависимости от характера станции. б) С. дв о й н о г о (вечерние часы—более высокий тариф, в остальное время суток более низкий) и т р о й н о г о (вечерние, дневные и ночные часы) тарифа имеют соответствующее количество счетных механизмов, которые сцепляются с осью С. поочередно в определенные часы суток. Переключение счетных механизмов производится с помощью особых часов, обычно через реле, причем часы могут обслуживать несколько С. в) С. и з л и ш к о в (п и к о в) учитывают энергию, расходуемую не ниже некоего определенного предела. Если мощность ниже определенной, С. не вращается. При тарифе излишков необходим кроме С. излишков нормальный С. или же С. излишков должен иметь два счетных механизма: один для учета всей затраченной энергии по нормальному тарифу, а другой для учета излишков энергии по дополнительному. г) С., у ч и т ы в а ю щ и е к а ж у щ у ю с я э л е к т р и ч е с к у ю э н е р г и ю: имеются С., учитывающие в определенных пределах угла φ с точностью до $\pm 3\%$ и учитывающие точно kWh при любых значениях φ .

С. количества электричества (ампер-часов). Измерение количества электричества в цепи постоянного тока производится: 1) при зарядке и разрядке аккумуляторных батарей, 2) при измерении энергии в цепи постоянного тока, если напряжение можно считать постоянным. С. ампер-часов включается последовательно в цепь приемника. Эти С. имеют циферблат в kWh и их долях, дешевле, меньше по весу и объему электродинамических и не потребляют энергии при отсутствии нагрузки, точность же их меньше, т. к. при колебаниях напряжения они регистрируют энергию неверно. 1) Э л е к т р о л и т и ч е с к и е С. основаны на разложении электролита электрич. током и представляют видоизменение обычных **вольтметров** (см.). Они подразделяются на С. газовые и металлические. В газовых о количестве электричества судят по объему оставшегося электролита или по объему выделившегося газа; в металлических—по объему выделившегося при электролизе



Фиг. 6.

металла. 2) М а г н и т о э л е к т р и ч е с к и е С. отличаются от электродинамических тем, что магнитное поле создается постоянными магнитами М (фиг. 6), а якорь А включается в цепь последовательно б. ч. через шунт. Якорь дисковый и питается при помощи коллектора К со щетками.

Лит.: Шумиловский Н., Электрические счетчики, Л., 1932 (литограф.; приложена библиография); СЭТ, Справочная книга для электротехников, Л., 1928 (общирная библиография); Базилиевич В., Электротехнические измерения и приборы, Ленинград, 1929; Ермаков В., Основы электрометрии, ч. 1, Москва—Ленинград, 1927.

СЫРЕЦ, см. *Кирпичное производство, Кокочмотание, Шелк, Льнопрядение.*

СЫРОВАРИЕ, сыроделие (второй термин более правильный), производство сыра, пищевого продукта, вырабатываемого из молока, гл. обр. коровьего, овечьего и козьего. Сырьем для сыра, как и для масла, является **молоко** (см.), но используется оно маслоделением

и С. неодинаково: тогда как в масло переходит из молока почти только одна составная часть—жир, сыр использует и жир и белки молока. В сыре из цельного молока количества жира и белка почти равны. Главные составные части сыра: белок (ок. 30%), жир (ок. 28%), вода (ок. 40%) и поваренная соль (ок. 2%). Сыр делается в СССР как правило из молока, обезжиренного в той или иной степени, и в этом случае сыроделие дополняет маслоделие или, наоборот, смотря по степени обезжиривания молока, т. е. по тому, какая отрасль является ведущей. Здесь производство комбинированное, где обрат (обезжиренное на сепараторе молоко), являющийся отходом маслоделия, используется в С. Стандарт СССР для различных видов сыров ставит степень обезжиривания в известные рамки, ограничивая относительную жирность сыров, т. е. %-ное содержание жира в сухом веществе сыра: п о л н о ж и р н ы е сыры должны иметь не ниже 45%-ной относительной жирности, жирные—не ниже 40%-ной относительной жирности, $\frac{3}{4}$ -жирные—не ниже 30%-ной, полужирные—не ниже 20%-ной, $\frac{1}{4}$ -жирные—не ниже 10%-ной и тощие—с относительной жирностью ниже 10%. Каждой жирности сыра соответствует особая марка с указанием относительной жирности, номера завода и условного обозначения его местонахождения. Кроме содержания жира в сырах нормировано и содержание воды. Сыр должен по содержанию в нем питательных веществ—жира и белка—соответствовать марке, и это ставит перед производством задачу так составить смесь цельного молока и обрата, чтобы она давала сыр, возможно ближе подходящий по относительной жирности к марке; напр. при жирности цельного молока 4,0% содержание жира в смеси его с обратом для 45%-ного сыра должно равняться 3,10%, для 40%-ного сыра—2,65% и т. д. При разбавлении молока обратом приходится принимать в расчет не только содержание в нем жира, но и содержание белка (точнее—казеина), которое повышается с повышением жира. Приблизительное соотношение в молоке (в %): а) жира—3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0 и соответственно б) казеина—2,14; 2,27; 2,40; 2,53; 2,66. Для расчетов в работе применяют спец. таблицы. С. использует из белков молока только **казеин** (см.), к-рый м. б. осажден с помощью сычужного фермента (или других близких ферментов, напр. пепсина) или же какой-либо к-ты, в частности молочной к-ты, образующейся в скисающем молоке. По способу осаднения казеина сыры разделяются на две группы—сычужные и кислородные, из к-рых большее значение имеет первая группа. Представители второй группы, к к-рой относится напр. т в о р о г, в большинстве случаев являются сырами местного значения. Между обеими группами существуют переходные виды, т. к. отдельные виды сыров являются частными проявлениями одного общего процесса, изменяемого комбинациями условий, в к-рых вырабатывается сыр.

Процесс выработки сыра в основном представляет следующее: молоко свертывается действием сычужного фермента или постепенного нарастания концентрации молочной к-ты, сгусток разрезается на куски (п о с т а н о в к а сырного зерна), масса сырных зерен в сыворотке нагревается до более высокой t° , чем t° сквашивания; по достижении сырным зерном определенной с у х о с т и оно из-

мельчается в куски различными для разных сыров способами, прессуется, солится и выдерживается при определенной t° в с ы р н ы х п о д в а л а х, где в это время и происходит созревание сыра. Свежая сырная масса (казеин) представляет собою почти нерастворимое трудно усвояемое вещество и становится легко усвояемой пищей только после того, как сложная молекула казеина претерпит под влиянием ферментов б. или м. глубокий распад на менее сложные частицы легко растворимых веществ. В созревании кисломолочных сыров участвуют почти исключительно бактериальные ферменты, в созревании же большинства сычужных сыров важную роль играет с ы ч у ж н ы й ф е р м е н т, во время свертывания молока переводящий казеин в нерастворимое состояние, а позже вызывающий превращение его в растворимые пептоны. Дальнейший распад пептонов

развития молочнокислых бактерий. Деятельность их еще ускоряется по мере того, как сырная масса сохнет, т. е. из нее выделяется сыворотка: выделение сыворотки, увеличивая концентрацию казеина, обладающего буферными свойствами, усиливает жизнедеятельность бактерий, а жизнедеятельность бактерий, сопровождающаяся образованием из молочного сахара молочной к-ты, усиливает выделение из сырной массы сыворотки. Процесс выделения сыворотки во время обработки сырной массы в котле обусловлен в первую очередь молочнокислым процессом, остальные факторы (t° -ные условия, дробление) регулируют его в связи со степенью молочнокислого процесса.

Различных видов сыра насчитывается до 250. В иностранной специальной литературе имеются попытки классифицировать это разнообразие сыров, но все они являются в сущности

К л а с с и ф и к а ц и я м о л о ч н ы х с ы р о в.

| Отделы | Классы | Секции | Представители |
|---|---|--|---|
| I. Сычужные сыры | | | |
| А. Выработывающиеся из молока с высокой степенью зрелости | 1. Со вторым нагреванием (твердые) | а) С высоким вторым нагреванием | Качкавал, пармезан, чечиль |
| | 2. Без второго нагревания (мягкие) | б) С созревaniem сырной массы до формования и посолки Сыры самопрессующиеся | Чеддар и другие английские сыры Камембер, бри (см.) и другие французские мягкие сыры Швейцарские сыры |
| Б. Выработывающиеся из молока с низкой степенью зрелости | 1. Со вторым нагреванием | а) С высоким вторым нагреван. б) С низким вторым нагреван. 1) Сыры прессуемые 2) Сыры самопрессующиеся | Голландские сыры, степной сыр Тильвант, русский <i>бахтейн</i> (см.), тушинский |
| | 2. Без второго нагревания | 1) Сыры прессующиеся 2) Сыры самопрессующиеся а) Созревающие без участия плесеней б) Созрев. при участии плесеней, развив. в сырной массе | Брынза Лимбургский и другие немецкие мягкие сыры Рокфор |
| II. Кисломолочные сыры | | | |
| А. Свежие творожные сыры | 1. Из цельного молока 2. Из обезжир. молока | | Сливочные сырки Творог Зеленый сыр |
| Б. Выдержанные творожные сыры | 1. Сырная масса созревает до формования 2. Сырная масса созревает после формования | | Немецкие выдержанные кисломолочные сыры |

вплоть до аминокислот вызывается бактериальными ферментами. Наиболее важными бактериями, необходимыми как для обработки сырной массы, так и для превращения ее в зрелый сыр, являются молочнокислый стрептококк (*Streptococcus lactis*) и сырная палочка (*Bacterium casei*). Первый вид бактерий развивается в самом молоке до его переработки во время с о з р е в а н и я или вносится в молоко в виде чистой культуры, второй обычно вносится в молоко в виде культуры самодельной сычужной закваски, представляющей собою настойку на сыворотке телячьих сычужков, в которой разрастается сырная палочка, или же в виде чистой культуры. Применение чистых культур является наиболее рациональным приемом, дающим производству наибольшую гарантию против случайностей действия д и к и х р а с бактерий, и поэтому этот прием все более и более вводится в производство в СССР. Количество культуры составляет в среднем 0,5% от количества молока. Молочнокислые бактерии особенно усиленно начинают развиваться в молоке с момента внесения сычужной закваски, т. к. t° , благоприятная для действия сычужного фермента (в среднем 32°), благоприятна и для

торговыми классификациями, ставящими на первое место признаки готового сыра, его твердость, характер корки, часто совершенно не считаясь с особенностями выработки сыра, определяющими процесс созревания. Такая классификация не вносит порядка в дело изучения сыра как продукта определенного процесса и не помогает освоению производства новых для СССР видов сыра. Главные группы сыров, в основу классификации которых положены наиболее важные моменты производства их, приведены в таблице классификации молочных сыров.

Из приведенных сыров наибольшим уд. в. в мировом производстве обладает ч е д д а р, на долю которого приходится до 40% всего сыра, обращающегося на мировом рынке, второе место занимают французские мягкие сыры, третьи — швейцарские, четвертое — голландские. Чеддар для СССР представляет особый интерес как предмет экспорта. Главным потребителем его является Англия. Первые опыты экспорта его с Алтая дали хорошие результаты. Из СССР экспортируются кроме чеддара швейцарский сыр в Германию (из Закавказья) и брынза в Грецию и Турцию.

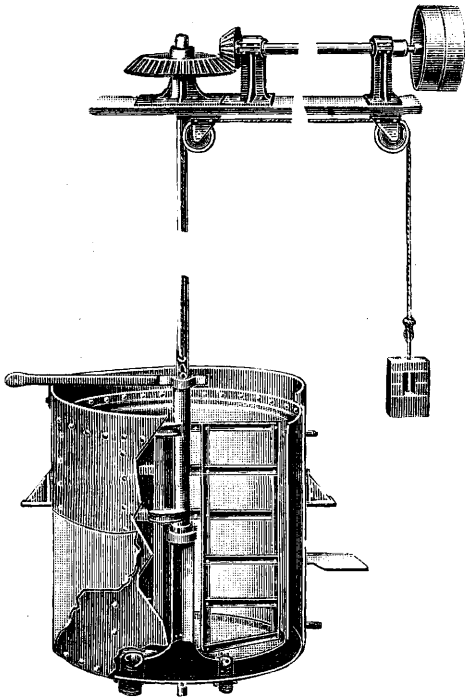
В СССР вырабатываются гл. обр.: голландские сыры, швейцарские, брынза, тильзит и русский бакштейн. Производство чеддара только начинает развиваться на Алтае. Ниже приводятся основные данные процесса выработки жирных сыров: для неполножирных t° сквашивания и второго нагревания тем ниже, чем ниже жирность, в среднем на $\frac{1}{2}$ — 1° на каждые 10% относительной жирности, кроме того у неполножирных сыров и зерно крупнее.

Ч е д д а р. Перед заквашиванием молоко должно иметь кислотность ок. 22° по Тернеру. Темп-ра сквашивания 30° ; размер зерна 1 см³, t° второго нагревания 40° ; прессование на специальных чеддарных прессах не меньше 1 суток. Форма сыра—цилиндр \varnothing 36 см, высотой 27—28 см. Вес сыра 30—31 кг. Продолжительность созревания 4—6 мес. Б р и н з а и к а м е б е р отличаются один от другого размерами и несколько большей сухостью бри. Зрелость молока для камамбера 20 — 22° t° . Темп-ра сквашивания 29 — 30° , продолжительность сквашивания 1,5—2 ч. В формы калье раскладывают без всякой обработки кроме дробления при раскладке. Формовка камамбера групповая: сразу наполняется до 50 форм с помощью особого приспособления—**ф о р м о в о ч н о й в о р о н к и** с отверстием для каждой формы; для бри каждая форма наполняется отдельно. Форма зрелого камамбера—цилиндр \varnothing 12 см, высотой 2,5—3 см, вес одного сыра ок. 300 г. Форма бри—цилиндр \varnothing 40 см, высотой 2,5—3 см, вес одного сыра ок. 3 кг. Для правильного созревания сыра необходима смена на поверхности его роста различных микроорганизмов: **м о л о ч н о й п л е с е н и** (*Oidium caseumberti*), **б е л о й п л е с е н и** (*Penicillium album*) и бактерий, образующих на поверхности сыра красноватую слизь. Внутри сырного теста необходимо развитие молочнокислых бактерий. Все эти микроорганизмы вносятся в молоко и наносятся на поверхность сыра в виде чистых культур. Продолжительность созревания сыра 35—45 дней. **Ш в е й ц а р с к и е с ы р ы.** Характерным для швейцарских сыров является высокое второе нагревание (в среднем 55°), временно приостанавливающее кислотообразование в сырной массе и ослабляющее или даже разрушающее сычужный фермент. Приостановка кислотообразования обуславливает требование и сравнительно высокой зрелости молока (18 — 20° t°). Особенность t° -ных условий определяет отличие от других сыров течение биохимич. процесса созревания сыра и отличия его вкуса от вкуса других сыров. Швейцарские сыры до недавнего времени формировались исключительно большими кругами (цилиндр \varnothing до 1 м, высотой 15 см, весом 60—100 кг). Сначала в США, а в последние годы и в СССР швейцарские сыры стали на нек-рых з-дах формироваться в виде брусков ($50 \times 20 \times 16$ см). Эта форма представляет, особенно для социалистического крупного производства, большие преимущества по сравнению со старой: малый вес (18 кг), облегчающий уход за сыром, большее использование емкости сырных подвалов и транспортных средств; теперь новая форма по плану должна постепенно в сырodelии СССР вытеснить старую форму. Темп-ра бродительного подвала для швейцарского сыра, где он находится 1—2 мес., 20 — 25° , холодильного 12 — 15° . Продолжительность созревания 8—12 месяцев; при пастеризации молока и высокой t° подвала созревание сокращается до 3 мес. **Г о л л а н д с к и е с ы р ы.** Темп-ра сквашивания 32 — 33° , t° второго нагревания 38 — 40° . Зерно ставится размером с зерно гречи. Корка голландских сыров во время созревания их моется. Темп-ра подвала 12 — 15° . Продолжительность созревания 3—5 мес. **Ф о р м а э д а м с к о г о сыра**—шар \varnothing 16—17 см, вес 2—2,5 кг; **б р у с к о в о г о**—прямоугольный параллелепипед $30 \times 15 \times 13$ см, вес ок. 6 кг; **г а у д а**—цилиндр \varnothing 36 см, высотой 11 см, вес ок. 11 кг. Гауда и брусковый обладают крупными преимуществами по сравнению со старой формой эдамского сыра и в плане развития сырodelии СССР должны постепенно заменить круглую головку. Тильзит и русский бакштейн—сыры, отличающиеся один от другого только формой. Температура при выработке несколько ниже, чем при выработке голландских сыров, зерно ставится несколько крупнее, что определяет более высокое содержание воды в них. Самопрессование сыра без всякого груза оставляет у него неровную корку, требующую выравнивания во время процесса созревания (иначе в неровностях будет расти плесень); это достигается затиранием корки слизью, появляющейся на сырах. **Ф о р м а тильзита**—цилиндр диаметром 16 см, высотой 7—8 см, весом 2,0—2,3 кг; **бакштейна**—прямоугольный параллелепипед $17 \times 17 \times 8$ см, весом 2,2—2,6 кг. Температурные условия и продолжительность созревания близки к таковым голландских сыров. **Б р ы н з а**—сыр из овечьего молока (допускается небольшая примесь козьего). Калье из чана, где сквашивается молоко, перекладывают на наклонный стол в большие салфетки из реидой ткани, углы салфеток завязывают крест-на-крест, сверху накладывают доску и груз. Стекание сыворотки продолжается 6—12 ч., в течение н-рых масса несколько раз перепрессовывается. Отпрессованную сырную массу режут на кубики, кладут

на 12—24 ч. в крепкий рассол, затем брыну для хранения перекладывают в бочки и заливают рассолом. Рассол в бочках меняется 1 раз в месяц. **З е л е н ы й с ы р.** Казеин, осаждаемый из горячего обратка кислой сывороткой, складывают в ящики, кладут сверху деревянные щиты и груз и дают созреть в продолжение 1—1,5 мес. Созревший сырную массу растирают с солью и слабляют молотым доноким (*Meiilotus*), формируют и сушат. **Т в о р о г** вырабатывают из обратка, режут из цельного молока. Обрат или молоко (лучше пастеризованное) заквашивают в деревянных чанах при температуре около 30° чистыми культурами. Готовое через 8—12 ч. калье (простокваша) перекладывают в особые бани и нагревают в горячей воде или духовых печах до температуры 38 — 40° для ускорения выделения сыворотки (о т в а р н а). Отваренный творог выкладывают на железные луженые решета; после окончания стекания сыворотки и охлаждения перекладывают в деревянные кадки и отпрессовывают в них для удаления прослоек воздуха. В закупоренных кадках творог транспортируют и хранят.

При низком качестве сырья сыры могут получиться с теми или иными пороками вкуса, запаха, консистенции теста, рисунка и внешности. Контроль качества сыра в СССР выполняется Государственная молочно-масляная инспекция. В качестве мер борьбы с низким качеством сырья, чаще всего обуславливаемым наличием в нем вредных микроорганизмов, дающих сыру плохой вкус или вспучивающих его, применяют селитру (в количестве до 30 г на 100 кг молока), чистые культуры молочнокислых бактерий, пастеризацию молока при 63 — 65° в течение 20—40 мин. или при 72 — 75° в течение долей минуты (в приводном пастеризаторе). После пастеризации молока в него обязательно вносят чистые культуры молочнокислых бактерий. Пастеризация молока во многих случаях даже и при низком качестве его дает возможность вести процесс выработки сыра почти по шаблону, что является крупным преимуществом. Колхозное и совхозное животноводство, дающее молоко высокого качества, открывает дальнейшие возможности в этом направлении. Рабочий процесс выработки сыра механизирован еще очень слабо; механизацию задерживает сильное еще убеждение сырodelов в необходимости и с к у с т в а мастера при постановке зерна; однако при высоком качестве молока или исправлении его путем пастеризации необходимость в напряженном наблюдении за процессом обработки калье отпадает, и становится возможным механизировать процесс. При выработке швейцарского сыра применяют приводные мешалки (см. фигуру), освобождающие рабочих на время вымешивания сырной массы в котле, остальные работы при производстве швейцарского сыра ведутся вручную. В Голландии всю обработку сырной массы в больших ваннах емкостью 4000—6000 л производят приводными механизмами, формуя же и запрессовку—вручную. Посолка сыра в рассоле менее трудоемка, чем посолка кристаллич. солью, и на этот способ переходит все крупное производство сыра в СССР. Для лучшего использования площади соляных бассейнов (соответствующей площади соляных) сконструированы деревянные этажеры, на которые укладывают сыры и вместе с этажерами погружают на все время посолки в рассол. Выем этажеров производится также механически (с помощью полиспастов). На этих же этажерах, поставленных на тележки или подвешенных к тележкам подвешенного пути, сыр может передаваться из соляных в другие отделения подвала. Для нек-рых сыров механизированы до нек-рой степени процессы ухода во время созревания, напр. мытье эдамского сыра во врашающихся бочках, протыкание иглами и оскабливание рокфора, но и здесь предстоит

еще большая работа по рационализации. Больше механизирован рабочий процесс при производстве мелких кисломолочных сыров, где почти на всех стадиях м. б. поставлены машины. Научно-изобретательская работа в области механизации рабочих процессов в С. начинается



развертываться в СССР. Направление работы взято на сокращение срока созревания сыра, механизацию рабочих процессов. Эта работа объединяется Научно-исследовательским молочным ин-том (НИМИ) Наркомснаба.

Основным оборудованием сыродельного производства являются котлы и ванны для свертывания молока и обработки в них сгустка, инструменты для обработки сгустка, сырные сточные столы, формы, прессы, соляные бассейны, сырные полки, парафинеры. Котлы и ванны снабжены паровой рубашкой для нагревания молока и сырной массы. При дешевой электроэнергии котлы иногда обслуживаются электрическими установками (Швейцария, Тироль). Простейшие парафинеры представляют собою ванны, в которых плавится парафин для погружения в него сыра с обсушенной коркой. Парафин уменьшает высыхание сыра при хранении. Усовершенствованные парафинеры покрывают сыр тонким слоем парафина (пудреризация), вывозимого в расплавленном состоянии. Выход сыра, т. е. отношение веса готового продукта к весу затраченного сырья, зависит от многих факторов. Важнейшие группы факторов: состав и качество молока и метод обработки. При правильном контроле производства, когда в технич. журнал заносит количество молока, содержание в нем сухого вещества, содержание в сыворотке сухого вещества, количество сыра и содержание в нем сухого вещества, выход сыра исчисляется по ф-ле Петера-Вегмана: $Vc = 100 \frac{M - \text{сыв.}}{C - \text{сыв.}}$, где Vc —выход сыра в % от количества молока, M —содержание в молоке сухого вещества в %, сыв. —содержание в сыворотке сухого ве-

щества в %; C —содержание в сыре сухого вещества в %. Отход производства жирных сычужных сыров—жирная сыворотка—содержит значительное количество жира (0,5—0,8%); ее сепарируют и из сливок сбивают и о д с ы р н о е м а с л о. Для расчета выхода подсырного масла служит ф-ла Калантара: $Vm = \frac{88}{\mathcal{J}}$, где Vm —количество весовых единиц сыворотки, дающих 1 вес. единицу масла, \mathcal{J} —содержание жира в сыворотке в %. Сыворотка от неположирных сыров содержит жира меньше и не сепарируется. Обезжиренная сыворотка содержит еще 6,0—6,5% сухого вещества, состоящего гл. обр. из молочного сахара (4,5—5%). Сыворотка используется как корм свиньям или в качестве сырья при производстве молочного сахара (см.). В последнее время разработаны методы получения из сыворотки молочной кислоты.

С 1912 г. в Швейцарии началась фабричная переработка сыра—производство плавленого сыра. В настоящее время ф-ки плавленого сыра насчитываются за границей сотнями. Плавить можно любой достаточно созревший сыр. Первоначальной целью плавления было использование сыра, хорошего по вкусу, но с пороками корки или рисунка теста. Теперь перерабатывают сыр и безупречного качества. Переработка состоит в том, что сыр срезают корку, размельчают на вальцовках, смешивают в месильных машинах массу разных сыров с добавлением химических, содействующих получению равномерной консистенции готового продукта (лимонная к-та, соли фосфорной к-ты), доводят в вакуум-аппаратах при постоянном помешивании t° массы до 65—70°, причем масса приобретает консистенцию густого сиропа, и разливают ее по формам. Формы: цилиндр диаметром 24 см и высотой 2,5 см, сектор этого цилиндра ($\frac{1}{8}$ или $\frac{1}{2}$ ч.) или брусок весом до 2 кг. Сырки завертывают в листовое олово или алюминий. Они чрезвычайно удобны для потребителей и обладают большой прочностью при хранении (до 2 лет).

Лит.: Королев А. Н., Основы практич. сыроделия, М.—Л., 1930; Попов А. А., Сыроварение, М., 1928; Сорокин В. В., Сыроварение, Л., 1931; Лебедев Д. С., Производство голландского сыра, М., 1926; Вуквардт и Лерчер Д. Д., Справочник по технологии молока, М.—Л., 1931; Тисдел О., Практич. сыроварение, пер. с англ., М., 1925; Рагозин П. М., Варка зеленого сыра, М., 1910; Калантара А. А., Сыроварение, М., 1931; Королев А. Н. и Власов А. И., Производство брынзы венгерским способом, М.—Л., 1931; Флейшман В., Сыр банштейн, Вологда, 1926; Ран О. у. S h a r p P., Physik d. Milchwirtschaft, В., 1928; Euglings Handbuch d. praktischen Käseerei, hrsg. v. H. Weigmann, В., 1923; Peter A., Anleitung zur Fabrikation u. Behandlung des Emmentalerkäses, Bern, 1930; Roeder H., Allgäuer Rundkäseerei nach Emmentaler Art, Hildesheim, 1925; Hussmann J. Fr., Anleitung zur Emmentalerkäseerei, Stg., 1919; Lempenauer H., Die Herstellung von Weichkäsen in Allgäu, Kempten, 1927; Brandis T., Die Herstellung von Quark- u. Sauermilchkäsen, Hildesheim, 1922; Winkler W., Grimmer W. u. Weichmann H., Handbuch d. Milchwirtschaft, В. 2, Т. 4 u. 2, W., 1931; Martens E., Le roquefort, P., 1906; Thomas Ch. A. Fisk W.-W., The Book of Cheese, N. Y., 1923; Samis J. L., Suzuki S. K. a. Laabs F. W., Factors Controlling the Moisture Content of Cheese Curds, «Wisc. Univ.», 1910, Res. Bul. 7; Butenshon H., Die Herstellung von Schmelzkäse, Hildesheim, 1931; Gratz, Die Technik d. Schmelzkäsestellung mit genauen Fabrikanweisungen, Kempten, 1931. А. Королев.

СЫРОМАТЬ—условный термин. ОСТ 1335 так определяет С.: «Кожей сыроматью называется кожа, выделанная из шкур крупного рогатого скота или из шкур верблюдов, обезвоженная, смятая в мялке с примесью жиров и

идущая преимущественно на подшивку частей конского снаряжения, а также и на другие изделия, требующие мягкой, плотной и прочной на разрыв кожи». Секция НТС кожпромышленности дала такое определение: «Сыромять есть кожа, в к-рой разделение пучков волокон между собою на волокна и отдельные фибриллы достигается путем механич. операций сгибания и разгибания голья (мятья) в состоянии, соответствующем небольшой влажности, а возможность дальнейшего склеивания устранена путем отложения между волокнами смазочного вещества. В силу такого характера сыромяти волокна обладают максимальной подвижностью, и путем простых механич. операций м. б. изменено число их в единице объема (посадка), что приводит к значительной прочности на разрыв». Технич. руководители как наших з-дов, так и заграничных со словом «сыромять» соединяют представление о фабрикатах, неодинаково сработанных, с различными качествами и свойствами. Методика выработки С. научно не разработана, а потому и методы выделки ее еще кустарные, хотя выполняются на громадных з-дах, прекрасно оборудованных двигателями и машинами-мялками.

В литературе известна С.: киргизская (калмыцкая), донская, кавказская, немецкая (зольно-хлебная), венгерская, скребленая, хлебная и пиклевая. В СССР наиболее распространена выделка С. х л е б н о й.

Для выработки С. мастера стараются получить сырье, консервируемое мокросолением, решительно избегая пресносухого. Надо считать бесспорным, что все сырье поступает на сыромятные з-ды в сыросоленом виде, а потому и замочка д. б. такова: шкуры следует закладывать сразу в промывной барабан и при непрерывном притоке потока воды промывать от 3—4 до 1 ч. Из барабана сырье скидывать на 10—12 ч. в холодную (10—15°) чистую воду, тратя ее на 1 кг шкур 5 л. Описанной обработкой шкур достигается обычно полное обводнение сырья, и оно м. б. подвергнуто мездрению, к-рое на современных машинах выполняется скоро, экономично и безболезненно (см. *Кожевенное производство*). Омездренные шкуры поступают в опарку для обезволаживания, а гольем— для дубления в квасе. Обезволаживание (сгонка волоса, опаривание) достигается выдерживанием шкур в болтушке из воды и муки, иногда с добавкою соли. Теория процесса еще не ясна. Полагают, что крахмал, содержащийся в муке, является источником образования к-г в опарке и что они действуют разрушающе на клетки, связывающие луковичку волоса с дермою и этим, нарушая связь волоса с нею, облегчают его удаление. Неоднократные исследования болтушки (опарки) показали, что она постепенно прокисает и в результате (дня через три) содержит в 1 л (в э) кило: молочной—0,8, уксусной—0,2, муравьиной—0,03 и масляной—0,01, выделяя во время прокипания следующие газы: углекислоты 22—44%, водорода 28—53%, азота 24—26% и кислорода 1—4%. Рецептура изготовления опарки крайне разнообразна. Вполне различные результаты могут получаться при пользовании следующим рецептом. В чан наливают воду (t° 20°), всыпают половину высчитанного (потребного) для партии количества муки, хорошо разбалтывают и оставляют в покое дня на три (на половине советских з-дов поступают так: половину муки разбалтывают в особом ча-

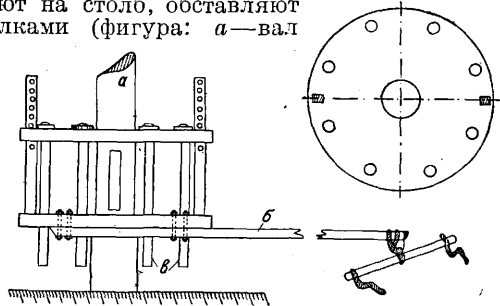
не в холодной воде и затем болтушку разваривают острым паром в течение часа, потом охлаждают до t° 20°; «варю» сливают уже в д о ш н и к—опарочный чан); по истечении указанного времени мучная болтушка окажется в б. или м. мере прокисшей и с этого времени получит название «опарки», в которую уже можно будет скинуть сырье. Большинство мастеров при скидке шкур независимо от того, как они были консервированы, вводит в опарочную жидкость нек-рое количество поваренной соли; другие мастера прибавляют к опарке соль только в том случае, если сырье для переработки поступило парное; иногда же работают и без соли. Шкуры, скинутые в посоленную или непосоленную опарку, остаются в ней до тех пор, пока волос не тронется, т. е. не явится возможность удалить его соскребанием тупяком на колодах, что бывает обычно на 20—30-й день. Зимой процесс обезволаживания затягивается, летом ускоряется, что зависит от t° опарочного отделения. Шкурам, скинутым в опарку, дают переборки и подкрепления. Переборки заключаются в том, что шкуры вынимают одну за другой из дощника, стараясь не терять опарочной жидкости, для чего их складывают на лоток или на доски, положенные на середине чана. По вынутии сырья в дощик всыпают часть оставшейся муки, давая остаток при следующей переборке, разбалтывают муку в опарочной жидкости, затем в подкрепленную т. о. опарку скидывают хорошо обтесанные шкуры. Переборки в 20—30 дней делают около десяти. Опарочную жидкость з-ды описываемого типа не подогревают, но в особо жаркие летние дни охлаждают льдом, если ее t° поднимается выше 20°. При таком способе опаривания (ослабления) волоса муки тратят 14—18 и даже 20%, а соли 2,5—5% от парного веса шкур. Обезволаженные шкуры—г о л ь е—одни не считают еще фабрикатом, полагая что голье станет С. тогда, когда оно выквасится—продубится другой же считают, что голье—фабрикат и в качестве доказательства указывают на наличие скребленой С. хорошего качества, к-рую можно получить и без квашения и даже без опарки х л е б о м волоса—простым соскребанием со шкуры волоса и отминкою голья; в к в а с и т ь (в ы д у б и т ь) можно выдерживанием обезволаженных шкур в той же самой опарочной жидкости, называемой на этот раз к в а с о м, в к-рой они выдерживались, но подкрепленной новой порцией муки до 18% и до 5% соли от парного веса шкур, или же в новой опарке, заводимой в новом дощнике. Голье квасится (дубится) тоже 20—30 дней и лишь после этого считается, что кожи готовы, что они продубились по с ы р о м я т н о м у. Выквашенные кожи вынимают из чана и, отнюдь не обмывая водою, завешивают в сушильню. Значительный расход муки на единицу веса шкуры, длительность процесса выделки, доходящая до 60 дней, побудили прибегнуть к ведению обезволаживания при более высоких t° (25—35°) и проверить необходимость выдерживания голья в опарочной жидкости (квасах) вообще, а в течение 20—30 дней в квасности. Оказалось, что с расходом муки от 5 до 10% от парного веса сырья можно тоже опарить шкуру, да заодно и выдубить, выквасить, ее с затратою всего 8—10 дней на оба акта. Причем технологич. процесс остается прежним. Новые пути, намечающиеся в выработке хлебной С., таковы. 1) Улучшение старого процесса: а) по линии экономии муки,

б) по линии замены ее другими материалами, в) по линии механизации процесса и благодаря этому ускорения его. 2) Коренное изменение старого процесса: а) в части обезволаживания и б) в части дубления.

Улучшения старого способа заключаются в более совершенном способе перевода крахмала в глюкозу и превращения последней в к-ты; достигают этого отсеиванием (разделением) муки от отрубей, разваркою отсеянной муки (оклейстериванием крахмала отдельно от отрубей) и добавкою отрубей к болтушке лишь при $t^{\circ} 70^{\circ}$, дабы не убить *диастаза* (см.). Благодаря этому использование крахмала муки идет полнее, а потому ее и требуется меньше. Дальнейшее улучшение заключается в замене вообще муки материалами, содержащими крахмал, и особенно такими, которые малоценны, например мелким, негодным для стола мороженным или полугнилым картофелем. Такие материалы, как например картофель, обрабатывают какою-либо кислотой, лучше соляною, под давлением или без давления—безразлично. В результате получается глюкоза, которая после нейтрализации кислоты содой служит источником образования молочной к-ты; попутно получается некоторое количество уксусной и муравьиной к-т, т. е. в результате мы имеем ту же опарочную жидкость, только из менее ценных материалов. Помимо изменения химической части процесса делают попытки ускорить обезволаживание С. путем валяния шкур в опарке, в барабанах. Однако оказалось, что волос, важный отход кожевального дела, выдираясь из шкур (кулаками аппарата), свойлачивается и теряет свою ценность. Квашение (дубление) в барабанах в отличие от опаривания получило распространение. Исключительная длительность процесса обезволаживания побудила некие з-ды обезволаживать шкуры сернистым натром (намазью, приготовленной из сернистого натра и извести) и затем квасить (пиклевать), см. *Пикель*. Употребление минеральных кислот—серной и соляной—привело к неважным результатам и было оставлено, но замена их органическими дала возможность получать фабрикаты уже вполне удовлетворительные. Весьма возможно, что этот путь явится правильным, в особенности если удастся применить с о ж а л ь и другие ему подобные, обезволаживающие шкуру плесени. Бактериология, обезволаживание и пиклевание (дубление) в барабане голья водным раствором смесей кислот молочной и уксусной—вот повидному правильный путь для выработки С. Процесс должен длиться в целом 5 дней. Молочную к-ту надлежит получать из отбросового картофеля путем превращения его соляной к-той в глюкозу, нейтрализацией к-ты и перевода глюкозы в к-ты—молочную, уксусную и др.

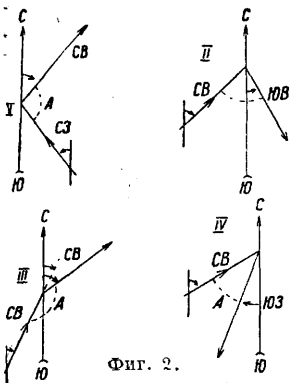
Необходимо также остановиться на выработке т. н. с к р е б л е н о й С. (Скребленая С., если для ее выработки берут не целые шкуры, а вырезанные полосы-ремни, носит название к а л м ы ц к о й, д о н с к о й, к а в к а з с к о й.) Раньше способ выделки скребленой С. был распространен в Поволжье, но исчез, уступив место способу хлебному. Сущность процесса выделки этого сорта С. сводится к тому, что со шкуры соскабливают или состругивают шерсть с б. или м. значительной толщины пластом со-сочкового слоя дермы; полученное т. о. голье считается готовым и без всякого квашения направляется в сушильню, а затем в отволожку и

в мялку для отминки. Этот способ, давая прочный фабрикат, требует толстого сырья и потому не находит себе широкого распространения. Тем или иным путем полученное голье сушится зимою в обогреваемых сушильнях, летом по возможности на вольном воздухе—летних сушильнях-вешалах. Совершенно высушенное голье отволаживается, мнется, расправляется на белке и сдается в кладовую как совершенно готовый фабрикат. Отволожка заключается в том, что сухие кожи, на минуту—две окунутые в опарочную жидкость, складывают штабелем, одна на другую, придавливая грузом и оставляют лежать до тех пор, пока влага, вернее опарочная жидкость, равномерно не распределится в них—кожи отволажат. Эта операция нужна для того, чтобы пересохшие в сушильнях кожи не ломались при мятке их в машине (мялке). Операция о т в о л о ж к и—очень серьезная операция; необходимо обводнить фибриллы кожевой ткани настолько, чтобы они не рвались, вполне отделялись друг от друга и после отделения при последующем лежании, хранении, вновь не склеивались. После отволожки, часа 4—10 сгустя, шкуры мнут. Цель мятья: расщепить пучки фибрилл на отдельные фибриллы, структурные единицы дермич. ткани, сделать их взаимно подвижными и лишить их склеиваемости в будущем. Достигается последнее тем, что кожи поочередно и башками и лапами прикрепляют (вставляют в щель и закрепляют цепями) к столбу мялки, наворачивают на столб, обставляют палками (фигура: а—вал



мялки, б—водило, в—палки) и прикрывают крышкой; т. о. кожи оказываются как бы в клетке (ящичке-кадетке). Если мы, наворачивая кожи и обставляя их палками, вертели влево, то, повертывая затем вал вправо, мы кожи заставим развертываться и мяться, при этом и происходит расщепление пучков фибрилл на отдельные фибриллы. Кожа перед мятьем и во время его неоднократно жирится конским, говяжьим, свиным салом или мездриным жиром с прибавлением к ним ворвани не более 40% по весу. Мятье (проминка) считается удовлетворительным тогда, когда по окончании его шкуры при рассмотрении их на свет не оказывают просвечивающих пятен. Полной проминки можно достичь в том случае, если шкуры мять во всех направлениях, для этого их следует прикреплять к столбу не менее 4 раз всеми четырьмя лапами по очереди. Кожи по выходе из мялки совершенно готовы, но они некрасивы на вид, и потому их еще растягивают, расправляют складки. Эту операцию производят на белке. Машины, конструированные специально для этой цели, еще мало. Стандарт требует, чтобы кожи (за исключением скребленой) были белого или белого с желтоватым оттенком цвета, без закала и отдушистости, хорошо омедрены, хорошо отмяты—нормально прожированы. Кожи д. б.

положения уединенных или недоступных точек и расстояний. То же можно сказать и о полярном способе, к-рый, наоборот, имеет исключительное применение в мензульной и тахеометрич. С. Измерение углов полигонов (многоугольников, диагональных ходов, магистралей) в случае наличия буссоли при инструменте сопровождается контролем их с помощью *румбов* (см.), к-рые записываются для каждой стороны полигона. Теодолитом измеряются углы, лежащие по одну сторону хода—правую или левую, почему величина их колеблется в пределах от 0



Фиг. 2.

до 360°. Если ход сомкнутый, то такие углы называются внутренними. В отличие от них астролябическими называются такие углы, которые всегда меньше 180°, а потому могут лежать по правую и по левую стороны хода; они легко получаются из измеренных углов полигона. Если в каждой точке поворота записаны румбы каждой последующей линии, то в сочетании с румбом предыдущей линии получаются четыре случая соотношений этих румбов: а астролябич. углами, а отсюда и четыре правила проверки их (фиг. 2): 1) если первые буквы названий румбов предыдущей и последующей линий хода одинаковы (напр. СВ и СВ), то астролябич. угол равен 180° минус сумма румбических; 2) если вторые буквы названий румбов одинаковы (напр. СВ и ЮВ), то астролябич. угол равен сумме румбических; 3) если все четыре буквы одинаковы (напр. СВ и СВ), то он равен 180° минус разность румбических; 4) когда все буквы разные (напр. СВ и ЮЗ), то астролябич. угол равен разности румбических. Необходимо однако напомнить, что румбы по буссоли отсчитываются с точностью до $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ градуса, в то время как угломерный инструмент дает точность измерения угла 1—5'; т. о. контроль по румбам ограждает только от грубых просчетов. Во всяком случае измеряется азимут или румб первой линии хода для того, чтобы затем весь план ориентировать по магнитному меридиану. По данным геодезич. журнала и абриса строится план снятой местности. Работа начинается с подсчета и увязки суммы внутренних углов; затем вычисляют азимуты и румбы сторон окружной межи и накладывают окружную межу по азимутам или румбам, что можно выполнить построением их с помощью транспортира и отложением длин сторон полигонов (окружной межи) по масштабу; если получена допускаемая невязка, ее увязывают раскладкой пропорционально длинам сторон. Накладку окружной межи можно произвестти по вычисленным координатам вершин, при этом достигается большая точность построения и независимость положения каждой точки полигона от положения предыдущей точки. Сумма внутренних измеренных углов полигона сравнивается с суммой теоретической, равной $180^\circ(n-2)$, где n —число углов полигона. Допускаемая невязка в углах зависит от точности измерения углов и определяется по формуле $1,5' \cdot \sqrt{n}$; ее распределяют поровну на все углы с обратным знаком. Если в полиго-

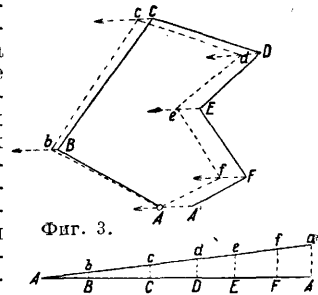
не имеются более короткие линии, то на образующие ими углы поправки несколько увеличивают. После увязки сумма углов д. б. в точности равна теоретической. Далее, исходя из азимута первой стороны полигона и пользуясь исправленными внутренними углами, вычисляют азимуты всех последующих сторон хода по ф-ле

$$a_{i+1} = a_i + 180 - A_i,$$

если измерялись правые по ходу углы, или

$$a_{i+1} = a_i + 180 + A_i,$$

если измерялись левые по ходу углы, где a_i и a_{i+1} —азимуты предыдущей и последующей сторон полигона, A_i —угол между ними. Если при подсчете азимуты получается величина, большая окружности, из суммы отбрасывается 360°. Азимут первой линии, вычисленный по последней, должен в точности получиться равным измеренному для этой стороны, что и послужит контролем правильности вычислений. Накладку плана транспортиром, треугольником и линейкой удобнее вести по румбам от меридиана, проведенного на плане в виде прямой от верхнего края плана к нижнему; север на плане всегда помещается сверху, юг—внизу. Если полигон расстанут по долготе, то проводят через некоторые промежутки несколько параллельных меридианов. Вычисляемые румбы строят по транспортиру на меридиане с таким расчетом, чтобы полученное направление каждой последующей стороны можно было перенести движением треугольника по линейке к соответствующей вершине в виде параллельной линии, где и проводят ее острым карандашом. Наложивший полигон-многоугольник обычно не сомкнется и в нем обнаружится невязка. Она является следствием как погрешностей измерений в поле, так и неизбежных погрешностей построения полигона на плане. Если те и другие носят либо случайный, неизбежный характер, то невязка AA' не будет более 1 : 200 длины периметра фигуры. При хороших чертежных инструментах и достаточном опыте производителя работ невязка уменьшится даже до 1 : 400 длины периметра. Грубые промахи отыски-



Фиг. 3.

вают либо в углах, расположенных в стороне полигона, противоположной невязке (напр. в угле С фиг. 3), либо в отложении сторон, параллельных невязке; если промахов не обнаружено, то просматривают и повторяют все вычисления в журналах и наконец в случае необходимости повторяют некоторые измерения в поле. Когда т. о. полигон будет построен и исправлен и невязка фигуры не будет превосходить 1 : 200 длины периметра, полигон увязывают по способу параллельных линий. Через все вершины построенной фигуры проводят прямые, параллельные направлению невязки AA' , и притом в сторону от A' к A . На этих прямых откладывают отрезки, составляющие части невязки AA' , пропорциональные расстояниям от начальной точки A до соответствующих вершин. Длина отрезков Ff, Ee, Dd, Cc, Bb получается из дополнительного построения в виде прямоугольного тр-ка AaA' (фиг. 3), в к-ром основанием AA' служит периметр всей фигуры, взя-

тый в уменьшенном масштабе, а высотой $A'a$ — величина невязки AA' , но в масштабе самого плана. Длину этих отрезков можно конечно вычислить также из пропорций:

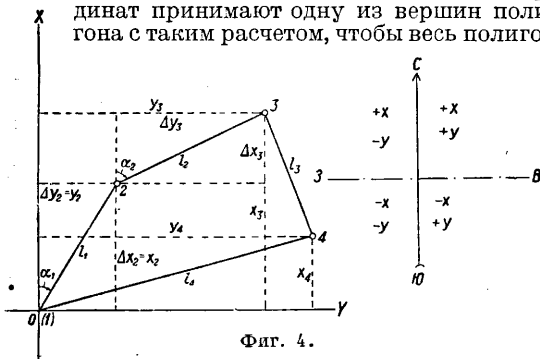
$$Ff = \frac{AA'}{P} (AB + BC + CD + DE + EF),$$

$$Ee = \frac{AA'}{P} (AB + BC + CD + DE)$$

и

$$Dd = \frac{AA'}{P} (AB + BC + CD) \text{ и т. д.,}$$

где P —периметр фигуры. На плане все отрезки по параллельным линиям откладываются в одну сторону, в направлении к начальной точке полигона, k -ый таким путем и замыкается, если затем все полученные точки (b, c, d, e, f), начиная от начальной A и кончая ею, соединить прямыми. Если внутри основного полигона проложен, как было указано, диагональный ход, то угловая невязка (разница против теоретических сумм углов) смежных сомкнутых фигур распределяется преимущественно на углы основного полигона, если эти невязки имеют один знак; если знаки невязок различные, то выгоднее большую часть их разложить на углы диагонального хода; при увязке углов поправка более одной минуты в один угол не вводится. Составление плана после накладки и увязки окружной межи и диагональных ходов исполняется по абрису, откуда берутся все данные для построения контуров. Эта мешкотная работа повторяет на бумаге сделанные в поле измерения, причем расстояния по сторонам ходов откладываются по масштабу всегда от начальной вершины. Перпендикуляры, опущенные из точек контуров на стороны полигонов, строятся треугольником и линейкой; расстояния по ним откладываются циркулем и берутся с поперечного масштаба. В виду того что, во-первых, транспортир, применяемый для построения румбов, является весьма несовершенным прибором, во-вторых, потому что положение каждой последующей точки и линии полигона при построении его описанным способом зависит от предыдущей, погрешности в построении одной вершины полигона передаются другой—последующей; величина невязки фигуры т. о. получает зависимость от самого способа построения фигуры. Для избежания этого применяется способ построения вершин полигонов и диагональных ходов по их прямоугольным координатам. Этот способ дает возможность наносить вершины полигонов и ходов независимо одна от другой; применение транспортира при этом совершенно исключается. За начало координат принимают одну из вершин полигона с таким расчетом, чтобы весь полигон



Фиг. 4.

удобно разместился на бумаге. Ось X -ов направляется по магнитному или истинному мери-

диану, если определено склонение магнитной стрелки. Ось Y -ов направляется по линии восток—запад. Знаки абсцисс и ординат показаны на чертеже (фиг. 4), где первая точка полигона принята за начало координат. Точка, выбранная за начало координат, привязывается к пунктам тригонометрич. или полигонометрич. сети; это дает возможность получить координаты всех точек относительно того начала координат, к которому отнесены координаты точек тригонометрич. и полигонометрич. сети. Кроме этой точки для контроля привязываются и другие точки окружного полигона. Если длины сторон обозначить через l_1, l_2, l_3, \dots и азимуты их через $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$ и если 1-й точке дать координаты $x_1 = 0$ и $y_1 = 0$, то приращения абсцисс и ординат выразятся следующими равенствами:

$$\begin{aligned} \Delta x_1 &= 0 & \Delta y_1 &= 0 \\ \Delta x_2 &= l_1 \cos \alpha_1 & \Delta y_2 &= l_1 \sin \alpha_1 \\ \Delta x_3 &= l_2 \cos \alpha_2 & \Delta y_3 &= l_2 \sin \alpha_2 \\ & \dots & & \dots \\ \Delta x_n &= l_{n-1} \cos \alpha_{n-1} & \Delta y_n &= l_{n-1} \sin \alpha_{n-1} \\ \Delta x_1 &= l_n \cos \alpha_n & \Delta y_1 &= l_n \sin \alpha_n \end{aligned}$$

$$\Sigma \Delta x = 0 \quad \Sigma \Delta y = 0$$

Сами координаты точек полигона получаются следующим образом:

$$\begin{aligned} x_1 &= 0 & y_1 &= 0 \\ x_2 &= \Delta x_2 & y_2 &= \Delta y_2 \\ x_3 &= x_2 + \Delta x_3 & y_3 &= y_2 + \Delta y_3 \\ x_4 &= x_3 + \Delta x_4 & y_4 &= y_3 + \Delta y_4 \\ & \dots & & \dots \\ x_n &= x_{n-1} + \Delta x_n & y_n &= y_{n-1} + \Delta y_n \\ x_1 &= x_n + \Delta x_{n+1} & y_1 &= y_n + \Delta y_{n+1} \end{aligned}$$

Т. к. азимуты $\alpha_1, \alpha_2, \dots$ м. б. более и менее 180° , то величины $\Delta x_2, \Delta x_3, \dots, \Delta y_2, \Delta y_3, \dots$ получаются со знаками (+) или (-), что укажет на необходимость придачи или вычитания величин $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta y_1, \Delta y_2, \dots$ из координат x и y предыдущей точки. Если полигон имеет вид сомкнутого многоугольника, то теоретически сумма приращений координат по каждой оси, т. е. $\Sigma \Delta x$ и $\Sigma \Delta y$ должна равняться нулю, т. е. координаты точки (1) (фиг. 4), вычисленные по приращениям всех точек полигона, должны получиться $x = 0$ и $y = 0$. На самом же деле вследствие неизбежных ошибок измерений в поле вместо нулей, вычисленные координаты точки (1) получатся некоторой величины Δx и Δy , которые являются координатами конца отрезка, изображающего невязку фигуры. Самая невязка вычисляется по ф-ле

$$f = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2},$$

т. к. Δx и Δy —катеты нек-рого прямоугольного тр-ка, y к-рого гипотенуза—невязка f . Величина невязки признается допустимой, если она не превзойдет 1 : 1 000 периметра L полигона. Если невязка оказалась допустимой, то подсчитываются поправки к приращениям координат, к-рые берутся пропорциональными длинам сторон по ф-лам:

$$\begin{aligned} \delta x_2 &= \frac{\Delta x}{L} l_1 & \delta y_2 &= \frac{\Delta y}{L} l_1 \\ \delta x_3 &= \frac{\Delta x}{L} l_2 & \delta y_3 &= \frac{\Delta y}{L} l_2 \\ & \dots & & \dots \\ \delta x_n &= \frac{\Delta x}{L} l_{n-1} & \delta y_n &= \frac{\Delta y}{L} l_{n-1} \\ \delta x_1 &= \frac{\Delta x}{L} l_n & \delta y_1 &= \frac{\Delta y}{L} l_n \end{aligned}$$

$$\frac{\Sigma \delta x = \Delta x}{\Sigma \delta y = \Delta y}$$

$\Sigma \delta x$ и $\Sigma \delta y$ подсчитываются как контроль правильности подсчета поправок.

После нахождения поправок $\delta x_2, \delta x_3, \dots, \delta y_2, \delta y_3, \dots$ к приращениям координат Δx и Δy приращения исправляются и затем вычисляются уже самые координаты X и Y для всех точек полигона. Т. о. невязка в периметре графически здесь не выявляется, и после описанных вычислений полигон строится по найденным координатам; конечно он сомкнется без всякой невязки. Для вычисления координат полигона применяются пятизначные таблицы логарифмов; имеются готовые таблицы приращений координат, вычисленных для всех углов от 0 до 90° через минуту и для расстояний от 10 до $1\,000$ м (таблицы Гаусса); могут быть составлены графики для грубого контроля вычислений и т. д. По вычисленным координатам сомкнутой фигуры вычисляется площадь ее по следующим двум ф-лам (для контроля)

$$P = \frac{1}{2} \sum [X_n(Y_{n+1} - Y_{n-1})]$$

или

$$P = \frac{1}{2} \sum [Y_n(X_{n-1} - X_{n+1})],$$

из к-рых первая читается так: площадь многоугольника равна полусумме произведений каждой абсциссы X на разность ординат последующей и предыдущей вершин мн-ка.

По окончании накладки полигонов, диагональных ходов и контуров план угломерной C . вычерчивается тушью и отделяется установленными условными знаками в туши, что удобно для размножения копий с плана с помощью фотографии, или план иллюминируется красками. План сопровождается соответствующими надписями и подписывается как документ производителем работ и инспектирующими лицами. Площадь угодий внутри всего полигона, очерченных контурами, вычисляется механич. путем — с помощью *планиметра* (см.); результаты суммируются и сравниваются с общей площадью построенной фигуры (полигона), вычисленной по координатам; разногласие не должно превышать $0,5\%$ всей площади.

Для нанесения на план угломерной съемки рельефа местности можно поступить двояко: а) разбить план на квадраты по размеру мензульной доски, нанести горизонтали в поле, как это делается в мензульной инструментальной C . или б) произвести *нивелирование* (см.) поверхности участка и затем по полученным отметкам провести горизонтали, произведя их сводку обязательно на местности.

2. Упрощенная угломерная C . производится *буссолью* (см.), но в настоящее время, при развитии мензульных C . различных градаций по точности, C . буссолью выполняются весьма редко и лишь с целью дать подсобный материал рекогносцировочного характера к работам другого вида. При буссольной C . тригонометрич. сети не требуется; опорная система создается замкнутыми ходами, примыкающими последовательно один к другому; в дополнение к ним выдающиеся и отовсюду хорошо опознаваемые точки местности (ориентировочные точки) определяются прямыми или обратными засечками, для чего на них или с них берутся азимуты направлений на соответственно расположенные вершины ходов. Вместо углов поворотов измеряются буссолью азимуты сторон этих ходов и длина их — шагами. Очертания и расположения местных предметов и контуров относительно сторон полигонов намечаются глазомерно и заносятся в абрис. В абрисе ведутся глазомерные наброски рельефа местности с помощью основных линий рельефа и горизонталей. Геодезический журнал не ведется: все данные съемки заносятся в подробный абрис, который затем и претворяется в план простейшими приемами, подобно уже описанному выше. Невязки ходов допускаются до $1:100$ их периметра. План отделяется карандашом применительно к условным знакам, установленным для точных съемок.

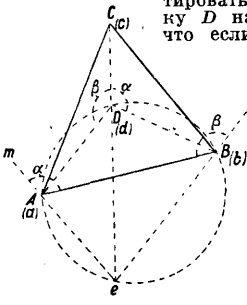
Самостоятельное значение буссольные C . получают чаще всего в работах экспедиционного характера в малонаселенных и необследованных странах, причем самая C . чаще всего выдвигается в форму маршрута, т. е. C . пути следования экспедиции и ближайшей к нему полосы местности с необходимыми ответвлениями в стороны. В этом случае следовательно работа лишается опорных ходов сомкнутого характера и потому требует для своего обоснования определений астрономических пунктов (см. *Триангуляция*) по пути маршрута. В противном случае маршруты остаются «навесу».

Б. Углоначертательная C ., производимая углоначертательными инструментами, отличается от угломерной тем, что все данные полевых измерений обрабатываются тут же в поле и сейчас же наносятся на план, причем как правило снимаются не только контуры, но и рельеф поверхности земли, выражаемый обычно горизонталями и иногда затем вычерчиваемый штрихами. Эта съемка, называемая мензульной, имеет весьма широкое распространение в СССР. Геодезич. основой (обоснованием) служат: тригонометрич. и полигонометрич. сети или астрономич. пункты; охватывающая обширные пространства, мензульная C . служит в СССР главным материалом для картографии страны. Масштаб государственной мензульной C . от $1:25\,000$ до $1:100\,000$; для целей землеустройства в населенных местах, а также для инженерных работ масштаб — $1:10\,000$, $1:5\,000$ и крупнее.

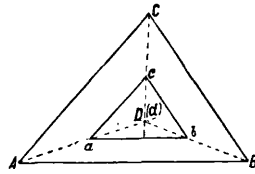
1. Мензульная инструментальная C . выполняется *мензулой* (см.) и кипрегелем-высотомером-дальномером (см. *Кипрегель*), причем для крупных масштабов, как $1:10\,000$ и $1:5\,000$, берут типы больших тяжелых инструментов, а для мелких, как $1:100\,000$, пригодны более легкие, т. н. малые мензулы, очень компактно укладываемые вместе с кипрегелем в один небольшой ящик, где помещается и *ориентир-буссоль* (см.); планшет и штатив этих мензул упаковываются в особые кожаные или брезентовые чехлы, так что получается возможность весь комплект инструментов перевозить на вьюке. Опытные производители работ обычно пользуются одновременно тремя дальномерными *рейками* (см.), к-рые также изготовляются возможно более легкими. В мензульной C . широко практикуется определение положения точек прямыми и обратными *засечками* (см.). Определение точек прямою засечкою дает хорошие результаты при условии, если расстояние между данными точками равно или несколько больше или немного меньше расстояния до искомой точки. Если же она удалена или приближена настолько, что угол при засечке образуется слишком острым или тупым (меньше 40° или больше 140°), то определение оказывается мало надежным. Условия надежной обратной мензульной засечки такие же, как и прямой. Практич. значение имеет также способ определения четвертой точки по трем данным, причем с мензулою становятся один раз только в искомую точку.

Этот способ известен в геодезии под названием задачи *Потенота* — французского академика (1660—1732), к-рый дал простейшее ее геометрич. решение. Для определения четвертой точки по трем данным становится с инструментом в искомую точку D (фиг. 5) на местности и измеряют углы α и β , к-рые затем строят при точках a и b на бумаге; если полученную вспомогательную точку e соединить с третьей данной точкой c и провести затем окружность через точки a , b и e , то пересечение ее с прямой ce даст искомую точку d . Это вытекает из равенства углов: $\angle cda = \angle nba$ и $\angle cdb = \angle mab$. Однако геометрическое решение задачи Потенота на мензуле с построением углов и проведением окружности не применяется. Геодезисты: Бонненбергер и Бессель, Грунерт, Леман и др. дали приемы, с помощью к-рых 4-я точка по трем данным определяется непосредственно на мензуле. Особенно просто это определение достигается способом Лемана.

В этом способе задача упрощается и сводится к простой обратной засечке, если только удастся правильно ориентировать мензулу, став в искомую точку D на местности. Легко доказать, что если стороны подобных треугольников ABC и abc (фиг. 6) соответственно параллельны, то направления, проведенные через одноименные вер-

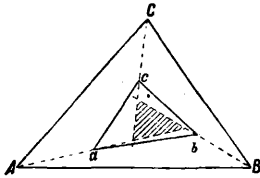


Фиг. 5.

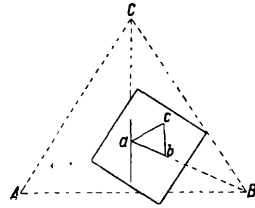


Фиг. 6.

шины их, пересекутся в одной точке. Отсюда и вытекает простейшее решение задачи Потенота, к-рое на практике широко применяется: если на планшете уже имеются три определенные точки a, b, c и требуется найти четвертую, то мензула устанавливается на этой искомой точке D местности и ориентируется по буссолю, т. е. стороны на планшете устанавливаются параллельно соответствующим сторонам на местности. Затем через все три данные точки на планшете проводят направления (визируют) на соответствующие точки на местности. В пересечении этих трех обратных засечек и получается искомая точка. Однако неточность ориентирования по буссолю может обусловить неточное пересечение направлений, в результате чего получается т. н. тр-к погрешности (фиг. 7); если он не велик, то окончательное положение определяемой точки намечается внутри его при условии,

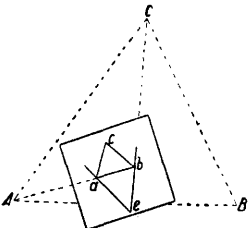


Фиг. 7.

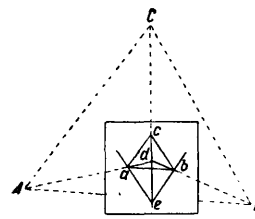


Фиг. 8.

что сама определяемая точка на местности находится внутри тр-ка, образуемого тремя данными точками. Леман дал теорему по отысканию положения искомой точки относительно тр-ка погрешности; В. В. Витковский развил теорему Лемана теоретически. На практике в случае значительного тр-ка погрешности определяемая точка отыскивается просто несколькими попытками (последовательным приближением). В редких случаях невозможно воспользоваться буссолью при мензульной С. в силу больших и резких изменений склонения магнитной стрелки в пределах данного участка можно применить для решения задачи Потенота способ Воннеберга и Бесселя, к-рый дает возможность непосредственного определения искомой точки. Для этого мензулу



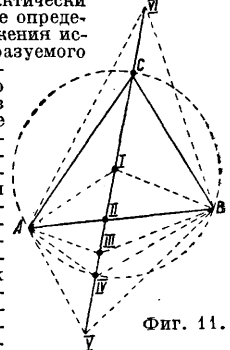
Фиг. 9.



Фиг. 10.

устанавливают на искомой точке на местности (фиг. 8, 9, 10) и вращением мензульной доски, ориентируя ее по линии ab в направлении на точку B , через a визируют на C ; затем вращением мензульной доски ориентируют по линии ba в направлении на точку A , через b визируют на C ; т. о. прочерчивают дважды направления на точку C ; это значит, что при точках a и b строят графически и непосредственно, не измеряя их, углы α и β (фиг. 5). Пересечение двух линий визирирования на C дает вспомогательную точку e на мензуле. Мензулу поворотом доски окончательно ориентируют по линии ec в направлении на точку C местности, после чего искомая точка d определяется на планшете тремя обратными засечками через точки a, b, c ; таким путем получается даже и контроль определения. Описанный метод называют еще способом

определения четвертой точки по трем данным поворотам мензулы. Необходимо отметить, что точность определения искомой точки зависит от ее расположения относительно данных, т. е. соответственно этому расположению получается различная длина ориентировочной линии; между тем ориентирование тем точнее, чем эта линия длиннее. На основании этого практически целесообразно осуществлять такое определение только в случаях расположения искомой точки внутри тр-ка, образуемого



Фиг. 11.

данными точками (фиг. 11). Допускается становиться с мензулою в искомой точке вне тр-ка против одной из вершин его VI . Решение практически невозможно, если искомая точка располагается вблизи или на самой окружности, проходящей через три данные точки IV ; в этом случае вспомогательная ориентировочная линия обращается в точку и решение становится неопределенным. При работах по реконгноспровке старых карт или дополнению их различного рода специальными данными, напр. геологич. характера, нежелательно пестрить такую карту, наклеенную на планшете, излишними карандашными линиями. В этом случае рекомендуется для решения задачи Потенота пользоваться калькой, к-рую накладывают на планшет, установленный над искомой точкой местности. Затем через произвольную точку на кальке проводят три направления на данные точки A, B и C . Далее кальку сдвигают и подыскивают такое положение для нее, когда три прочерченных направления пройдут через три данные точки на планшете. Искомую точку накладывают свизво кальку. Этот способ был предложен Болотовым; он применяется чаще всего моряками при промерах глубин: там углы α и β измеряются в море секстантом (см.), строятся затем протрактором (см. *Прокладочные инструменты*), и искомая точка разыскивается на плане перемещением протрактора, пока три его линейки не пройдут через три данные точки на плане; искомая точка лежит в центре транспортира-протрактора. Применяется хорошо разработанный способ определения двух точек по двум данным без установки в них мензулы. Однако в этом случае приходится все же выбирать и становиться с мензулою на вспомогательную точку, почему этот способ мензульной C . не ширится.

Работы по мензульной C . участка местности, помещающегося на одном планшете, проводят следующим порядком. После объезда и общего беглого осмотра участка на всей открытой площади его разбивается геометрич. сеть в виде системы тр-ков, одна из сторон к-рых (базис) предназначается для непосредственного измерения. Размеры сторон тр-ка при крупных масштабах составляют не более 0,5 км, а в масштабе 1 : 25 000 и мельче доходят до 1—3 км. В таких же пределах меняется и длина базиса. Имея в виду площади планшетов в масштабах 1 : 10 000 до 18 км², 1 : 25 000 до 100 км² и 1 : 50 000 до 300 км², число точек геометрич. сети на одном планшете доводят до 30—90, отмечая их на местности вехами из жердей с пучками соломы вверх. В число точек геометрич. сети включают имеющиеся на местности обозначенные сигналами или знаками точки тригонометрич. и полигонометрич. сети, а также астрономические пункты. Базис измеряется стальной лентой в прямом и обратном направлениях; длина базиса поверяется дальнометром во избежание пропуска ленты или другой грубой ошибки. Определение точек геометрич. сети начинается с нанесения на планшет линии базиса. Для этого мензула устанавливается над одним из концов его, ориентируется по буссолю, после чего по скошенному краю линейки кипрегеля, наведенного на корень вехи другого конца базиса, прочерчивается его направление; длина базиса тщательно берется по масштабу и откладывается на прочерченном направлении; место базиса на планшете избирается с таким расчетом, чтобы весь участок разместился на планшете. Если подготовлена тригонометрич. сеть, то базисом мензульной C . могут служить

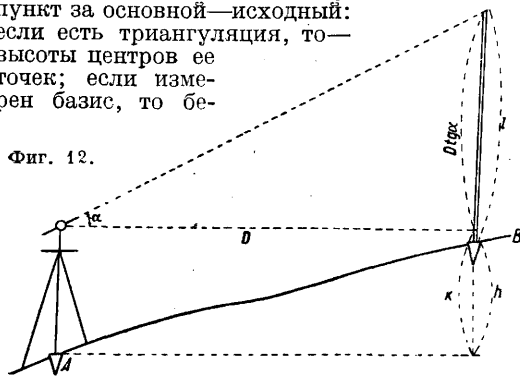
стороны ее тр-ков, поместившихся в рамках данного планшета, или стороны полигонометрич. сети. Пункты триангуляции наносятся на мензульный планшет по их координатам. В этом случае планшет, ориентированный по пунктам триангуляции, тем самым ориентируется и по истинному меридиану. Далее прямыми засечками определяется положение на планшете всех точек геометрич. сети последовательно, начиная от близлежащих к базису или к пунктам триангуляции и кончая находящимися около рамок планшета. Точка считается определенной лишь в том случае, если она получена пересечением трех направлений с вех, ранее засеченных, при этом два соседних направления не должны составлять угла менее 30° или более 150°; только для точек сети, находящихся на отлете, допускаются пересечения двух направлений, но под углом не менее 40°, причем в этом случае обязательна проверка определения обратной засечкой хотя и по тем же направлениям. Определение точек геометрич. сети производится поверенным кипрегелем при каком-либо одном положении вертикального круга, напр. «лево». Благодаря этому исключается влияние остаточных погрешностей инструмента: коллимационной ошибки трубы и наклонности ее оси вращения.

Мензульная доска (планшет) готовится: на нее натягивается колленкор, прибиваемый гвоздиками к боковым ребрам доски; на колленкор наклеивается лучший сорт ватманской бумаги. Когда она хорошо просохнет, ее покрывают чехлом из александрийской бумаги, приклеиваемой только к ребрам мензульной доски; эта бумага служит для прочерчивания на ней направлений геометрич. сети, чтобы не чертить на ватманской бумаге. По окончании разбивки сети направления вычерчиваются тушью; точки сети накальваются свинцовою иглою на ватманскую бумагу, на к-рой собственно наносится и вычерчивается все снятое с местности: гидрография, контуры, отдельные местные предметы, рельеф; покрывка для этого подрезается и снимается постепенно по мере движения работы. Благодаря этому остающаяся часть верхней александрийской бумаги вследствие своей толщины предохраняет ватман от непосредственного трения по нему нижней плоскости линейки кипрегеля и позволяет сохранять планшет чистым; для той же цели по мере движения работы снятые пространства вновь заклеиваются кусочками бумаги в виде заплатак к надрезанной покрывке. Для уменьшения деформации плана ватманскую бумагу вместо колленкора иногда наклеивают на алюминиевые листы 1—2 мм толщиной или на фанеру—переклейку.

Одновременно с засечками точек геометрич. сети определяют их высоты, приняв какой-либо пункт за основной—исходный:

если есть триангуляция, то—высоты центров ее точек; если изменен базис, то бе-

Фиг. 12.



рут высоту одного из концов его, определенную геометрической нивелировкой от ближайшей марки или репера (см.). Иногда выводят высоту исходной точки над уровнем океана из наблюдений анероида или наконец берут условную отметку. Высоты остальных точек геометрич. сети получаются затем последовательно, начиная от исходной, для чего опре-

деляются разности высот h (превышение) между двумя соседними точками по ф-ле

$$h = D \operatorname{tg} \alpha + k - l + 0,16 \frac{D^2}{R};$$

расстояние D (фиг. 12) получается засечками и берется с планшета по масштабу, k —высота инструмента—измеряется непосредственно рейкою, l —длина вехи на той точке, высота к-рой определяется; она измеряется также рейкой или рулеткой; $0,16 \frac{D^2}{R}$ —небольшая поправка на кривизну земли и рефракцию—берется из особой таблицы при расстояниях, больших 350—800 м в зависимости от требуемой точности работы; α —вертикальный угол—получается непосредственно измерением по вертикальному кругу кипрегеля при двух его положениях—«круг право» и «круг лево»—и вычисляется по формулам:

при круге право ... $\alpha = \Pi - M_0$

при круге лево ... $\alpha = M_0 - \mathcal{L}$

$$\alpha = \frac{\Pi - \mathcal{L}}{2},$$

откуда

$$M_0 = \frac{\Pi + \mathcal{L}}{2},$$

где Π —отсчет по вертикальному кругу при положении его справа от наблюдателя и \mathcal{L} —такой же отсчет при круге слева; M_0 —место нуля кипрегеля, т. е. тот отсчет по вертикальному кругу, к-рый соответствует горизонтальному положению оптич. оси трубы кипрегеля при том условии, что пузырек уровня, прикрепленного к алидаде, находится на середине. Самый прием измерения вертикального угла выполняется наблюдателем сл. обр.: при круге «право» горизонтальная нить сетки наводится на верхний конец вехи l ; одновременно с этим приученный к тому рабочий подводит пузырек уровня на середину; записывается отсчет Π по кругу; далее те же действия при круге «лево». Помимо того для исключения влияния всякого рода погрешностей систематич. характера, напр. влияния рефракции, а также для контроля определения разности высот h повторяется, для чего те же измерения производят в обратную сторону, переходя на определяемую точку и визируя на исходную. Т. о. получают все данные для определения той же разности высот h , но с обратным знаком. За окончательный результат берут среднее из двух абсолютных значений h туда и обратно. Самое вычисление члена $D \operatorname{tg} \alpha$ производится различными способами в зависимости от привычки производителя работ: по специальным полевым четырехзначным таблицам логарифмов, отпечатанным на шести страничках и наклеенным на картон; по таблицам высот Савицкого, в к-рых помещены готовые вычисленные разности высот для расстояний до 900 м и для углов до 6° через каждую минуту; такие же таблицы для гористых местностей вычислены другими авторами для углов до 30° (Серебренникова) и до 45° (Кипияни) с помощью логарифмич. линеек.

Вычисления даны по следующей схеме:

| | | | | |
|---------------------|----|-----|---|------------------------------|
| $\Pi = 2^\circ$ | 10 | 11' | $\lg D = 2,9425$ | $h_{\text{нр.}} = + 28,66$ |
| | 12 | | | |
| $\mathcal{L} = 357$ | 46 | 45' | $+ \lg \operatorname{tg} \alpha = 8,5878$ | $h_{\text{обр.}} = - 28,52$ |
| | 44 | | | |
| $M_0 = 359$ | 58 | | $\lg h = 1,5303$ | $h_{\text{оп.}} = \pm 28,59$ |
| $\alpha = +2^\circ$ | 13 | | $h' = + 33,88$ | |
| $D = 875,6$ м | | | $l = + 1,28$ | $H_{\text{исх.}} = 194,50$ |
| $k = 1,28$ | | | $k = - 6,50$ | |
| $l = 6,50$ | | | $h = + 28,66$ | $H_{\text{набл.}} = 223,09$ |

$h_{обр.}$ взято из таких же вычислений обратного измерения вертикального угла; $H_{исх.}$ — высота (отметка) исходной точки геометрической сети; $H_{набл.}$ — высота наблюдаемой точки. Разница между прямым и обратным h не должна превышать 0,04 м на 100 м горизонтального расстояния, в общей же сложности не более 1 м на 3 км. Таким путем определяются окончательные средние разности высот между соседними точками геометрич. сети, но не между всеми, а по схеме, составленной заблаговременно при расстановке вех геометрич. сети. Эта схема определений разностей высот д. б. сообразна так, чтобы получились замкнутые ходы определений или, как говорят, полигоны, для того, чтобы достигнуть контроля в работе вычислением повторной отметки исходной точки. Невязка в сумме разностей высот в каждом отдельном полигоне не должна превышать 0,3—0,5 м при полигонах, следующих один за другим и примыкающих один к другому. Увязка высот в каждом полигоне производится по следующей простой схеме:

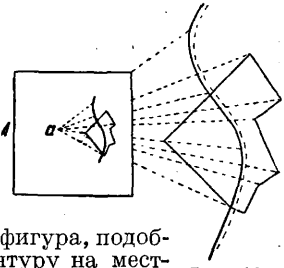
| | Высоты | Поправки | Увязанные высоты |
|---------------------|----------|----------|------------------|
| Исходная веха № 1 = | 194,5 м | 0,00 | |
| Разность высот | + 2,4 м | | 194,50 |
| № 6 = | 196,9 м | +0,05 | 196,95 |
| | - 6,5 м | | |
| № 13 = | 190,4 м | +0,11 | 190,51 |
| | + 9,6 м | | |
| № 9 = | 200,0 м | +0,16 | 200,16 |
| | - 11,4 м | | |
| № 7 = | 188,8 м | +0,22 | 188,82 |
| | - 1,6 м | | |
| № 5 = | 187,0 м | +0,28 | 187,28 |
| | + 2,1 м | | |
| № 10 = | 189,1 м | +0,34 | 189,44 |
| | + 5,0 м | | |
| Исходная веха № 1 = | 194,1 м | +0,40 | 194,50 |
| № 1 = | 194,5 м | | |
| Невязка | 0,4 м | | |

Следующие полигоны примыкают к первому и подсчитываются точно так же от одной увязанной высоты к другой и т. д. При желании получить наилучшим образом согласованные высоты точек в местах стыков различных полигонов рекомендуется применить уравнивание высот методом узловых точек (см. *Политехническая*); однако в широкой практике производится обычно простейшая описанная увязка на планшете. Таким путем после увязки высот получаются окончательные высоты всех точек геометрич. сети и составляется список их, называемый каталогом. Если основой сети служит триангуляция и следовательно на каждой вехе мензула имеет точную ориентировку по истинному меридиану, то этим случаем пользуются и на каждой вехе записывают склонение магнитной стрелки, устанавливая для этого ориентир-буссоль. Описанный способ разбивки геометрич. сети возможен лишь на открытых участках снимаемого планшета. В местах, покрытых лесом или густым кустарником, и в случаях лесистой местности распространение геометрич. сети засечками становится невозможным, почему прибегают к проложению мензульных инструментальных ходов. Они начинаются от какого-либо пункта триангуляции или точки геометрич. сети и примыкают к подобной же точке. Работа выполняется так же, как в ходах угломерной С., но мензула ориентируется или по прочерченному направлению на заднюю веху или по буссоли, если нет магнитных аномалий; углы не измеряются, а про-

черчиваются непосредственно. Длина линий хода определяется дальномером кипрегеля; разности высот между соседними вершинами хода измеряются туда и обратно. Проложенный ход (в плане) увязывается способом параллельных линий, причем невязка в плане не должна превышать 1 : 150 периметра хода. Невязка по высоте не допускается более $\frac{1}{4}$ высоты сечения, принятого для выражения рельефа горизонталями. Чтобы избежать излишних вычислений по определению разностей высот, прибегают к некоторым упрощениям в измерении вертикальных углов, а именно: наводят горизонтальную среднюю нить сетки трубы на метку на рейке, высота к-рой над землей равна тут же измеренной высоте инструмента; другими словами, l делают равным k , и фла для вычислений h упрощается: $h = D \operatorname{tg} \alpha$. Кроме того, убедившись при работе на точках геометрич. сети в устойчивости M_0 , измеряют углы при одном положении круга, напр. «право», тогда угол вычисляют по фла $\alpha = \Pi - M_0$.

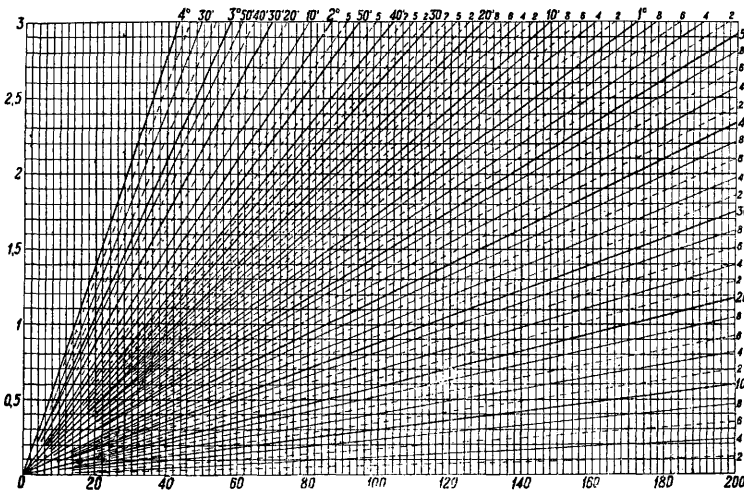
Если С. не ограничивается одним планшетом, а район работ охватывается несколькими планшетами, то для общей связи в плане и по высоте засекаются и определяются также и за рамками планшетов общие с соседними производителями работ точки геометрической сети и инструментальных ходов.

После составления геометрич. сети и всех вычислений начинают С. подробностей одновременно как контуров, так и рельефа. Местом для начала работ м. б. избрана любая из установленных вех, к-рая вынимается, и мензула устанавливается над отверстием в земле; планшет нивелируется (приводится в горизонтальное положение) по уровню на линейке кипрегеля; затем мензула ориентируется по одному из прочерченных направлений. Для С. контуров применяется т. н. «полярный способ»: рейка ставится на изгибах и поворотах очертаний ближайших угодий и местных предметов; труба наводится на рейку, отсчитывается расстояние до нее по дальномеру, к-рое сейчас же откладывается циркулем по масштабу вдоль скошенного края линейки. Полученные наколы циркуля затем соединяются ломаной линией (карандашом), глядя на местность, и т. о. получается на планшете фигура, подобная натуральному контуру на местности (фиг. 13). Для тех же целей применяется и способ засечек, однако только для одиночных предметов или С. недоступных островков, небольших групп леса, кустарника на болоте и т. п. При С. контуров производитель работ определяет высоты некоторых реечных точек, а затем рейки ставятся последовательно вокруг каждой точки стояния на всех главнейших вершинах и их подошвах, на седловинах и других перегибах и характерных линиях рельефа местности, необходимых для нанесения рельефа. Высоты этих точек определяются измерением вертикального угла при одном положении круга кипрегеля, приняв во внимание уже известное M_0 — место нуля кипрегеля; расстояния при этом отсчитываются по дальномеру, откладываются по масштабу, и точка сейчас же накальвается циркулем. Разность высот получается графически по чертежу, назы-



Фиг. 13.

ваемому масштабом высот (фиг. 14). Для этого построения берут клетчатую бумагу, намечают слева внизу начало координат и откладывают по оси Y расстояния; параллельно оси X , направо строят тангенсы углов через каждые $5-10'$, полученные точки соединяют прямыми



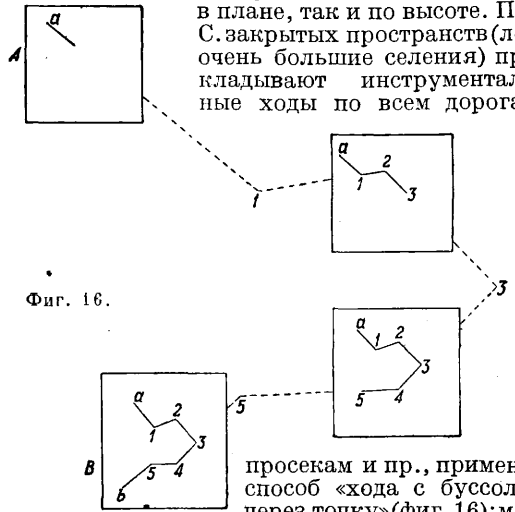
Фиг. 14.

с началом координат. Т. о., имея расстояние и угол, находят пересечение соответствующего наклонного луча с вертикальной линией и на оси X отсчитывают разность высот h . Она суммируется (в уме) с соответствующим знаком с высотой H точки стояния, и полученная высота речечной точки надписывается карандашом на плане около накола. Если рельеф крупный, с ясными очертаниями хребтов, ложин и оврагов, то сначала намечаются легкими пунктирными линиями водоразделы и тальвеги. Таким путем получается общий «скелет» рельефа, пользуясь которым и надписанными высотами затем проводят горизонтали. Высота сечения соотнобразуется с масштабом и видом рельефа и обычно указывается в инструкции по С. Горизонтали, выражающие рельеф, в окончательном виде наносятся на планшет мензулы в поле с натуры, чтобы получить вполне правильное живое и наглядное изображение рельефа. Проведение горизонталей по отметкам дома ведет к пропускам и искажениям форм рельефа.

После зарисовки контуров и рельефа вокруг данной точки стояния выбирают новую, т. н. переходную точку, куда посылается вперед рейка. Эта точка определяется так же, как и речечная, но по приходе туда и установке на ней мензулы расстояния до предыдущей точки и разность высот поверяются обратным визированием трубы при одном положении круга. Переходные точки можно определять также по задаче Потенота, ориентируя мензулу, устанавливаемую в искомой точке, по буссоли, и засекая ее затем обратными засечками с окружающими вех (способ Лемана). В этом случае высота определяемой точки получается из измерения вертикального угла обратным визированием с

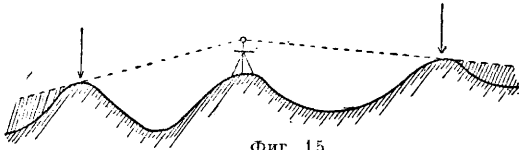
ближайшей вехи при двух положениях круга или с двух вех при одном положении круга; расстояния берут по масштабу. Высоты переходных точек записывают в журнал, т. к. они впоследствии могут понадобиться для привязок от соседних точек. Далее работа продолжается описанным порядком, причем как общее правило С. ведут без пропусков и перерывов, наращивая чертеж чертужками одна к другой. Вопрос о расстояниях до речечных точек и расстояниях между переходными точками разрешается видом рельефа: наносить горизонтали можно только до первого «хребтика», так как за ним получается «мертвое» пространство, невидимое от мензулы; следовательно ближайшая переходная точка перебрашивается именно на этот хребтик (фиг. 15). Опыт показал, что расстояния между переходными точками в зависимости от рельефа, а также и масштаба плана колеблются от 100 до 500 м. В всяком случае их нужно выбирать с таким расчетом,

чтобы все снимаемое пространство было видно. и не следует скупиться на их сгущение, т. к. благодаря этому заметно сокращается число речечных точек, а работа идет быстрее и выигрывает в полноте и точности. Через две-три переходные точки подходят к какой-либо точке геометрич. сети и для контроля привязываются к ней как в плане, так и по высоте. При С. закрытых пространств (лес, очень большие селения) прокладывают инструментальные ходы по всем дорогам,



Фиг. 16.

просекам и пр., применяя способ «хода с буссолью через точку» (фиг. 16): мензула в этом случае устанавливается не на каждой точке хода, а через одну. Т. о. положение точки стояния получается как бы обратной засечкой (визирование назад), а положение рейки, высланной вперед, визированием вперед. В том и другом случае расстояния определяются дальномером и сейчас же откладываются на плане циркулем по масштабу; углы наклонения измеряются назад и вперед; берутся превышения по масштабу высот и вычисляются высоты точек хода. Схема вычисления и увязка такая же, какая была приведена для полигона геометрич. сети. Эти ходы привязываются на опушках леса к точкам геометрич. сети, а внутри к основным инструментальным ходам. При встрече



Фиг. 15.

вливаемую в искомой точке, по буссоли, и засекая ее затем обратными засечками с окружающими вех (способ Лемана). В этом случае высота определяемой точки получается из измерения вертикального угла обратным визированием с

с водными пространствами (реки, озера) контур их снимается обычным порядком по урезу воды. Высота поверхности воды определяется по рекам через 1—2 км, по озерам в двух-трех местах для поверки; за окончательную берется средняя, которая и выписывается на озере. Обрывы, террасы и крупные овраги, где это только возможно, изображаются горизонталями. Если же скаты настолько круты, что всех горизонталей поместить нельзя, таковые проводятся через одну, а затем при вычерчивании зимую подобные обрывы обозначаются штрихами. Т. о. вся вырисовка местности на мензульном планшете горизонталями происходит в поле, в чем и заключается преимущество этого способа работы перед С. угломерными инструментами, когда в поле получается только материал для составления плана, к-рый затем обрабатывается камерально; в случае обнаружения промахов или пропусков приходится вторично выходить в поле и совершать нередко большие переезды. Вычерчивание планшета и отделка его условными знаками начинаются с печатания подписей черной тушью или пером—от руки или особою машинкою в виде штампа; надписи же, набранные в типографии и отпечатанные на ручном станке, вырезаются и наклеиваются на планшет. Последний прием чаще применяется в картографич. работах и не рекомендуется для надписей внутри подлинных планшетов мензульной С., т. к. от времени клей пересыхает и надписи отскакивают. Наоборот, стандартные надписи вне рамок планшета чаще всего наклеиваются готовыми. Далее вычерчиваются, или, как говорят, вытягиваются, горизонтали пером от руки или особым вращающимся рейсфедером-кривоножкой. Цвет горизонталей—сиенна лжяная; если издание предполагается одноцветным, то и горизонтали вытягиваются черной тушью. Последними на плане вычерчиваются контуры и заполняются соответствующими значками или иллюминируются красками; затем очерчивается рамка, наклеиваются или печатаются заглавные надписи; далее строится масштаб, и планшет подписывается лицами, ответственными за работу. Успех работы одного съемщика за шестимесячный летний полевой период для местности средней трудности по инструментальной мензульной С. выражается следующими цифрами: для масштаба 1 : 10 000 около 30 км², 1 : 25 000—120 км², 1 : 50 000—250 км².

2. Мензульная полунструментальная С. отличается от инструментальной тем, что контуры снимаются без применения дальномера (засечки и глазомер) и рельеф зарисовывается без определения высот; геометрич. сеть прокладывается обычным порядком, но тоже без высот. Инструментами служат легкая мензула с алидадою или малым кипрегелем без вертикального круга. Порядок работы отличается от инструментальной мензульной С. тем, что геометрич. сеть не прокладывается одновременно на всем участке, подлежащем С., а развертывается постепенно и попутно с самою С. Поэтому точки геометрич. сети лишь изредка отмечаются вехами; в большинстве же случаев засекаются выдающиеся местные предметы. Масштаб С. разумеется мелкий, начиная от 1 : 42 000 и мельче.

Полунструментальная С. применялась в России до 80-х годов прошлого столетия. Затем с появлением кипрегеля-дальномера-высотомера практиковалась исключительно инструменталь-

ная съемка, а далее под давлением обстановки Манчжурской войны 1904—05 гг. вновь появилась полунструментальная съемка, но видоизмененная в соответствии с современными условиями и требованиями. В этом виде полунструментальная С. практикуется и в настоящее время; особенно широко она применяется в малонаселенных районах Азиатской части СССР, в которых производятся работы для обеспечения различных отраслей народного хозяйства, требующих освещения обширной территории, например геолого-разведочные, краеведческие и др. В настоящее время полунструментальная съемка производится чаще всего в масштабе 1 : 100 000. Инструментами служат мензула облегченного типа и такой же кипрегель-дальномер-высотомер. Они укладываются в один небольшой ящик и в таком виде составляют комплект малой мензулы с кипрегелем. На месте работы к ним обыкновенно изготовляются под наблюдением производителя работ две или три легкие рейки. С. опирается на геометрич. сеть, распространяемую попутно со С. от специального измеренного лентою базиса. Если в данном районе есть астрономич. пункт, то сеть привязывается к нему дополнительными треугольниками, а в закрытой местности мензульным ходом. При таком условии рамки планшетов получают географич. координаты и ориентировку по истинному меридиану. Точками геометрич. сети служат гл. обр. местные предметы: вершины гор и отдельных сопок, выдающиеся деревья в лесу и отдельные в поле, заметные камни; но вместе с тем ставятся и вехи, чаще же всего складываются конусы из камней или дерна. Высоты точек геометрич. сети определяются с помощью кипрегеля, равно как и всех дополнительных к ним точек стояния мензулы, положение к-рых определяется простейшим решением задачи Потенота (первичная ориентировка по буссоли); для той же цели пользуются створами; в закрытых лесом участках планшета применяется дальномер. Контуры наносятся на план исключительно засечками с применением глазомера и только в самых общих очертаниях, опуская мелкие подробности. Затем намечается пунктирными линиями «скелет» рельефа, т. е. расположение вершин, водораздельные линии, тальвеги, седловины, террасы и т. д., после чего проводятся горизонтали с выражением градиации крутизны скатов и общих их очертаний. Горизонталю ведутся не сплошными линиями, как на инструментальной С., а отдельными обрывками в необходимых местах по хребтам, лошинам, у седловин и т. д., к-рые затем в порядке камеральной обработки плана по возможности сводятся в виде сплошных горизонталей, чему помогают высоты точек геометрич. сети и дополнительных точек стояния мензулы. В случаях закрытой местности на пространстве целых планшетов опорю полунструментальной С. служат мензульные ходы, пролагаемые по просекам или дорогам и тропинкам в виде сети сомкнутых полигонов. Зарисовка рельефа здесь совершается одновременно с работою по выполнению хода влево и вправо, насколько позволяет видимость. Пространства внутри полигонов зарисовываются глазомерно, причем в этом случае хорошим пособием служит анероид, к-рый дает быстро и непосредственно высоты главнейших точек рельефа относительно точки стояния мензулы; точность определений разностей высот анероидом, вполне достаточная для такого вида

работы. Для ориентирования побочных ходов, ответвляющихся влево и вправо от главных, служит ручная буссоль или компас; линии этих ходов измеряются шагами. На старых полуинструментальных С. рельеф на планшетах выражался в окончательном виде штрихами, т. к. высот никаких не было и потому провести сплошные горизонтали не представлялось возможным. Теперь штриховка на планах совершенно не практикуется, а потому и планшеты полуинструментальной С. вычерчиваются по условным знакам инструментальных С. Если работа привязывается к астрономич. или тригонометрич. пунктам, то планшеты очерчиваются рамками с соответствующими надписями планшетов государственных С. Успех работы полуинструментальной С. в масштабе 1 : 100 000—от 800 до 1 500 км² площади в лето в зависимости от условий местности, климата, а также в большой мере от опытности производителя работ.

3. Глазомерная съемка производится в целях предварительного освещения местности обычно там, где инструментальных и другого рода С. никогда не было. Инструментами служат буссоль и записная книжка или легкая мензула с компасом или наконец картонная папка с компасом. Необходимо отметить, что целью этого рода работ в большинстве случаев является получение сведений по гидрографии района и орографии его, т. е. рельефа. С. контуров угодий является излишнею кроме лесных и горных тропинок, полей, обширных заливных лугов и пр., которые легко зарисовываются попутно. Для зарисовки рельефа на глаз необходимы опыт и умение быстро разбираться в его строении, в расположении вершин, направлении хребтовых линий, тальвегов и скатов, в очертаниях подошв, уступов и т. д. На этом основании глазомерную С. нельзя считать более «легкою», чем прочие виды инструментальных С.; наоборот, глазомерная С. требует весьма опытных съемщиков. Начинающие съемщики в этой работе встречают большие затруднения и особенно в рисовке рельефа. Т. к. определение углов и ориентирование ходов при глазомерной С. ведутся по буссоли или даже по компасу с точностью, не большею одного градуса, то и в измерении линий нет надобности достигать большей точности; поэтому глазомерной С. измерение линий производится не только шагами, но и глазомером. При измерении линий шагами обыкновенно их считают парами, а еще лучше тройками, для к-рых затем строится особый масштаб шагов, чтобы можно было откладывать расстояния непосредственно в м. Для этой цели съемщик должен прежде всего установить размер своего нормального быстрого, но не деланного шага, выбрав на местности какое-либо измеренное расстояние, пройдя этот путь несколько раз со счетом троек шагов. Положив, съемщик отмеривает пути 440 тройками шагов. Масштаб плана задан 1 : 25 000. Т. к. в этом масштабе 2 см основания соответствует 500 м на местности и следовательно 220 тройкам шагов, то по следующей простой пропорции отыскивается основание масштаба для круглого числа троек шагов, напр. для 500, тогда

$$x : 2 \text{ см} = 500 : 220,$$

или

$$x = \frac{2 \cdot 500}{220} = 4,54 \text{ см.}$$

Следовательно, если построить поперечный масштаб обычного типа, но с основанием в

4,54 см, что будет соответствовать 500 м, то с него можно будет брать непосредственно метры для данного масштаба. Для контроля общего счета числа шагов, если нужно проходить большие расстояния, весьма практично применить шагомер. При пользовании шагомером его нужно прицеплять к одежде так, чтобы он имел отвесное положение. При каждом шаге молоточек опускается и передает свои движения механизму. Шагомер перед пользованием нужно проверить, для чего должно пройти с ним несколько раз известное расстояние; показания шагомера можно регулировать. Пользуясь шагомером, следует время от времени проверять прочитанное число троек шагов, суммируя записи длины пройденных сторон хода. Кроме того при глазомерной С. можно измерять расстояние временем, затраченным на проезд пути в повозке или верхом. Для этого записывают по часам время начала и конца движения, а затем по масштабу времени откладывают соответствующее расстояние на плане. Масштаб времени строится подобно масштабу шагов для данного масштаба плана, для чего предварительно необходимо с рабочей скоростью проехать какое-либо известное расстояние. Глазомерное определение расстояний основано на физиологич. особенностях бинокулярного зрения. Ощущение глубины тем сильнее, чем расстояние между зрачками больше и дальность до предмета меньше. Однако сетчатая оболочка глаза воспринимает различие в глубине не более как на 500 м. Далее уже все предметы кажутся плоскими на одном расстоянии. Только опыт дает возможность оценивать расстояния при большей удаленности до предметов по различию в окраске их, по сравнению с размерами известных предметов и т. д. Поэтому при глазомерной съемке описанном свойством бинокулярного зрения глаз именно и пользуются для зарисовки контуров и рельефа на близких расстояниях. Дальние же предметы легко получаются засечками.

Наибольшие удобства дает при глазомерной С. легкая мензула с алидадой или даже просто с линейкой, причем компас для ориентирования планшета к нему привинчивается. С. ведут замкнутыми полигонами, пристраивая их один к другому, что и дает надежный контроль в работе. Стороны полигонов удобно брать по дорогам, направляя их вне дорог там, где мало дорог. Чтобы не допустить значительного накопления погрешностей, рекомендуется вести работу небольшими полигонами; чем они короче и чем следовательно больше узловых поворочных точек, тем работа будет точнее и искажений будет меньше. Азимуты направлений не отсчитываются и не записываются, а направления непосредственно прочерчиваются по линейке сейчас же вслед за визированием, так как планшет ориентирован по компасу. Стороны полигонов измеряются шагами и откладываются по масштабу; общее расположение местных предметов получается засечками, а очертания их зарисовываются на глаз. Как уже было сказано, главное внимание в этой работе уделяется зарисовке рельефа. Для этой цели предварительно наносится также по засечкам и глазомерно скелет его, т. е. расположение вершин, направление хребтов и скатов, тальвеги, подошвы скатов, седловины и т. д., а также реки, ручьи. Затем намечаются обрывки горизонталей, вырисовывающие формы рельефа, причем число их и расположение

соображается с крутизной скатов. Впоследствии при отделке плана проводятся горизонтали, причем не стремятся к тому, чтобы счет их сошелся по всем направлениям: это невозможно при глазомерном определении разностей высот и крутизны скатов. Следят лишь за тем, чтобы рельеф был выражен правильно и наглядно, хотя бы и не сплошными горизонталями. Предварительные наброски скелета рельефа гарантируют съемщика от пропусков ложин, оврагов, промоин и т. д. Если желают достигнуть более надежной общей связи горизонталей на всем плане, то прибегают к определению высот главных характерных точек рельефа с помощью анероида. Во всяком случае в окончательном виде на плане горизонтали, особенно на крутых скатах, можно не объединять, а оставлять концы входящими в промежутки встречных с ними горизонталей. Если время позволяет, план глазомерной С. вычерчивается затем штрихами. При отсутствии легкой мензулы ее планшет заменяют папкою из картона, к которой привинчен небольшой компас. Папка держится в руках и кроме того подвешивается на ремешке, перекинутом через плечо. Порядок работы остается тем же, но точность С. заметно пострадает, т. к. ориентирование на руках не столь надежно. Такого рода глазомерные С. с папкою обычно производятся в виде вытянутых маршрутов, когда не представляется даже и возможным вести работу замкнутыми полигонами. Чтобы такие маршруты, если они тянутся на десятки км, можно было увязать, а затем и перенести на карту, их необходимо обосновать на астрономич. пунктах, к-рые определяют попутно специальной партией. Связь по высотам в этом случае хорошо выполняется, если производителя работ снабдить анероидом. При маршрутных глазомерных С. на полях плана зарисовываются наиболее заметные характерные местные предметы, встречающиеся по пути следования, напр. торчащие скалы и большие валуны, отдельные деревья замысловатого изломанного очертания, обелиски, отдельные здания и пр. Это делается для облегчения ориентирования по плану, т. к. мелкие масштабы, к-рые чаще всего применяются в глазомерной С., дают настолько обобщенный рельеф и контуры, что ориентироваться по ним на местности далеко не просто. Выноски с рисунками помогают совершенно точно опознавать место стояния при пользовании готовым планом. Планшеты глазомерной С. вычерчиваются и отделяются карандашом по условным знакам применительно к планам инструментальных С. Рельеф изображается горизонталями или штрихами; этот последний способ выражения рельефа в глазомерной съемке дает наибольшую наглядность форм и общую связь всех его очертаний. Надписи выполняются также установленными шрифтами, но карандашом. Успех работы глазомерной С. во многом зависит от опытности съемщика. Однако, если иметь в виду, что он ходит пешком, объем работы ограничивается вполне определенными возможностями: в один день обычно заснивается около 10 км², если дорожная сеть густая и всю ее нужно нанести; успех работы повышается до 25 км² в день в местности, не населенной, открытой и бездорожной.

Лит.: Бик А., Курс вышей геодезии, ч. 1—3, М., 1894—92; Витковский В., Топография, 3 изд., М., 1928; Курс геодезии, под ред. Ф. Красовского, т. 1—2, М.—Л., 1930; Бонч-Бруевич М., Аэрофотогеометрия, М., 1931; Jordan W., Handbuch d. Vermessungskunde, B. 2, 8 Aufl., Stg., 1923. О. Дитц.

Простейшие случаи практического применения теории ошибок (см. *Ошибки измерений и наблюдений и Практическая математика*). При всяких измерениях и наблюдениях, возникающих в процессе С., происходят ошибки систематические и случайные и могут происходить грубые ошибки. Систематич. ошибки д. б. исключаемы приемами измерений и наблюдений; случайные ошибки, к-рые не устраняемы, д. б. доводимы до наименьшей величины и наконец грубые ошибки д. б. вовсе устраняемы путем их обнаружения с помощью контрольных измерений и наблюдений. Факт неустраняемости случайных ошибок приводит к заключению, что всякие измерения и наблюдения не дают истинного значения измеряемых величин и наблюдаемых явлений; отсюда ясно, что при С. возникает практич. вопрос—с какою именно степенью точности должны производиться измерения и наблюдения, чтобы результаты С. соответствовали по своей точности той цели, ради к-рой данная С. производится. Практич. решение такого вопроса требует ясного представления об ошибках и об устранении их вредного влияния на результаты С., а также об уравнивании (увязке) тех ошибок, избежать к-рые не представляется возможным даже при самом тщательном выполнении С.

Опираясь на теорию ошибок, можно предвидеть точность результатов измерений, даваемых данным инструментом в определенных условиях производства. Так напр., измеряя углы односторонним теодолитом при двух положениях зрительной трубы и беря каждый раз среднее арифметическое из обоих результатов, можно путем многократных наблюдений установить, что средняя квадратич. ошибка одного угла при указанных условиях будет близка к $\pm 0,5'$. Отсюда предельная ошибка равна $\pm 1,5'$. Зная это, можно предвидеть, что угловая невязка в сумме углов n не д. б. более $\pm 1,5' \sqrt{n}$.

Точность измерений неодинакова для различных измерительных приборов. Она изменяется также с изменением условий измерений. В частности при измерении линий стальной 20-м лентой большое влияние на точность оказывает характер почвы. В этом отношении принято различать три класса местности: к первому классу относят местности, благоприятные для измерений, когда линии идут по ровной и твердой поверхности, как напр. шоссе, ко второму классу относят местности, представляющие средние условия для измерений, и к третьему классу—местности, неблагоприятные для измерений, когда линии идут по кочкам, песку, болоту или кустарнику. Конечно эта классификация довольно расплывчата и представляет собой только первое приближение в этом направлении. Однако, когда называется точность измерения линии стальной лентой, то принято указывать, для какого класса местности или просто для какой местности—благоприятной, средней или неблагоприятной—она дана. На точность результата измерения оказывает большое влияние также способ измерения. Если производить измерения, как это принято в массовой практике, т. е. каждую линию измерять дважды и из обоих результатов брать среднее арифметическое, то для линий различной длины и на разных классах местности точность полученных таким образом результатов измерений м. б. представлена табл. 2.

В этой таблице D —длина линий, m —средние квадратич. ошибки результатов измерения та-

Табл. 2.—Точность результатов измерений для различных линий.

| Длина линии D в м | I | | II | | III | |
|------------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| | m в м | $m : D$ | m в м | $m : D$ | m в м | $m : D$ |
| 50 | 0,026 | 1:1 923 | 0,032 | 1:1 563 | 0,036 | 1:1 389 |
| 100 | 0,038 | 1:2 631 | 0,046 | 1:2 171 | 0,053 | 1:1 887 |
| 200 | 0,056 | 1:3 570 | 0,068 | 1:2 911 | 0,079 | 1:2 531 |
| 300 | 0,072 | 1:4 167 | 0,088 | 1:3 409 | 0,102 | 1:2 911 |

ких длин, $\frac{m}{D}$ — соответствующие им относительные ошибки, т. е. отношение ошибки к измеренной величине. Это отношение представляют дробью с числителем единица. Так, для линий I класса длиной в 50 м из таблицы находим, что средняя квадратич. ошибка результата, полученного как среднее арифметическое из двух измерений, $m = \pm 0,026$ м, откуда относительная ошибка:

$$m = \frac{0,026}{50} = \frac{1}{1923}.$$

Эта дробь показывает, что в данном случае точность измерения такова, что на 1 923 м расстояния средняя ошибка приходится в 1 м. Для линий той же длины, но измеренных по II и III классам, найдем $m = \pm 0,032$ и $m = \pm 0,036$, $\frac{m}{D} = \frac{1}{1563}$ и $\frac{m}{D} = \frac{1}{1389}$. Приведенная таблица составлена на основании многочисленных опытов, произведенных в Германии. Из этой таблицы мы видим, что для различных длин относительная ошибка измерения получается разной. Следовательно, называя относительную ошибку измерения линии стальной лентой, необходимо указать: 1) для каких длин она получена, 2) при каком способе измерений и 3) на какой местности: благоприятной, средней или неблагоприятной. Т. к. на практике линии короче 50 м почти не бывают, то обычно инструкции требуют, чтобы при массовой С. точность измерения линий была не ниже 1 : 2 000 при благоприятных условиях измерения и не ниже 1 : 1 000 при условиях неблагоприятных.

Если углы полигонов измеряются со средней квадратич. ошибкой $\pm 0,5'$, то нетрудно установить, какая при этом д. б. точность измерения линий. Пусть ошибка угла в $0,5'$ соответствует поперечное отклонение вехи на величину q . Сравнивая величину этого отклонения с длиной стороны d , мы можем выразить точность измерения угла относительной ошибкой. По малости угла отклонение q можно рассматривать как дугу радиуса d . Но отношение дуги к радиусу, т. е. $\frac{q}{d}$, равно соответствующему этой дуге углу, выраженному в радианах. В одном радиане содержится приблизительно 206 265'', или 3 438'. Следовательно число радианов, соответствующих углу в $0,5'$, будет $\frac{0,5'}{3438} = \frac{1}{6876}$, или, круглым числом, $\frac{1}{7000}$. Отсюда ясно, что для соответствия точностей измерение линий д. б. произведено с точностью не ниже $\frac{1}{7000}$.

Теория ошибок служит также основой и для уравнивания наблюдений; она указывает пути целесообразного устранения невязок, возникающих при избыточных измерениях. Так напр., если в плоском тр-ке для контроля были измерены 3 угла: $A = 60^\circ 0' 2''$, $B = 60^\circ 0' 6''$ и $C = 60^\circ 0' 4''$, то сумма их, равная $180^\circ 0' 12''$, отличаясь от теоретической на $12''$, содер-

жит невязку $f = +12''$. Если эта невязка допустима, т. е. не выходит за пределы, соответствующие заданной точности измерений, то все результаты д. б. исправлены так, чтобы, во-первых, сумма исправленных углов была равна теоретической, и, во-вторых, чтобы каждый из результатов потерпел при этом наименьшее искажение. В данном случае для каждого угла мы имеем по два значения: одно находим из непосредственных измерений данного угла, другое значение этого же угла получаем посредством измерения двух других. Напр., для угла A будем иметь: одно значение $A' = 60^\circ 0' 2''$ с некоторой средней квадратической ошибкой $\pm m$ и другое значение $A'' = 180^\circ - (B + C) = 59^\circ 59' 50''$ со средней квадратич. ошибкой $\pm m\sqrt{2}$, предполагая, что все углы равно точны. Если принять вес угла, измеренного со средней ошибкой $\pm m$, за единицу, то веса упомянутых двух значений A' и A'' для одного и того же угла A будут:

$$P' = 1 \text{ и } P'' = \frac{1}{2}.$$

Последний получим из пропорции

$$\frac{P''}{P'} = \frac{m^2}{m^2 \cdot 2} = \frac{1}{2}$$

согласно определению веса. Составив теперь из обоих значений весовое среднее, получим окончательное значение для угла A .

$$(A) = 60^\circ 0' 0'' + \frac{2'' \cdot 1 - 10'' \cdot \frac{1}{2}}{1 + \frac{1}{2}} = 59^\circ 59' 58''$$

с весом $\frac{3}{2}$. Подобными рассуждениями придем к окончательным значениям для углов B и C :

$$(B) = 60^\circ 0' 0'' + \frac{6'' \cdot 1 - 6'' \cdot \frac{1}{2}}{1 + \frac{1}{2}} = 60^\circ 0' 2''$$

с весом $\frac{3}{2}$ и

$$(C) = 60^\circ 0' 0'' + \frac{4'' \cdot 1 - 8'' \cdot \frac{1}{2}}{1 + \frac{1}{2}} = 60^\circ 0' 0''$$

с весом $\frac{3}{2}$.

Контролем вычислений служит равенство 180° суммы окончательных значений углов:

$$(A) + (B) + (C) = 180^\circ.$$

Из сравнения окончательных значений углов со значениями, полученными для них из измерений, видим, что каждый измеренный угол в результате получил одну и ту же поправку: $-4''$. Если бы измеренные углы были неравноточны, то и поправки к ним получились бы разные. Сумма квадратов поправок, полученных указанным здесь способом, меньше, чем сумма квадратов отклонений тех же измерений от всякой другой, произвольно взятой величины. Поэтому и самый этот способ получения окончательных исправленных значений измеренных величин называют способом наименьших квадратов.

Итак, теория ошибок позволяет на основе произведенных измерений делать оценку этих измерений. Пусть напр. по угловым невязкам пяти тр-ков была получена средняя квадратич. ошибка суммы углов одного тр-ка:

$$m_s = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}} = \pm \sqrt{\frac{45''}{5}} = \pm 3''.$$

Т. к. средняя квадратич. ошибка одного слагаемого меньше средней квадратич. ошибки суммы

трех слагаемых в $\sqrt{3}$ раза, то отсюда средняя квадратич. ошибка одного угла

$$m = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{3n}} = \pm \sqrt{\frac{45''}{15}} = \pm 1,7''.$$

Последняя ф-ла известна в геодезич. литературе под названием ф-лы Ферреро; она позволяет определять среднюю квадратич. ошибку одного угла по угловым невязкам $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_n$ в отдельных тр-ках и этим дает критерий для оценки точности сырого материала, получаемого из измерений. Если сырой материал оказывается по оценке пригодным для дальнейшей обработки, то очень часто в геодезич. работах, связанных геометрич. условиями, его приходится приводить в соответствие с этими условиями или уравнивать подобно тому, как это было сделано в примере с одним тр-ком. В результате уравнивания не только удовлетворяются геометрич. условия, но в нек-рой степени улучшается и качество продукции в том смысле, что при этом преодолевается влияние случайных погрешностей измерений, но не больше. Показателем степени преодоления случайных погрешностей измерений в результате уравнивания служит вес окончательного значения. Так, при уравнивании углов тр-ка веса измеренных значений были приняты равными между собою и равными каждому единице. В результате же уравнивания веса также получились равными между собою, но уже каждый оказался равным $\frac{3}{2}$, т. е. на 50% выше, чем был до уравнивания.

Лит.: Шилов П., Геодезич. работы при землеустройстве, ч. 1, Рязань, 1929; Чеботарев А., Способ наименьших квадратов, 2 изд., М., 1928; Ивернов И., Способ наименьших квадратов, М., 1927; Боярский А. и др., Теория математич. статистики, 2 изд., М., 1931. П. Шилов.

С. магнитная, измерение элементов *земного магнетизма* (см.) на нек-ром участке земной поверхности, имеющее целью изучение распределения этих элементов на данном участке. Смотря по характеру тех задач, к-рые преследует магнитная С., можно различать следующие виды С.: 1) С., имеющие своей задачей выяснение общего характера распределения геомагнитных элементов на поверхности земли в целом. Магнитные С. этой группы могут иметь значение не только для выяснения территориального распределения элементов земного магнетизма, но и для решения вопросов, связанных с изучением изменений этого распределения во времени. 2) С. для детального изучения магнитной картины какого-либо определенного участка земной поверхности как для целей общего учения о земном магнетизме, так и для установления связи между распределением геомагнитных элементов и тектоникой района. 3) С. прикладного характера для целей разведки полезных ископаемых (см. *Разведки геологические*), для военного дела и т. п. В зависимости от задач С. требования, к-рые к ней предъявляются в отношении точности и детализации, бывают различны. В особенности это имеет место для С. прикладного характера. Непосредственной целью общей магнитной С. является составление магнитной карты всего земного шара. Требования в отношении точности измерений и густоты сети пунктов наблюдений определяются масштабом карт, на которые намечено нанесение материалов съемки. Общая С. на основании международных соглашений и на основании работ специальной магнитной комиссии, существовавшей прежде при

Академии наук СССР, а теперь при Гидрометеорологич. комитете, должна дать материал с точностью: для склонения $\pm 2'$, для наклоения $\pm 3'$, для горизонтальной составляющей $\pm 0,001 H$. В силу таких требований расстояние между пунктами наблюдений определяется в нормальных областях величинами порядка нескольких десятков км. Существующие по вопросу об удаленности пунктов С. постановления определяют это расстояние в среднем величиной 20—25 км. Т. к. кроме общих задач общая магнитная С. имеет целью выявление аномальных в магнитном отношении областей, то принятой сетью пунктов будут обнаружены все *магнитные аномалии* (см.), имеющие достаточные размеры в отношении занимаемой площади. Осуществление этой магнитной С. еще далеко не закончено. Проводится С. средствами и силами государства, на территории которого находится намеченная сеть пунктов наблюдений. Малодоступные области обычно изучаются путем специальных маршрутных С. по путям сообщения, к-рые хотя и не удовлетворяют общим требованиям, но все же дают нек-рый материал для суждения о распределении геомагнитных элементов в изучаемом районе. Т. к. по самому масштабу работ съемка захватывает промежутки времени в несколько лет, то при составлении сводки необходимо учитывать временные изменения геомагнитных элементов и приводить все наблюдения к определенной эпохе. Последнее требует знаний этих временных вариаций, что возможно в тех случаях, когда страна располагает достаточно мощной сетью магнитных *обсерваторий* (см.). Для учета вековых вариаций, из года в год изменяющих расположение магнитных изолиний на данном участке земной поверхности, м. б. использован материал самой С. Для этой цели из ее пунктов выбирается особая сеть точек наблюдений, на к-рых регулярно через 3 года производятся магнитные измерения. Материал этих наблюдений позволяет составить представление о территориальном распределении вековых вариаций. Точность наблюдений на таких опорных пунктах требуется несколько выше, а именно: для склонения $\pm 0,8'$, для наклоения $\pm 0,5'$ и для горизонтальной составляющей $\pm 0,001 H$. Для детализации магнитной карты какой-либо ограниченной области, за исключением районов крупных магнитных аномалий, съемка к-рых ведется по особому плану, густота сети пунктов наблюдений может быть увеличена в нужной степени.

Аппаратура, применяемая при общих С., м. б. любого типа, обеспечивающего требуемую точность. Обычно это магнитный теодолит и стрелочный инклинометр (см. *Земной магнетизм*). В целях увеличения точности определения наклоения последний иногда заменяется индукционным инклинометром, применение к-рого в полевых условиях представляет однако большие трудности. Весьма удобным для съемочных работ является электромагнитометр. Для детализации магнитной картины небольших участков чрезвычайно полезными представляются магнитные весы Шмидта (см. *Разведки геологические*). Для работ в районах, не имеющих детальных топографич. карт, где определение местоположения пункта наблюдения и истинных азимутов геодезическим способом маловероятно, магнитные теодолиты снабжаются специальной астрономич. частью для необходимых наблюдений. Что касается специальных

С., имеющих прикладной характер, то здесь и густота сети пунктов наблюдений и точность их определяются задачами С. в каждом отдельном случае. При съемке разведочного характера расположение пунктов наблюдений определяется формой и размерами изучаемой аномалии. При отчетливо выраженном простирании ее целесообразно располагать пункты наблюдений вдоль линий, перпендикулярных этому простиранию, причем расстояние между линиями промера обычно берется большим, чем расстояние между пунктами на линии. Последние определяются глубиной объекта, вызывающего аномалию; при небольших глубинах эти расстояния берутся малыми (от 10—20 м и выше), при значительных глубинах рационально их увеличивать. Области с большими изменениями магнитных элементов как правило приходится снимать с более густой сетью пунктов, чем области с небольшими градиентами. В случае гнездообразных аномалий без ярко выраженного простирания пункты наблюдений располагаются обычно в шахматном порядке. Аппаратура таких С.: специальные *магнитометры* (см.) и весы Шмидта.

Магнитная съемка на море ведется главным образом институтом Карнеджи и имеет целью изучение распределения элементов земного магнетизма на поверхности моря. Институтом сконструированы специальная аппарату-

ра и специальные суда, предназначенные для таких измерений. Основная трудность таких наблюдений заключается в исключении возмущающих действий железных масс корабля и в борьбе с влиянием качки.

Лит.: см. *Земной магнетизм*.—Роге Н. и Трубяч и н с к и й. Краткое руководство для работ по магнитной съемке. Л., 1934; Hellmann G., Magnetische Kartographie in historisch-kritischer Darstellung, «Veröff. d. Preuss. Meteorol. Inst.», В., 1909, 215. А. Заборовский.

СЮРА (Surah), плотная шелковая ткань саржевого переплетения. Заправка шелковой С.: основа крашенная 28/30 без привеса, плотностью 108 ниток на 1 см, уток 28/30 тропеный в 2 конца, плотностью 55 ниток на 1 см. По характеру переплетения различают С. простой саржи и сложной саржи. Часто С. работают в виде разноцветной клеточной ткани (Surah écossais) или в виде шине, т. е. с набивкой рисунка на основе. С. применяется как подкладочная ткань, а также в виде штучного товара: шалей, платков, покрывал и т. д. Сюра полшелковая работает в суровом виде в два и несколько полотен, краится полотном. Основа—грежа 13/15, плотность по основе 72 нитки на 1 см, уток—хлопчатобумажная пряжа 36/1, плотность по утку 36 ниток на 1 см. Переплетение—шестиремизная саржа. Полшелковая С. лучшей доброты работает из грежи 16/18 плотностью 80 ниток на 1 см, тем же утком 38 ниток на 1 см. Переплетение—саржа семиремизная. В. Линде.

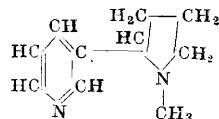
Т

ТАБАН, однолетнее растение сем. Solanaceae (пасленовых). Из многих форм Т. обычно выделяют две основные формы: а) виргинский (обыкновенный, *Nicotiana tabacum*) и б) крестьянский (фиалковый, махорка, *N. glauca*). Считавшийся раньше за отдельный вид мариландский (мерилендский) Т. является по новой классификации лишь разновидностью виргинского Т. У виргинского Т. цветы розовые, соцветия раскидистые, листья тонкие, заостренные по концам; у крестьянского Т. цветы зеленовато-желтые, соцветия—метелкой, листья толстые, со вздутиями (из-за разрастания паренхимы), округленные. Возделывают Т. с целью получения его листьев, к-рые дают после определенной обработки курительный (сигарный, трубочный и папиросный), нюхательный и жевательный Т. Из листьев Т. добывают алкалоид *никотин* (см.), применяемый в качестве инсектицида в борьбе с вредителями растений. Т.—растение полутропич. Америки и предъявляет высокие требования к климатич. условиям. Vegetационный период Т. 150—180 летних дней (сумма тепла за вегетационный период 3 000—3 500°); чувствителен к заморозкам (весенним и осенним). В СССР разводят Т. до 54—55 параллели, но с приближением к С. заметно понижаются его качества. Высшие сорта Т. в СССР м. б. разводими в Закавказьи, Крыму и на Украине. Нек-рые сорта Т. разводят в качестве декоративных растений (напр. душистый Т.). К питательным веществам почвы Т. очень требователен; он потребляет питательных веществ больше, чем корнеплоды и клубнеплоды. Поэтому под культуру Т. отводят богатые и плодородные почвы с проницаемой подпочвой. На легких почвах Т. получается качеством выше, чем с тяжелых (глинистых) почв. Применяют для почв, отводимых под Т., известковые, азотистые и калийные удобрения. Т. требует глубокой и тщательной обработки почвы. Обычно Т. разводят пересадкой, разводя рассаду в парниках (об устройстве парников см. *Теплицы, парники и оранжереи*). Разведение Т. пересадкой значительно увеличивает вегетационный период. Лучшие сорта Т. македонские, гаванские, крымские (дубен) и др.

Лит.: Пришников Д., Частное земледелие, 5 изд., М., 1914; Эгиз, Табаководство в России, «Ежегодник Деп. земл.», СПб., 1907; Залужный Я., Опыт по культуре махорки, Сельхозгиз, М.—Л., 1930; Новиков-Головатый М., Руководство по табаководству, М., 1926.

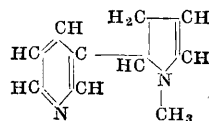
Химия Т. Наиболее специфичным веществом, содержащимся в составе табачного растения,

табачного сырья и табачных изделий, является *никотин* (см.). Токсичность никотина весьма велика. Химич. строение никотина выяснено работами Пиннера в 1893 г., установившего, что никотин является продуктом утложнения пиридинового и метил-пирролидинового колец:

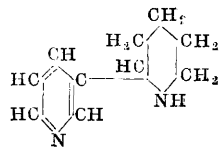


Правильность химич. строения молекулы никотина доказана его синтетич. получением из амида никотиновой к-ты и слизевой к-ты, осуществленным Пикте, а также синтезом Шпета у Бретшнейдера, получивших никотин из замыкания этилового эфира никотиновой к-ты с N-метил-пирролидоном.

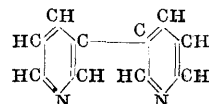
В группе алкалоидов Т. помимо никотина имеется еще несколько близких к нему по своему химич. строению алкалоидов. В числе их м. б. указаны следующие. Никотеллин $C_{10}H_{14}N_2$ —жидкость с $t_{кип.}^{20}$ 226—267° и легко растворимая в воде и большинстве органич. растворителей. Повидимому никотеллин имеет следующее строение:



Никотеллин содержится в Т. в значительно меньшем количестве, чем никотин (1 : 50). Никотинин $C_{10}H_{14}N_2$ —жидкость с $t_{кип.}^{20}$ 250—255°, предположительно отвечает строению:



Никотеллин $C_{10}H_{14}N_2$ —твердое вещество с $t_{пл.}^{20}$ 148°. Предполагают, что он имеет строение дипиридина:



Имеются указания на присутствие в Т. еще не-

скольких алкалоидов: пирролин, метилпирролин, никотин, изоникотин, норникотин и др. Высота накопления никотина в растениях Т. в сильнейшей степени зависит от ботанич. сорта и в особенности от условий роста и питания табачного растения. Чем более пышный рост и чем обильнее азотистое питание, тем больше растение содержит никотина, поэтому на черноземных почвах один и тот же сорт Т. накапливает больше никотина, чем на бедных предгорных почвах. Колебание в содержании никотина для русского табачного сырья по различным сортам видно из следующих данных (в %):

| | |
|------------------------|---------|
| Американский | 0,4—4,0 |
| Дюбек | 0,4—4,0 |
| Самсон | 1,2—3,5 |
| Трапезонд | 1,0—4,0 |
| Тык-Кулак | 1,0—3,5 |

Никотин очень неравномерно распределен в разных частях табачного растения; более всего его содержится в мякоти листьев, меньше в жилках листьев и совсем незначительно в стеблях и корнях (в стеблях 0,1—0,2%). Зрелые табачные семена совсем не содержат никотина; в незрелых же семенах обычно никотин присутствует. Всегда наблюдается, что уже при первых стадиях прорастания семян идет энергичное образование никотина. Биохимич. процессы образования и накопления никотина еще не изучены в достаточной степени, так же как и роль и значение никотина для табачного растения. Во время процессов томления, сушки и ферментации Т. происходит ферментативный распад никотина под влиянием действия окислительных ферментов, причем никотин повидному распадается на метиламин, пиридин и угольную к-ту. Качество табачного сырья находится в соответствии с содержанием никотина, к-рый своим присутствием обуславливает физиологическую крепость Т. Качество табачного продукта зависит от многих элементов состава, действующих весьма разнообразно. Наиболее рельефно можно отметить следующие стороны качественности Т.: крепость вкусовую, крепость физиологическую, ароматичность и характер ароматичности, резкость, горечь, мягкость, полноту вкуса и т. д. Никотин не оказывает влияния на ароматич. свойства Т. и лишь в малой степени влияет на его резкость и вкусовую крепость. Установлено, что лучшие сорта Т. должны содержать не более 1,3—1,5% никотина, первые сорта 1,5—1,7% и вторые сорта выше 1,7%. Большое влияние на вкусовые свойства оказывает свободный никотин, высота содержания к-рого обычно сопровождается усилением вкусовой крепости Т. В дым никотин переходит в количестве 50—60% от его содержания в Т., причем % перехода в сильнейшей степени зависит от условий горения Т.

Группа ароматич. веществ в составе Т. представлена разнообразными веществами. Наиболее изученными в настоящее время являются эфирное масло и смолы Т. Листья различных Т. содержат весьма изменчивое количество легколетучих с водяным паром эфирных масел. Установлено, что высота накопления эфирных масел в Т. находится в прямом соответствии с ароматичностью Т. Содержание эфирных масел варьирует от сотых процента до 1½% в лучших и наиболее ароматичных крымских Т. Эфирное масло Т. представляет собою густую жидкость с уд. в. 0,83—0,95. Коэф. преломления также непостоянен для различных образцов эфирного

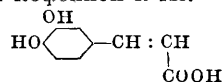
масла и колеблется от 1,412 до 1,481. Химич. константы эфирного масла Т.: кислотное число 46,07, эфирное число 92,14, число омыления 138,20, эфирное число после ацетилирования 146,2, метильное число 0,25. В состав эфирных масел Т. входят: фурфурол, муравьиная к-та и эфиры муравьиной к-ты, незначительное количество сложных фенолов, изовалериановая и терефталевая к-ты и спирты повидному терпенового характера. Эфирное масло, выделяемое из цветов Т., имеет другой химич. характер и является очень мало изученным. В выделенном эфирном масле из Т. весьма часто содержатся предельные углеводороды с открытой молекулярной цепью—*парафины* (см.). В нек-рых Т. содержание этих углеводородов бывает довольно высоким (выше 0,5%). Установлено присутствие гептакозана $C_{27}H_{56}$ и энтриаконтана $C_{31}H_{64}$, повидному имеются и другие предельные алифатич. углеводороды. Смолы Т. содержатся в нем иногда в значительных количествах (до 10%) и представляют собою сложную и еще мало изученную смесь смолообразных веществ; среди них м. б. выделены смоляные к-ты (несколько), смоляной спирт и смоляные эфиры. В составе табачной смолы заключаются α -табаконовая к-та, β -табаконовая к-та, γ -табаконовая к-та, смоляной спирт и табакорезен (по Деграция). В зависимости от содержания смоляного спирта и табакорезена ароматич. свойства Т. весьма сильно возрастают. Другие смоляные компоненты не имеют такого качественного значения.

Во время процессов первичной обработки Т. (томление, сушка и ферментация) все вещества ароматич. группы претерпевают сложные химич. изменения. Для эфирного масла характер этих изменений сказывается в повышении эфирного числа:

| | Кислотное число | Эфирное число | Число омыления |
|-------------------------|-----------------|---------------|----------------|
| Неферментир. Т. | 19,41 | 38,82 | 58,23 |
| Ферментир. Т. | 18,06 | 66,97 | 85,03 |

Для смол предполагается, что при процессе ферментации табака они подвергаются окислительным процессам и содержание кислорода в них возрастает.

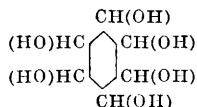
Помимо эфирных масел и смол в Т. несомненно присутствуют и другие вещества, влияющие на аромат табаков. Так, группа органич. к-т Т. имеет многих разнообразных представителей. Летучие органич. к-ты наиболее значительно представлены уксусной к-той; помимо этого Т. содержит муравьиную, а также малое количество валериановой и масляной к-т. Нелетучие органич. к-ты представлены яблочной, лимонной, шавелевой, янтарной и фумаровой к-тами. В худших сортах Т. преобладает лимонная к-та, в более хороших—лимонная к-та уступает место яблочной. Обычно отмечается, что высокое содержание к-т в Т. связано с понижением вкусовой качественности Т. Общее содержание к-т достигает нередко 12—15%. Обычно полагают, что процесс ферментации увеличивает содержание к-т в Т., образующихся из других как безазотистых, так и азотистых веществ. Помимо указанных к-т Т. богат более сложными ароматич. кислотами. В настоящее время установлено присутствие хлорогеновой кислоты $C_{16}H_{18}O_9$ и кофейной к-ты:



входящих в состав Т. в форме глюкозидов с

рамной (метилпентоза). Имеются указания, что и хинная к-та $C_7H_{12}O_6$ входит в состав глюкозидов Т. Углеводная группа веществ Т. представлена разнообразными соединениями. В свежем зеленом Т. мы имеем обычных представителей этой группы: клетчатку, крахмал и растворимые углеводы как простого (моносахариды), так и сложного типа (мальтоза, сахароза). Процессы томления, сушки и ферментации чрезвычайно сильно изменяют эту группу. Прежде всего полностью исчезает крахмал, который никогда не содержится в ферментированном Т., группа дисахаридов сильно уменьшается, и в табачном сырье преобладает группа простых сахаров. Химич. строение этих простых сахаров в табачном сырье до настоящего времени не выяснено. Нек-рые исследователи считали его специфич. сахаром и дали ему название табакоза (Беренс). По новейшим исследованиям этот, преобладающий в Т. сахар является шестиатомным простым углеводом и относится к группе кетоз; помимо него табачное сырье имеет еще и растворимые сахара, по своим химич. признакам близкие к маннозе, а также небольшое количество дисахаридов. Клетчатка во время процессов первичной обработки Т. остается неизменной. Группа растворимых углеводов табачного сырья имеет очень высокое качественное значение. Во всех случаях отмечается, что чем более Т. содержит углеводов, тем выше его вкусовые качественные свойства. Колебание в содержании растворимых углеводов в Т. очень широко (1—20%).

Помимо углеводов в Т. содержится еще группа веществ неуглеводного характера, также обладающая резкой способностью к редукции (восстановление жидкости Фелинга). Эта группа относится к веществам полифенольного характера и может содержаться в Т. до 5%. В случае возрастания этой группы, по отношению к общему содержанию углеводов, всегда отмечается падение качественности Т. Особенно резко такая зависимость выявляется, если полифенольную группу выразить в процентах к общему содержанию углеводов (полифенольное число). Это число сильно возрастает при ухудшении качества Т. В недавнее время установлено присутствие в Т. шестиатомного циклич. спирта инозита



В Т. значительное содержание имеют *пектиновые вещества* (см.), нередко достигающие 18% и обычно не спускающиеся ниже 12%. Химическое строение пектиновых веществ табака очень близко к обычным пектиновым веществам других растений (лен, свекла и др.). Большой интерес представляет присутствие метилового спирта в пектиновых веществах, к-рый при курении переходит в дым и имеет токсич. действие на организм курильщика. Содержание метилового спирта сильно падает во время процесса ферментации Т., причем чем более бурно протекал этот процесс, тем большие количества метилового спирта теряются Т. Более высокое содержание пектиновых веществ характеризует Т. более низкого каче-

ства, однако самые высшие сорта Т. часто содержат более высокие количества метилового спирта, что м. б. объяснено различием в энергии ферментационного процесса высококачественных и низкокачественных Т. Группа азотистых веществ в составе Т. представлена разнообразными соединениями. Кроме никотина в ней м. б. названы аммиак, амины, аминокислоты, амиды к-т, разнообразные *белковые вещества* (см.) и недавно обнаружено присутствие группы пуриновых оснований. Вся азотистая группа веществ в составе Т. имеет резко отрицательное качественное значение, особенно сильно в этом направлении проявляют свое действие белки и аммиак. Чем выше содержание белков, тем качество Т. всегда значительно хуже. Высокое содержание белков и аммиака сказывается на увеличении щелочности табачного дыма; наоборот, высокое содержание углеводов в Т. вызывает более кислую реакцию табачного дыма. Поэтому реакция табачного дыма является очень хорошим признаком качества Т. Высшие сорта Т. дают дым нейтральной или даже слабокислой реакции (5,5—7 рН); низшие сорта дают дым значительно более щелочной (8—8,5 рН). Такое взаимно противоположное качественное значение белков и углеводов хорошо учитывается условным числом, отображающим отношение процентного содержания углеводов к процентному содержанию белков (число Шмука). Это число тем больше, чем качество Т. лучше. Лучшие сорта имеют число Шмука до 2,0, средние сорта—~1,0 и низшие сорта до 0,2. Общее содержание белков в Т. 7,0—11,0%. Т. содержит в своем составе значительное количество минеральных элементов (до 17—20%). Обычно чем выше содержание золы, тем качество Т. хуже. Состав золы разнообразен, но в нем преобладают кальциевые и калиевые соли. Отмечено, что состав воды оказывает сильное влияние на горючесть Т., которая сильно понижается при увеличении хлористых солей и, наоборот, увеличивается при богатстве золы калийными соединениями. Другими исследованиями отмечено, что чем большая часть катионов золы связана с органич. анионами и меньшая с неорганич. анионами, тем лучше горючесть Т. Степень и характер горючести Т. оказывают большое влияние на общие вкусовые свойства дыма и на проявление действия отдельных положительных и отрицательных элементов состава Т. Примерный состав золы Т.: калий, натр, известь, магний, железо, фосфорная к-та, серная к-та, кремневая к-та и хлор (см. таблицу).

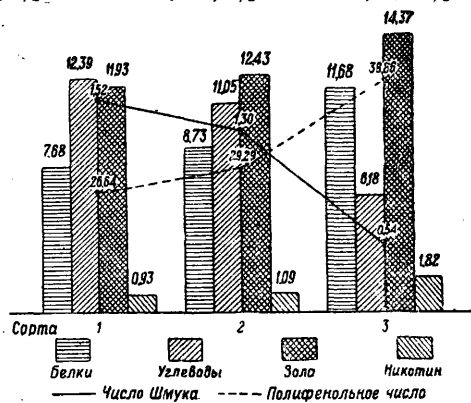
Качества табачного сырья и табачных изделий, изменяющиеся в зависимости от характера

Состав золы табака (в %).

| Части растения | Всего золы | K ₂ O | Na ₂ O | CaO | MgO | Fe ₂ O ₃ | P ₂ O ₅ | H ₂ SO ₄ | SiO ₂ | Cl |
|----------------|------------|------------------|-------------------|-------|------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------|------|
| Стебель . . | 17,89 | 3,44 | 0,81 | 10,51 | 0,06 | 0,15 | 1,13 | 0,27 | 0,19 | 0,29 |
| Листья . . | 17,16 | 4,99 | 0,55 | 6,81 | 1,26 | 0,34 | 0,80 | 1,04 | 0,99 | 1,15 |

химич. состава Т., в настоящее время м. б. оценены объективным аналитич. путем. Для определения качества чаще всего используются следующие признаками оценки: количественного содержания углеводов, белков, золы, никотина, свободных оснований, эфирного масла, полифенольного числа и числа Шмука. Закономерности изменений химич. состава в зависимости от сорта показаны диаграммой (фиг. 1).

Известный интерес представляет химич. состав семян Т., содержащих до 35—37% высококачественного жирного масла. Жирное т а б а ч н о е м а с л о относится к типу полувысыхающих масел и содержит жидких жирных к-т: 21,7% олеиновой; 60,0% льняной; 9,60% твер-



Фиг. 1.

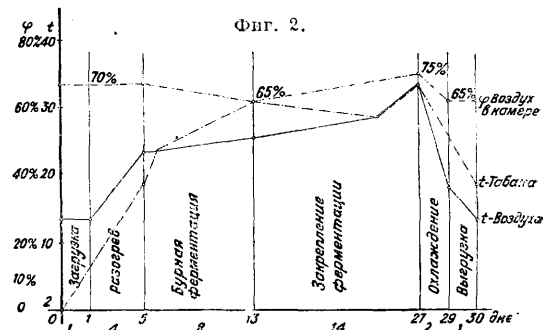
дых жидких к-т (пальмитиновой); 10,13% глицерина. Табачное масло пригодно для использования его в техническом, а также отчасти (только от зрелых семян) и в пищевом отношении. Жмых, остающийся от табачного масла, весьма богат фитином (3,5—4,0%).

Лит.: Ш м у к А., Химия табака и табачного сырья, Краснодар, 1930; Г а б е л ь Ю., Хемична анализа тютюну, Харьков, 1931; Ш м у к и Б а л а б у х а, Химическая характеристика табачного сырья, Краснодар, 1927; П я т н о д ц к и й М., Жирное масло табачных семян, Краснодар, 1929; Б а л а б у х а и З а п о л ь с к и й, Материалы по химии, составу табачного сырья урожая 1927 и 1928 гг., Краснодар, 1930; Сборник работ по химии табака под ред. А. Шмук, вып. 1, Краснодар, 1930, вып. 2, 1931; Г а б е л ь Ю., Хемична анализа тютюну, Харьков, 1931; Kissling R., Handbuch d. Tabakkunde, B., 1925; Carus G., Leulliot E. et F o e x E., Le tabac, t. 1, P., 1929. А. Ш м у к.

Ферментация табака Т., прошедши томление и сушку, не может оставаться долго в неизменном состоянии и при известных условиях в нем начинаются под влиянием действия ферментов процессы, к-рые и называются ф е р м е н т а ц и е й (брожением) Т. Внешне процесс ферментации проявляется в повышении t° и появлении запаха, сначала аммиака, а потом *фурфурола* (см.), являющихся следствием биохимич. процессов, происходящих в Т. во время ферментации. Но внешне заметный период ферментации есть только часть всего процесса изменений в Т. под влиянием ферментов. Эти изменения начинаются сейчас же после сушки и заканчиваются позже того, как кончился бурный (видимый) период ферментации. Последняя стадия называется старением Т. В результате ферментации Т.: 1) терлет в весе от 5 до 10%; 2) уменьшает содержание влаги; 3) уменьшает содержание никотина; 4) уменьшает содержание белковых веществ; 5) увеличивает содержание амидов; 6) приобретает и увеличивает ароматич. вещества; 7) приобретает более интенсивную и ровную окраску (исчезает зелень); 8) становится более эластичным; 9) становится более горючим; 10) приобретает более мягкий вкус; 11) становится стойким при хранении и неспособным к самосогреванию. Т. о. в результате ферментации Т. улучшает свои качества. Обычная, или сезонная, ферментация начинается весной, протекает все лето, и Т. урожая данного года может поступить в производство лишь через год. Папиросный Т. хранится в

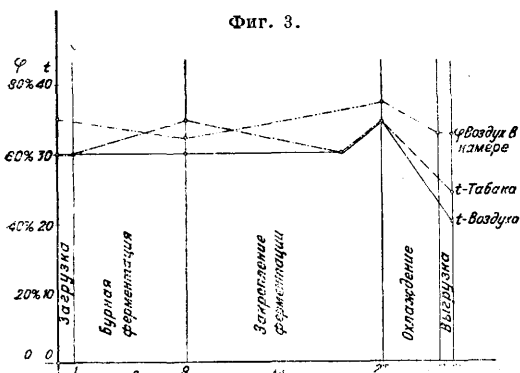
штабелях из тюков весом 16—32 кг в складах-сараях, и с наступлением теплого времени в нем начинается процесс ферментации. Темп-ра тюков постепенно повышается, достигает 35° (40°), превышая t° окружающего воздуха на 8—10 $^{\circ}$. Процесс протекает неравномерно, задерживаясь при прохладной погоде и ночью и бурно развиваясь в жаркую погоду. Для управления процессом ферментации и для предохранения Т. от порчи при слишком бурном развитии процесса прибегают к проветриванию складов, особенно ночью, и частому перекалыванию штабелей. Процесс обычно заканчивается в продолжение 3—4 месяцев. Но т. к. для ферментации необходимы достаточная t° (минимум ~ 25°) и относительная влажность (70—75%), то в зависимости от неблагоприятных метеорологич. условий Т. на складе может пройти неполную ферментацию (гл. обр. от недостатка влаги), и в благоприятных условиях t° и влажности в нем начнется новая, повторная, ферментация. Вследствие задержки Т. на складе до пуска в промышленную обработку в течение целого года и в зависимости сезонной ферментации от метеорологич. условий, усложняющих процесс ферментации, а иногда не обеспечивающих полную ферментацию, у нас в СССР разработан способ внесезонной ферментации и, получивший в настоящее время широкое применение для ферментации главной массы Т., и сезонная ферментация осталась только для высококачественных и главным образом экспортных Т.

Мысль о внесезонной ферментации не нова. Еще в конце прошлого столетия в Сизафатийском ин-те опытного табаководства (возле Рима) Анджелони, а затем химиками Бенинза и Спеллоре были произведены опыты искусственного ферментирования Т. в специальной камере с приспособлениями для регулирования температуры и влажности. При t° Т. 45—50 $^{\circ}$ и при 70% относительной влажности Анджелони получил вполне удовлетворительные результаты, однако он констатирует заметное потемнение продукта. К. Швондер (Германия) производил опыты складской ферментации турецких Т. в быв. нем. колониях ю.-в. Африки. Не указывая влажности и t° воздуха склада, Швондер отмечает, что при постоянстве этих величин создаются необходимые условия помощью системы горизонтальных труб, подававших воздух определенной t° и влажности, и что в главной своей части ферментация турецких Т. заканчивалась через 3 недели, причем цвет и качество Т. достигали полного развития. Ферментация шла в тюках $85 \times 70 \times 30$ см, t° табака поднималась в течение 10 дней и достигала 35—40 $^{\circ}$. При этих опытах была замечена задержка процесса при ослаблении проветривания внутриности тюка.



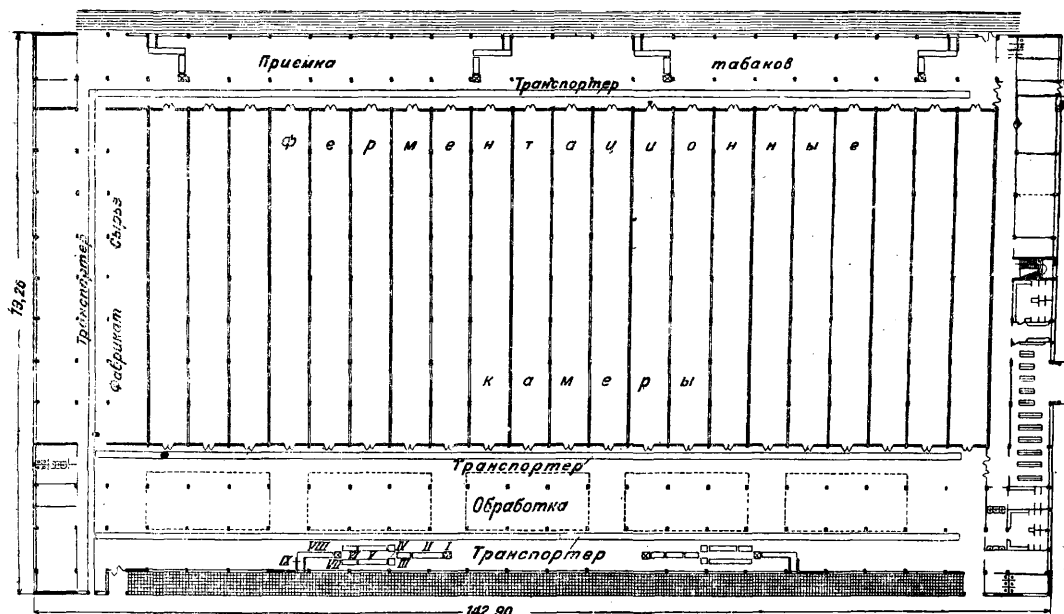
С. С. Бабаджан (СССР) еще в 1900 г. сферментировал свыше 50 т бахчисарайских Т. нустарным способом в течение двух недель, отапливая склад железными печами и увлажняя его при помощи чанов с водой. Первые лабораторные опыты внесезонной ферментации русских Т. были произведены в 1915 и 1916 годах А. М. Коленевым (Краснодарская лаборатория Ин-та опытного табаководства), а затем были повторены в 1922 г. как с листовым, так и с крошеным табаком на табачной ф-ке «Красная звезда» в Москве. В 1927 г. инж. А. И. Левин оборудовал первый ферментационный з-д крупного масштаба в Краснодаре, и сразу же работа з-да дала известные результа-

ты—в течение 18 дней получился проферментированный продукт хорошего цвета, аромата и упругости. Внесезонная ферментация Т. в тюках на ферментационном з-де заключается в себе три процесса—загрузка Т., собственно ферментация и выгрузка Т. Собственно ферментация при искусственных условиях (по А. Смирнову)



делится на три периода (фиг. 2 и 3). В первый период в обычных условиях Т. начинает прогреваться до t° , при которой ферментация может начаться, и при этом обычно он поглощает известное количество влаги. Во второй период, когда Т. нагрелся до t° ферментации и начинает принимать свою t° , происходит выделение влаги. Через

Взаимное расположение отдельных частей з-да (фиг. 4) диктуется следующими соображениями. 1) Процесс ферментации требует поддержания внутри ферментационных камер определенных метеорологических условий, создание и поддержание которых облегчается при наилучшей изоляции камеры от внешних метеорологических условий— t° , влажности и солнечной радиации. Это предопределяет расположение камер в середине плана з-да, окружая их со всех сторон другими производственными и вспомогательными помещениями. Помещения сортировки-приемки и сортировки-обработки должны иметь хорошую естественную освещенность и поэтому располагаются в наружных частях здания. Процессы обработки на ферментационном з-де сопровождаются последовательными перемещениями Т. из одного отделения в другое, что предопределяет расположение з-дов в одном этаже и расположение приемки, ферментации и сортировки-обработки для движения Т. по кратчайшему пути; самое движение Д. б. прямоочным, без наличия встречных движений. Из этих же соображений транспорт на з-де Д. б. по возможности механизированным, что тоже должно учитываться при планировке з-да. Отсутствие твердых теоретических обоснований в условиях течения процесса ферментации и недостаточность практического опыта вызвала применение в оборудовании систем громоздких, дорогих, сложных, но гарантирующих создание условий, исключающих порчу Т. в момент процесса ферментации. Отделение камер воздушное, отдельными на каждую камеру агрегатами, нагревание и увлажнение паровое (увлажнение собственно пароводяное), и лишь для охлаждения воздуха в последний период ферментации в летние дни оставлено распыливание воды. В этих проектах предусмотрено несколько камер с упрочненным оборудованием. Как на особенность последних проектов надо указать (фиг. 5, где А—решетчатый настил и В—сплошной настил) на

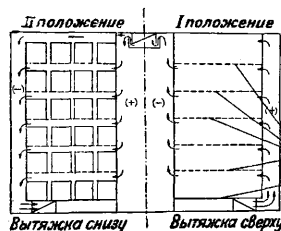


Фиг. 4.

некое время выделение влаги и t° начинают уменьшаться, t° уравнивается с t° помещения, и третий период—период закрепления уже полученных свойств Т.; через некое время стойкого состояния считается, что Т. ферментацию свою закончил. Перед выгрузкой Т. нужно охладить до t° помещения, в которое он выгружается. Сферментированный табак окончательно теряет свою зеленую, к-рая осталась от томления и сушки, и приобретает свойство такого Т., который употребляется в пром-сти.

Главным фактором, влияющим на качество, срок и стоимость внесезонной ферментации, является теплотехнич. оборудование и части здания, влияющие на работу этого оборудования. Тип з-да для внесезонной ферментации Т. по методу Смирнова в общем сводится к следующему. Здание з-да одноэтажное. Производственные процессы, определяющие характер и размеры здания з-да внесезонной ферментации, можно разбить на следующие основные операции: 1) приемка табака (сырье); 2) собственно ферментация; 3) сортировка и отправка ферментированного Т. (продукция). К ним добавляются: 4) подсобное складочное помещение для временного хранения части сырья или готовой продукции и 5) группа вспомогательных помещений—контора, рабочие удобства, лаборатория и пр.

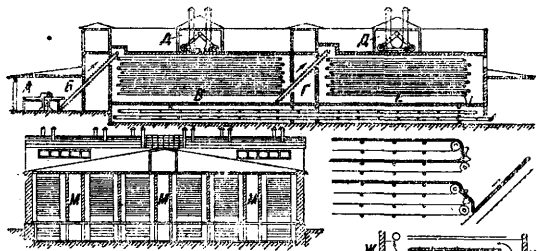
организованное движение воздуха, поступающего в зазор (пространство) между стеллажем и стеной, откуда воздух проходит равномерно в горизонтальном направлении между тюками в средний проход и отсасывается верхним воздуховодом. При этом каждый тюк может получить за время ферментации строго определенную порцию воздуха, а значит тепла и влаги, т. к. система работает с переключением направления движения воздуха. Однако наряду с такими з-дами в Гудатах работал также ферментационный завод, примитивно оборудованный паровым отоплением, паровым увлажнением и вытяжными трубами с паровой эжекцией, выпускавший вполне доброкачественную продукцию (ферментатор Лакербай).



Фиг. 5.

Рост табачных колхозов и совхозов поставил в порядок дня необходимость приближения последней стадии первичной обработки Т.—ферментации—к месту произрастания его и в виду наличия достаточной технич. базы в них пред- ставил возможности осуществления этого. Однако столь большие и сложные з-ды вполне промышленного типа и масштаба уже не являются рентабельными в совхозах и колхозах, и естественным логич. развитием является з-д, в к-ром объединяются все процессы первичной обработки—томление, сушка и ферментация Т. Такие з-ды с весьма простым теплотехнич. оборудовани- ем и упрощенным зданием типа рациональных огневых сушилок работают 2—3 мес. как сушилки и затем 7—8 мес. как ферментационные заводы, причем пропускная способность такого з-да значительно больше, чем при работе на томление и сушку, и з-д может обслуживать в период ферментации окружающие мелкие табачные хозяйства, располагающие примитивными крестьянскими сушилками. Опыты последних лет показали, что для средних Т. срок ферментации можно сократить до 20 и даже 16 дней, что увеличивает пропускную способность таких комбинированных сушильно- ферментационных камер.

Инж. Потокимин предложена схема з-да (фиг. 6) для конвейерной обработки Т. на плантации. Т. в виде зеленых листьев подвозится с



Фиг. 6.

плантации к з-ду и поступает на транспортеры резальных машин А, откуда резанный Т. падает на наклонный транспортер В, который поднимает табак на верхний транспортер камеры томления В. Табак в камере томления подвергается соответствующей обработке и доходит до нижнего транспортера, с которого попадает на наклонный транспортер промежуточной камеры—шлюза Г. Наклонный транспортер дает Т. в камеру сушки Е. После сушки Т. поступает в камеру увлажнения, после к-рой поступает для тюковки и затем ферментации. Вторым вариантом м. б. еще третья камера как ферментационная камера для нетюкового Т. Процесс ферментации проходит в 2,5 суток по предварительным вычислениям. Камеру третью размещают внизу для того, чтобы использовать часть фундамента здания з-да. Транспортеров м. б. несколько в зависимости от мощности з-да. Чердак здания з-да используется под помещения для вентиляционных агрегатов Д, откуда и производится управление работой камер. Сообщение между камерами осуществляется через продольный проход. Между рядами камер устраиваются проходы М, в к-рых помещаются механизмы для приведения в движение транспортеров. Внутри камер устанавливаются внутренние нагреватели Ж. В. Нучерук.

Лит.: Шмук А., Химия табака и табачного сырья, Краснодар, 1930; Габель Ю., Хемична анализа тютюну, Харьков, 1931; Шмук и Балабуха, Химическая характеристика табачного сырья, Краснодар, 1927; Пятницкий М., Жирное масло табачных семян, Краснодар, 1929; Балабуха и Запольский И., Материалы по химическому составу табачного сырья урожая 1927 и 1928 гг., Краснодар, 1930; Сборник работ по химии табака, под ред. А. Шмука, вып. 1, Краснодар, 1930, вып. 2, Краснодар, 1931; Габель Ю., Хемична тютюну, Харьков, 1931; Прянишников Д. Н., Частное земледелие, 5 изд., М., 1914; Эгиз, Табаководство в России, «Внегодник Деп. земл.», СПб, 1907; Залужный Я. Ф., Опыты по культуре махорки, М.—Л., 1930; Новиков-Головатый М. А., Руководство по табаководству, Москва, 1926; Kissing R., Handbuch der Tabakkunde, Berlin, 1925; Carus G., Leulliot E. et Foex E., Le tabac, t. I, Paris, 1929. А. Шмук, В. Нучерук.

ТАБАШИР, минерал, образующийся в междуузлиях некоторых видов бамбука и представляющий гель кремнекислоты, подобный *силикагелю* (см.). Некоторые виды бамбука (*Arundo bambus L.* или *Bambusa arundinacea*, затем *Melocanna bambusoides* и *Bambusa stricta*), растущие в Индии и Америке, производят как замещение сахаристых выделений золь кремнекислоты в виде прозрачной опалесцирующей жидкости, содержащейся в междуузлиях ствола. Уд. в. ее 1,62—1,68, показатель преломления 1,1115—1,1825; постепенно принимающая консистенцию слизи, эта жидкость наконец затвердевает в виде конкреции величиною от горошины до ореха. Конкреции Т. покрыты белой коркой, внутри—красивого серого, коричневого или черного цвета, с жирным блеском (возможно, что такой цвет объясняется предварительной прокалкой товара, поступающего на рынок); отличаются значительной твердостью; на Востоке (гл. обр. в Турции, Сирии, Аравии и Индостане) составляют ценный предмет торговли как врачебное средство и поделочный камень, за к-рым признаются особые свойства. Химич. состав Т. приведен в табл. 1 (в %).

Табл. 1.—Химический состав табашира.

| Составная часть | Т. из Гидрабада | Т. с о-ва Нва | Т. из Палембанга (о-в Суматра) |
|--|-----------------|---------------|--------------------------------|
| K ₂ O | — | 4,806 | 0,016 |
| Na ₂ O | — | — | 0,596 |
| CaO | — | 0,244 | 0,125 |
| H ₂ O + BaO | 0,13 | — | — |
| Fe ₂ O ₃ | — | 0,424 | 0,098 |
| SiO ₂ | 96,94 | 86,587 | 91,196 |
| Органич. вещество | Следы | 0,507 | 0,221 |
| H ₂ O | 2,95 | 76,32 | 4,057 |
| Всего | 100,00 | 100,00 | 99,303 |

В основном Т. состоит из SiO₂ (уд. в. 2,22—2,28), но бывает иногда и загрязнен (по анализам Фуркруа и Вокелена содержание К и Са может доходить до 30%). При прокаливании Т. темнеет, при красном калении снова становится белым. Физич. свойства Т. чрезвычайно зависят от количественного содержания в нем влаги. Сухой Т. бывает как белый, так и прозрачный, подобно стеклу; при смачивании прозрачный Т. белеет, как мел, а при дальнейшем пропитывании водою поглощает равную себе массу воды, выделяя большое количество пузырьков воздуха и становясь вновь прозрачным, причём уд. в. резко возрастает (табл. 2).

На воздухе пропитанный водою Т. теряет воду (по опытам Полека за 48 ч. при комнатной t° Т. теряет 61,9% воды, при 100°—62,5%, при

Табл. 2. — Зависимость удельного веса табашира от содержания воды (по О. Бюджи, 1908 г.).

| Разность и состояние табашира (индийского) | Удельный вес | | | Содержание воды в % | |
|--|-----------------|---------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|
| | воздушно-сухого | пропит. водою | возд.-сух. кремне-кислоты | поглощающей воды Т. #1 | термофильной сух. Т. #2 |
| Непрозрачный | 0,623 | 1,320 | 2,059 | 52,84 | — |
| Прокаленный { | 0,536 | 1,279 | 2,086 | 58,03 | 2,04 |
| | 0,651 | 1,351 | 2,170 | 51,81 | |
| Просвечивающий | 0,5 | — | 1,69 | — | 4,057 |
| | 0,606 | 1,396 | 2,412 | 51,57 | |
| Тончайший (из Гидрабада) | 0,727 | — | 2,188 | 47,850 | 3,125 |
| | 0,652 | — | 2,149 | 51,64 | |

*1 При пропитывании. *2 При прокаливании.

прокаливании—63,57%). Кроме воды Т. может поглощать и другие жидкости: к-ты, эфир, спирт, эфирные и жирные масла и красящие вещества. Показатель преломления Т. весьма мал (1,115—1,1825), равным образом мало и абсолютное светопреломление R , вычисленное по ф-ле $R = \frac{n^2 - 1}{d}$. Это видно напр. из следующих сравнительных данных:

| | R | | R |
|-------------------------|-------|----------------------|---------------|
| Табашир | 976 | Вода | 7 816 |
| Воздух | 4 530 | Пчел. воск | 13 308 |
| Гвац | 5 415 | Сера | 22 000 |
| Флинтглас . 7 238—8 735 | | Водород | 29 961—31 862 |

При поглощении воды или масла кассии показатель преломления Т. возрастает соответственно до 1,4012 и 1,6423. Отношение объема пор в Т. к объему самого вещества составляет для непрозрачной разности 2,307 : 1, а для прозрачной 2,5656 : 1; поры занимают от 74,3% (Кон) до 71% (Христиансен) всего объема, а по Брюстеру 69,72%. Строение Т. (по Бюджи) тонкоячеистое, с ячейками в 1—1,5 μ и толщиной стенок в 0,2 μ ; однако Жигмонди полагает, что в главной части строение Т. субмикронно или амикронно, диаметр пустот 5 μ . По вычислениям И. С. Андерсона поперечник капилляров 2,63—5,5 μ .

Лит.: Кауш С., Отбеливающие вещества, пер. с нем., М.—Л., 1929; Warburg O., Die Pflanzenwelt, В. 3. Lpz., 1922; Bütschli O., «Verhandl. d. naturw. Ver. zu Heidelberg», Heidelberg, 1898—1901. 6, p. 287—348; Bütschli O., «Abhandl. der Königl. Gesellschaft d. Wissenschaften», Mathem. naturw. Klasse, Göttingen, 1908. 149; Doelter C. u. Leitmeier H., Handb. d. Mineralchemie, 5 Aufl., В. 1. Dresden—Lpz., 1912; Hintze, «Ztschr. f. Kristallographie», Lpz., 1887, В. 13, p. 392; Blasius, ibid., 1888, В. 14, p. 258; Judd, «Nature», 1887, v. 35, p. 488; Ebert A., «Ztschr. d. Österr. Apoth.-Ver.», 19 8, p. 46; Spörri, Die Verwendung des Bambus in Japan, Zürich, 1903; Kohn F., «Beiträge zur Biologie der Pflanzen», Breslau, 1878, В. 4, p. 385—407. П. Флоренский.

ТАКЕЛАЖ, часть *парусного вооружения* (см.), служащая для укрепления и связи частей рангоута, а также передвижения этих частей и парусов при управлении последними. Описание Т. и приняту терминологию см. *Парусное вооружение*. Т. состоит из отдельных самостоятельных частей, носящих название снасть. Снасти не только образуют Т., но и употребляются для других судовых надобностей: снасти грузовых стрел, подъема тяжестей, буксировки и швартовки. Каждая снасть состоит

из следующих деталей: 1) гибкого элемента, передающего усилия, — трос, 2) соединений, служащих для прикрепления тросов друг к другу, к частям рангоута, корпусу судна, грузу, берегу или другому кораблю, — такелажных соединений, 3) передаточных устройств, состоящих из системы блоков, — талей (полиспасты). Управление снастями, т. е. их выбирание и отдачу, осуществляют вручную или при помощи лебедок (ручных, паровых или электрических). Трос употребляется проволоочный (преимущественно) и пеньковый. Первый изготовляется из оцинкованных стальных проволок, свиваемых в пряди. Пряди навиваются вокруг пенькового сердечника из смоленого троса. Пряди гибкого троса имеют каждая свой сердечник и изготовляются из более тонких проволок. Обычное количество прядей в тросе особой выделки—8. Толщина троса измеряется по окружности и достигает: от 25,40 до 203,20 мм (от 1 до 8 дм.). Число проволок в пряди: обыкновенного негибкого троса 7 или 19, обыкновенного гибкого 30, гибкого особой выделки 18, 24 или 30. Толщина проволок по диаметру 0,35—4,20 мм. Временное сопротивление троса в кг м. б. определено по ф-ле: $K = ac^2$, где a —3,9 для негибкого и 3,1 для гибкого троса, а c —окружность троса в мм. Допускаемое напряжение берут равным $\frac{1}{6}$ временного сопротивления. Стальной трос, имея достоинства (меньшее сопротивление ветру, прочность) и недостатки (малая эластичность, негибкость, колышки), требует специального ухода за оцинкованной поверхностью (очистка, смазка, недопущение трения), не допускает укладки в бухты, вязки узлов. Диаметры шкивов равен 4÷6-кратной окружности троса, скорость движения до 600 м в мин. При приемке стальной трос подвергается испытаниям на вязкость и на разрыв. Для удерживания стального троса в определенном положении применяются особые стопоры: Булливана, Карпентера или цепной. Для соединения конец троса изгибается петлей, в которую вставляют коуш, и сплеснивается. Пеньковый трос изготовляется из пеньковых волокон, свиваемых в кабелки, к-рые образуют пряди. Обычный трос свивается из трех прядей, более гибкий из четырех и более с сердечником. Нескольких таких тросов (3—4), называемых тросами тросовой работы, м. б. свито вместе, образуя трос кабельной работы, в этом случае отдельные тросы называются стрендами. Тросы кабельной работы менее прочны, но более эластичны. Смоленый трос более стоек, но менее крепок, чем несмоленый. Размеры тросов определяются по длине окружности. Тросы до 25 мм называются линиями, от 25 до 100—тросами, от 100 до 152—перелиниями, от 152 до 356—кабельтовыми, свыше 356 мм—канатами. Особое применение имеют: манильский трос—не тонет в воде и кокосовый—исключительно эластичен. Кенаф и кендырь вполне пригодны для изготовления тросов, но производство их пока не поставлено. Пеньковый трос по мере работы теряет свою крепость и служит от 1 до 3 лет в зависимости от размеров и ухода. Временное сопротивление м. б. определено по ф-ле, приведенной для стального троса, где a принимается для смоленого троса тросовой работы = 0,5. Допускаемое напряжение берут равным $\frac{1}{6}$ временного и уменьшают с течением времени. Несмоленый трос крепче на 25%, трос кабельной работы слабее на 25%. При приемке подвергается наруж-

ному осмотру, измерению и испытанию каболок на крепость. Перед употреблением трос вытягивают, при работе содержат в чистоте и после употребления складывают в бухты, учитывая направление его спуска. Кроме тросов в качестве гибкого элемента применяются такелажные цепи, изготовляемые из мягкого сварочного железа, а круглыми звеньями без контрофросов (распорок).

Такелажные соединения бывают разного рода в зависимости от назначения. К ним относятся: узлы морские, образуемые концами троса и служащие для разъемного соединения последних; нек-рые виды узлов м. б. легко развязаны; сплесни—переплетение концов двух тросов для соединения последних в одно целое, неразъемное соединение, служащее для удлинения троса (различают короткий сплесень, дающий утолщение в месте соединения, и длинный, или лонго-сплесень, позволяющий пропускать трос через шкив); наитовы—перевязка тросом двух рангоутных деревьев или иных предметов; бензели—перевязка тросом двух тросов; огоны—постоянные петли в конце или середине троса; кнопы—утолщения (узлы), делаемые в конце или середине троса для закрепления последнего в неподвижном состоянии; при этом кноп в середине троса называется мусингом, а служащий для заделки концов, чтобы они не распускались,—репкой. Работы по выделке указанных соединений называются такелажными; к последним кроме указанного относится: накладывание марок, т. е. метки на тросе на определенном месте для указания этого места или предохранения части троса или его конца от распуска; выравнивание поверхности троса, для чего его тренцуют—обвивают плотно тонким тросом по впадинам между прядями; предохранение троса от перетиранья, для чего его сначала трепцуют, а потом клетнюют, т. е. обвивают лентой старой парусины, а поверх последней клетнем—тонким тросом, шлагги (обороты) к-рого идут поперек основного, плотно прилегая друг к другу. Для такелажных работ употребляют специальные инструменты: драек, мушкель и пр.

Тали (морской термин полиспаста) состоят из троса и блоков. Блоки в морском деле употребляют металлические или деревянные с оковкой или без нее, последние имеют бакаутовые шкивы. Металлич. блоки не имеют особых названий, деревянные имеют следующие разновидности: нормальный блок, толстоходный и тонкоходный, отличающиеся от первого толщиной щек и диаметром шкива; канифас-блоки служат для временного закладывания снастей их серединой, для чего эти блоки снабжают легко откидываемой и закладываемой оковкой; кроме того применяют блоки особой формы специального назначения. Диамет. шкива берется равным от 2 до 6 окружностей троса в зависимости от его материала и назначения. Для прикрепления блоки остропливаются: деревянные вязываются в стропы (веревочные петли), а металлические снабжаются гаком или петлей. Кроме тросовых такелажных соединений употребляют также разного рода металлич. детали: гаки—крюки разного вида и назначения, металл. скобы; коуши—кольца с жолобом по ободку: круглые и сердцевидные служат прокладкой в петле троса на его конце, треугольные—для прикрепления стоячего такелажного; раксы—незамкнутые коуши с отогну-

тыми краями для подвижного соединения косяких парусов с их леерами; юферсы—деревянные бесшпильные блоки, состоящие из диска, имеющего три дыры и жолоб по окружности и служащие для образования тросового талрепа; винтовые металлич. талрепы (стяжки). Талрепы позволяют вытягивать за конец снасти стоячего такелажного, к-рые д. б. туго вытянуты. Для образования тросового талрепа конец натягиваемой снасти обвязывается по окружности одного юферса, а небольшой конец (кусочек) троса, закрепляемый к корпусу судна,—вокруг другого; оба юферса стягиваются концом троса, пропускаемым через дыры.

Простейшая проводка троса состоит из троса и укрепленного неподвижно одношкивного блока, т. н. горденя, служащего для изменения направления усилия, причем самый трос называется лопарем. Тали состоят из троса, основанного между двумя блоками, причем один из них или оба могут иметь по два или по три шкива (см. Блоки). Постоянно соединенные с какою-либо снастью тали называются гинцами. Тали, приспособленные для подъема больших грузов с трехшкивными, одним или обоими, блоками, толстыми лопарями и соответственно—блоками, называются гинями. Кроме тросовых на кораблях имеют применение и цепные дифференциальные тали обычной конструкции. Т. современных судов, даже парусных, отличается большей простотой по сравнению с прежними отчасти потому, что наиболее сложные Т. имели парусные военные корабли, вышедшие из употребления в конце прошлого столетия, отчасти благодаря упрощению парусного вооружения и механизации управления им на современных торговых парусных судах.

Лит.: Морская практика, Офиц. руковод. для военно-морских учебных заведений, Л., 1932. Р. Тышбейн.

ТАЛИ, см. Блоки и Подъемные машины.

ТАЛЛИЙ, Тl, химич. элемент III группы периодич. системы, аналог галлия (см.) и индия, открыт Круксом в 1861 году с помощью спектрального анализа, атомный вес 204,4, порядковое число 81; блестящий на свежем разрезе металл белого с голубоватым оттенком цвета, уд. в. 11,85, более мягкий, чем свинец, быстро покрывающийся на воздухе темнобурым налетом закиси Тl₂O. Во избежание этого его часто хранят под прокипяченной водой или под глицерином, т. к. при обычных *t°* эти жидкости на него не действуют; *t°*_{пл.} 303,5°; *t°*_{кип.} ок. 1300°. Т. трудно растворяется в соляной к-те, легко в серной и азотной к-тах; соединяется непосредственно с серой, фосфором и галоидами. В соединениях Т. бывает одно- и трехвалентным. Соединения первого рода более стабильны, получаются при окислении металла на воздухе при обычной *t°*, при растворении его в к-тах и т. д. С помощью перманганата или галлоидов соли одновалентного Т. могут быть окислены до трехвалентных, сильно гидrolитически расщепленных и стабильных только в присутствии избытка к-ты.

Из соединений одновалентного Т. важнейшие: закись Т. Тl₂O черного цвета, *t°*_{пл.} 300°; разъедает стекло и легко присоединяет воду с образованием гидрата закиси Т. ТlОН желтого цвета, растворяющегося в воде с сильно щелочной реакцией. Хлористый Т. ТlCl и аналогичные соединения с бромом и иодом (ТlBr и ТlI) образуются легко путем непосредственного синтеза или же путем осаждения из растворов, т. к. все они плохо растворимы в холодной воде. Бесцветный хлористый Т. становится на свету темнобурым; желтый иодистый Т.—зеленым. Фтористый Т. ТlF легко растворим даже в холодной воде. Азотнокислый Т. ТlNO₃ легко растворим, в сухом виде начинает разлагаться при 300°. Сернокис-

лый Tl_2SO_4 бесцветен и легко растворим, летуч без разложения при t° красного каления. Легко образует двойные соли типа квасцов. Сернистый Tl_2S черного цвета, осаждается сероводородом или сернистым аммиаком из растворов нейтральных или слабощелочных солей. Углекислый Tl_2CO_3 легко растворяется в воде со щелочной реакцией.

Из соединений трехвалентного Tl важнейшие: окись Tl_2O_3 бурого цвета, образуется при окислении металла при повышенных t° , при окислении подщелоченных солей перекисью водорода и другими окислителями или же при нагревании гидроокиси $TlO \cdot OH$. Соли трехвалентного Tl легче всего получаются путем растворения окиси в соответствующих k -тах, хлорид $TlCl_3$ — также путем воздействия хлора на суспензию однохлористого Tl , сульфид Tl_2S_3 м. б. получен путем непосредственного сдвига из элементов.

Важнейшие качественные реакции на Tl : 1) окраска пламени в зеленый цвет; 2) с хроматами — желтый осадок Tl_2CrO_4 ; 3) с хлороплатинатами — такой же Tl_2PtCl_6 ; 4) с кобальтинитритом натрия — яркочерный осадок соответствующей соли Tl ; 5) с галловодородными k -тами или их солями — белый осадок $TlCl$, бледножелтый $TlBr$ или желтый TlI . Последними соединениями пользуются и для количественного определения Tl .

Распространение Tl в земной коре определяется по Клерку и Вашингтону цифрой порядка 10^{-10} , по более новым исследованиям Ноддака 10^{-7} . Tl является элементом сильно распыленным. В малых количествах (тысячные доли % и ниже) он встречается во многих силикатах, а также в калийных солях и в сульфидах и окислах меди, железа, марганца, цинка и пр. В этих минералах Tl сопровождают в виде изоморфной примеси свинец, серебро и щелочные металлы. Специфич. минералы Tl : *крукезит* (Cu, Tl, Ag) $_2Se$, *лорандит* $TlAsS_2$ и др., редко встречаются и промышленного значения не имеют. Для промышленной добычи интерес представляют руды тяжелых металлов (колчеданы, цинковая обманка и т. д.), из k -рых в процессе их переработки Tl попадает в разные отходы производства, в частности в летучие пыли металлургических и колчеданных (в производстве серной k -ты) печей и в илы серноокислотных камер. Содержание Tl в пыли обычно бывает ниже 1%. Вследствие того что Tl находится в пыли в виде растворимых в водосоединений (сульфата и закиси), его извлекают обычно путем выщелачивания слабо подкисленной водой. Вторым промышленным источником Tl являются шелоки литопонных z -лов, из k -рых Tl извлекают наряду с кадмием (в Америке). Для осаждения Tl из растворов пользуются малой растворимостью Tl , особенно в присутствии избытка ионов хлора. Осажденный поваренной солью из растворов $TlCl$ обрабатывают серной k -той для получения сульфата, а раствор последнего подвергают электролизу или же высаживают из него Tl на металлик. цинке. В обоих случаях Tl получается в виде мелких кристаллов, k -рые спрессовывают, а затем плавят в присутствии восстановительных веществ (цианистый калий, шавелевая k -та, водород). Металлический Tl может быть также получен путем нагревания его шавелевокислой соли в закрытом тигле или же путем плавки галоидных солей с цианистым калием.

Применение. Благодаря высокому коэффициенту преломления соединения Tl применяются для производства специальных сортов оптич. стекол. $TlCl$ вводят в баллоны мощных электроламп с вольфрамовой нитью (где выделяющийся из него хлор противодействует потемнению баллонов и увеличивает срок службы лампы). Тем же соединением пользуются иногда как катализатором. Незначительные количества соединений Tl применяются в производстве *светящихся составов* (см.). Tl является специфич. нервным ядом, вызывающим явления

паралича и напомиающим в этом отношении свинец. Благодаря ядовитости сульфат Tl применяется в качестве яда для борьбы с грызунами и нек-рыми насекомыми (рыжие муравьи) и для пропитки дерева и семян в качестве фунгицида. Специальное соединение Tl — *таллофид* (вероятно окисульфид) — обладает специфич. физич. свойствами, используемыми в фотоэлектрич. элементах (см. *Селен, Фотоэлементы*). Tl легко образует с ртутью амальгамы, а со многими другими металлами — сплавы, из коих нек-рые обнаруживают технически ценные свойства. Сплав из 10 ч. Tl , 20 ч. олова и 70 ч. свинца обнаруживает большую стойкость в отношении минеральных k -т и предложен в качестве материала для анодов в нек-рых электрометаллургич. процессах. Сплав, содержащий 72% свинца, 15% сурьмы, 5% олова и 8% Tl , обнаружил прекрасные свойства в качестве подшипникового антифрикционного металла. Запатентован также химически стойкий сплав Tl с серебром. Добыча Tl ведется в весьма ограниченных размерах — порядка одной или нескольких t в год.

Лит.: Искольдский И., Таллий, М.—Л., 1933; Moser L. u. Reif W., Trennungsmethoden f. Thallium, «Monatshefte f. Chemie», Lpz., 1929, B. 52, p. 343; Petar A., Thallium, «U. S. Bureau of Mines», Information Circul., Wash., June 1934, 6453; Fester G., Thallium в книге Ergänzungswerk zu Muspratts encyclopädischem Handbuch der technischen Chemie, B. 2, Halbband 2, p. 1229—31, Brnnschw., 1927. **Е. Иронин.**

ТАЛЬК, см. *Жировик*.

ТАЛЬКА, моток пряжи определенной длины; так, для k л.-бум. пряжи он принят равным 840 ярдам (7 пасм по 120 ярдов), для льняной — 3 600 ярдам и т. д. См. *Номерация пряжи*.

ТАНК, бронированная и вооруженная боевая машина, отличающаяся своей всеходностью и способностью передвигаться по пересеченной местности.

Боевое назначение и типы T . Мысль о создании T на базе гусеничного трактора появилась еще до войны 1914—18 гг., но тогда ее сочли абсурдной. Изыскание средств для прорыва сплошного укрепленного фронта, возникшего в Зап. Европе осенью 1914 г., вновь выдвинуло идею создания T . как машины, специально предназначенной для поддержки пехотной атаки путем проезда через заграждения, разрушения препятствий и уничтожения пулеметов противника; при этом англичане, проектировавшие свой T в 1915 г., предназначали их преимущественно для содействия пехотной атаке первых линий неприятельских окопов, в то время наиболее сильно укрепляемых и занимаемых большинством сил. Французские же T ., проектировавшиеся в 1916 г., когда главная оборона была уже перенесена в глубину укрепленной позиции, а первые линии окопов стали занимать слабыми силами, предназначались гл. обр. для поддержки пехоты при развитии успеха в глубине неприятельского расположения, после того как она овладеет первыми линиями при поддержке значительно возросшей к тому времени и количественно и качественно артиллерии и начнет выдвигаться в район, недосыгаемый для огня последней. Различие в боевом назначении привело и к различной материальной части: англичане имели тяжелые (27—33 t) и длинные (8—10 m) танки, способные преодолевать широкие окопы (немцы в целях противотанковой обороны стали доводить ширину своих окопов первых линий до 3,5—4 m) и поле, сильно изрытое при артиллерийской подго-

товке снарядами крупных калибров. Французы же как на основном образце остановились на Т. сист. Рено весом в 6,7 т и длиной в 5 м (считая с хвостом), подвижность к-рых между прочим увеличивалась еще тем, что они могли перевозиться на 7-м грузовых автомобилях. Однако сражение у Камбре 20/XI 1917 года, где английские Т. были впервые применены в значительном количестве (378 машин), облизало английские и французские взгляды на боевое назначение Т. В этом сражении впервые на западноевропейском театре войны был прорван укрепленный фронт. В результате сражения у Камбре стало очевидным, что Т. необходимы для развития успеха и что для этой цели нужны быстроходные машины с большим радиусом действия. Через 7 месяцев, 18/VI 1918 г., французские танки уже предшествуют атаке X армии генерала Манжена, начатой внезапно, без артиллерийской подготовки (отсутствие здесь у немцев сильных укреплений позволило французам бросить Т. в атаку на первые линии окопов), а в октябре 1918 г. два французских танковых батальона перевооружаются английскими тяжелыми танками. У англичан же вскоре после Камбре появились Т. марки А, предназначенные для развития успеха после прорыва укрепленной полосы. Они были много легче тяжелых (14-т) и значительно быстроходнее как их, так и Т. сист. Рено (максимальная скорость этих Т. 13,5 км вместо 8 км у тяжелых английских и у Рено). В сражении под Амьеном 8/VIII 1918 г. два батальона Т. марки А англичане придают кав. корпусу, брошенному в прорыв для развития успеха. Однако эта попытка повысить при помощи Т. боеспособность и подвижность конницы положительных результатов не дала вследствие: 1) недостаточной подвижности Т. марки А на походе и 2) неумения согласовать действия Т. и кавалерии в бою. В течение весны и лета 1918 г. на долю Т. марки А случайно выпало несколько раз выполнение самостоятельных задач: 26/III двенадцать Т., посланных в разведку, встретили около 300 германцев, продвигавшихся в боевом порядке, внезапно атаковали их и обратили в бегство; 24/IV семь Т., высланных с той же целью, натолкнулись в ложбине на 2 германских батальона, готовившихся к атаке, и рассеяли их, убив и ранив в течение нескольких минут не менее 400 человек; 8/VIII 1918 г. один Т., ушедший вперед от застрявших машин своего взвода, забрался в глубокий тыл отступающих немцев, атаковал с тыла неприятельскую батарею, разогнал несколько мелких партий противника и снимавшуюся с бивака пехоту, обстрелял отходящие стрелковые цепи, колонны и обозы немцев. Повидимому после первых же описанных выше случаев в штабе английского танкового корпуса возникла идея создания частей быстроходных Т., предназначенных для проникновения через укрепленную полосу противника и нападения на его штабы, аэродромы, узлы связи, склады военных припасов и т. п. В 1918 г. была составлена общая спецификация Т. марки Д, согласно к-рой они должны были обладать максимальной скоростью не менее 32 км, радиусом действия около 320 км, длиной в 9 м, чтобы они могли легко пересекать широкие окопы. Первая модель Т. Д была построена уже по окончании войны и обладала большим количеством конструктивных недостатков.

Первый быстроходный и достаточно надежный Т. Виккерс марки I англичанам удалось построить в 1923 г. Однако взгляды на боевое назначение Т. и их спецификация меняются уже в первые годы после империалистич. войны. Англичане начинают готовить свою армию в первую очередь к войнам в колониальных странах, куда обращено главное внимание английской политики, и к интервенциям в такие страны, как СССР или Китай. Война здесь мыслится широко маневренной против неприятеля, недостаточно вооруженного современными средствами борьбы. Не исключается конечно и возможность континентальной войны против империалистич. конкурентов в союзе с другими странами, но считается, что при помощи таких средств, как авиация и быстроходные Т., она вероятнее всего будет решена раньше, чем успеет принять позиционные формы. Исходя из этих установок, англичане отказались от вооружения армии мирного времени длинными тяжелыми Т., они лишь изготовляют опытные машины этого рода, чтобы обеспечить быстрое производство их в военное время, если война будет иметь тенденцию перейти к позиционным формам. Важнейшими боевыми машинами англичане считают средние танки, которые должны составлять основную силу средних броневых бригад, предназначенных для совместной атаки с пехотными дивизиями главных сил противника, преимущественно во фланг и тыл его боевого порядка в тот момент, когда пехота будет развивать атаку с фронта или же будет действовать в районах, недоступных для Т.

Важнейшие задачи средних Т. в составе бригад: уничтожение батарей и противотанковых орудий и борьба с неприятельскими Т. Главнейшее требование, предъявляемое к средним Т.,—это устойчивость пушечной платформы при движении по местности, обеспечивающая прицельный огонь машины с хода. Только с этой целью англичане делают средние Т. достаточно длинными. Прочие требования: броня, защищающая от наиболее скорострельного противотанкового оружия, максимальная скорость не менее 32 км/ч, запас бензина на 160 км движения по дорогам, вооружение—длинная пушка для борьбы с себе подобными машинами и несколько пулеметов; танк должен проходить через окопы шириной до 1,8 м и брод глубиной до 0,9 м.

Легкие Т. англичане создают для боевой разведки и службы обеспечения в составе средних броневых бригад, но главное—для сформирования из них легких броневых бригад, предназначенных к действиям впереди главных сил армии с целью оперативной разведки, задержки отдельных колонн противника и т. п. и для глубоких обходов неприятельского боевого порядка с целью дезорганизации его тыла, производства там разрушений и сковывания резервов. К легкому Т. англичане прежде всего предъявляют требование высокой подвижности, понимая под этим термином не только скорость движения машин, но и легкость их снабжения и обслуживания при действиях в значительном удалении или при полном отрыве от своих войск (небольшая потребность в горючесмазочных материалах и запасных частях, продолжительная служба без ремонта и пр.). Максимальная скорость легкого Т. требованиями установлена не менее 48 км/ч при радиусе действия в 240 км. В жертву подвижности принесены все остальные качества легкого

Т.: непробиваемость броневой пулями требуется лишь от лобовой брони, к бортовой это требование не предъявляется; вооружение—лишь один пулемет; преодоление рвов—1,2 м шириной; различные опытные образцы легких Т. весят 2—4 т, к этому типу принадлежат и образцы плавающих Т. Однако у англичан есть более тяжелые конструкции легких Т. весом в 5,6 т (пятитонный Виккерс) и 7,8 т (шеститонный Виккерс), защищенные от броневых пуль спереди, с боков и сзади. Эти Т. представляют как бы переходные машины от легких к средним; ими м. б. заменены более легкие Т., если обстановка будет затруднять их применение. Учиывая силу современных противотанковых орудий, англичане для борьбы с ними создают Т. непосредственной поддержки. Это Т., вооруженные орудиями, стреляющими достаточно мощными снарядами осколочного действия или дымовыми, предназначенные для поддержки танковой атаки путем борьбы с противотанковой артиллерией и Т. противника; они строятся на шасси тех Т., к-рые должны поддерживать, и м. б. бронированы не полностью. Эти же требования предъявляются и к саперным Т., предназначенным для помощи боевым Т. при преодолении препятствий.

Для непосредственной поддержки пехоты англичане предназначают сейчас бронированные транспортеры пулеметов, к-рые прежде назывались танкетками. Первая танкетка была построена полковником Мартелем для доказательства его идеи превращения солдата в «механизированного пехотинца». Мартель предлагал посадить в эти машины всю пехоту регулярной армии. В 1927—28 гг. танкетки в составе опытного механизированного соединения применялись для разведки за неимением для этого более подходящей машины в отношении подвижности и проходимости. Экспериментальные работы по танкеткам производятся по двум линиям: 1) создание быстрого Т. для разведывательных целей и 2) Т. с меньшей скоростью для работы с пехотой. Таким образом танкетка явилась родоначальницей английских легких Т. и бронированных транспортеров пулеметов. Дальнейшая вероятная эволюция по второй линии—создание бронированного транспортера, более вместимого, для передвижения пехоты на походе и на поле сражения.

Еще нет сведений о том, чтобы англичане остановились окончательно на том или ином Т. как вполне пригодном для вооружения броневых бригад или пехоты, но они строят и испытывают значительное количество этого рода машин. Основным назначением Т. англичане считают самостоятельные действия лишь в тактическом или оперативном взаимодействии с остальными родами войск, а важнейшим свойством их—подвижность.

Французская армия в отличие от английской готовится в первую очередь для войны в Европе с государствами, располагающими большими армиями, основную массу к-рых поэтому будет составлять пехота. Эти армии, особенно в пространственных условиях Зап. Европы, будут развертываться с большой плотностью насыщения фронта, почему французские уставы предусматривают преимущественно фронтальные боевые столкновения. Охваты и обходы флангов противника по мнению

французов могут иметь место лишь в течение непродолжительного периода мобилизации и стратегич. развертывания сторон. Исходя из таких предположений, французская официальная доктрина считает Т., так же как и в 1917—1918 годах, средством сопровождения пехоты. По сравнению с 1918 г. сделаны лишь поправки, во-первых, на то, что война во всяком случае начнется не с позиционных, а маневренных форм и, во-вторых, на возросшую силу противотанковой обороны. Главнейшее значение в Т. Франция придает броне, толщину к-рой довела в своих легких и средних Т. до 30 мм, а в тяжелых—до 55 мм; это естественно достигнуто за счет подвижности.

Французские легкие Т. представляют совсем иные машины, чем английские Т.: они весят 8—10 т и по своей подвижности способны лишь сопровождать войска в маневренной войне, но никак не действовать в отрыве от них. Средние Т. (опытные) отличаются от легких большими размерами и более сильным вооружением и предназначаются для непосредственной поддержки пехоты при атаке сильно укрепленных полос. Уже в мирное время в составе французской армии имеются части, вооруженные тяжелыми танками весом ок. 70 т, предназначенные для атаки очень сильно укрепленных или прикрытых естественными препятствиями оборонительных полос, где их главной обязанностью является проложить дорогу средним и легким Т., защищать их от противотанковых орудий и Т. противника, вести борьбу с автоматич. оружием, к-рое не могло быть нейтрализовано огнем пехоты и в то же время находится вне района действий легких или средних Т. сопровождения. После успешной атаки тяжелые Т. могут проникать в глубину расположения противника для уничтожения батарей, штабов, оборонительного оборудования и для атаки неприятельских резервов. Т. о. на эти танки французы считают возможным возлагать выполнение самостоятельных задач. Есть во французской армии также и танкетки как английские, так и своей конструкции (опытные), к-рые используются преимущественно как транспортеры пулеметов и предназначаются для непосредственной поддержки пехоты и спешенной кошицы в авангардных и т. п. боях невысокого напряжения.

Прочие государства капиталистич. мира или не имеют самостоятельных доктрин в отношении боевого назначения Т. и примыкают в этом вопросе к Англии или Франции или же их взгляды еще недостаточно оформились.

В РККА танковые части составляют самостоятельный род войск и делятся на два основных типа: танковые части резерва главного командования (ТРГКА), предназначенные для усиления стрелковых соединений, и механизированные соединения для выполнения самостоятельных задач в оперативном или тактич. взаимодействии с кавалерийскими и стрелковыми соединениями и авиацией. На ТРГКА возлагаются задачи: а) непосредственной поддержки пехоты (НПП) путем подавления ближайших к своей атакующей пехоте огневых средств противника и прокладывания дороги через проволочные препятствия; б) подавления пулеметов и противотанковых орудий, расположенных в глубине неприятельской позиции (группы дальнейшей поддержки пехоты—ДПП); в) атаки батарей, резервов, штабов и тому подобных объектов в тылу неприятеля еще в

тот момент, когда атакуется передний край его позиции (группы дальнего действия—ДД). В оборонительном бою Т. могут быть использованы: а) для борьбы с Т. противника, б) для поддержки контратак пехоты и в) для самостоятельных контратак.

К материальной части Т. в РККА предъявляется основное требование: разумного сочетания подвижности, достаточной броневой защиты и мощности вооружения. Каждое из этих свойств имеет большее или меньшее значение в зависимости от боевого назначения танка: для НПП требуются машины, защищенные от бронебойных пуль и осколков снарядов, вооруженные пулеметами и мелкокалиберными пушками; подвижность их м. б. не очень высокой, однако они д. б. способны преодолевать окопы до 1,8 м ширины и проволочные заграждения; более других для этого подходит шеститонный английский Виккерс. Для ДПП и особенно для ДД нужны Т., способные быстро двигаться на поле сражения и преодолевать встречающиеся здесь препятствия (противотанковые рвы, эскарпы и т. п.), по возможности защищенные от огня противотанковых орудий и располагающие мощным вооружением, обеспечивающим успешное огневое состязание их с последними, а также с артиллерией и Т. противника; это д. б. какие-то средние Т., а при атаке сильно укрепленных позиций—тяжелые—типа французского 2С, но более быстрые. В механизированных соединениях от Т. требуется, с одной стороны, высокая подвижность в широком английском понятии, а с другой,—достаточное боевое могущество—способность вести борьбу и с противотанковыми орудиями, и с артиллерией, и с Т. противника. Средние Т. недостаточно подвижны для механизированных соединений, легкие 2—4-т английские недостаточно боеспособны; видимому более всего подойдет промежуточный между ними тип, близкий к шеститонному Виккерсу. П. Нординов.

Свойства Т. Подвижность определяется: а) скоростью движения и б) вездеходностью, а в оперативном значении этого понятия еще и легкостью питания и обслуживания. Скорость различают: а) максимальную, которую машина может дать на ровной и твердой дороге; б) маршевую—средняя скорость в составе колонны, которая зависит от свойств пути и глубины колонны, в) маневренную на поле боя, в составе боевых порядков, зависящую от свойств земного покрова и наличия препятствий, и г) боевую—с ведением прицельного огня; последняя вообще выше у более длинных танков, но во многом зависит и от системы подвески машины.

1. **Вездеходность танка**—способность к движению на поле боя при различных условиях поверхности почвы, рельефа местности и при наличии целого ряда естественных и искусственных препятствий—является одним из основных свойств Т. Вездеходность Т. определяется: удельной нагрузкой, силой сцепления звеньев гусеницы с грунтом, живой силой Т., высотой зацепа, клиренсом Т. и горизонтальным пролетом перекрытия. 1) **Удельная нагрузка**, т. е. давление, к-рое оказывает Т. опорной площадью гусеницы на каждый см² поверхности почвы. Современные конструкции имеют удельную нагрузку 0,35÷0,70 кг/см². Чтобы иметь возможность проходить, не увязая, по такому грунту, где

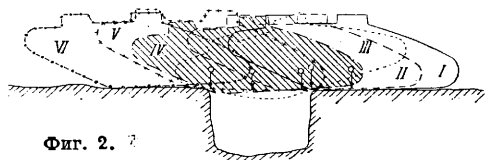
может пройти боец в полном снаряжении, Т. должен иметь удельную нагрузку не более 0,5 кг/см², а там, где проходит всадник,—ок. 1,2 кг/см²; т. о. Т. оказывает на грунт очень небольшое удельное давление. Применение к Т. гусеничных движителей дает возможность легко достигнуть таких значений удельной нагрузки, к-рые допускают движение Т. даже по весьма слабому грунту. 2) **Сила сцепления** звеньев гусеницы Т. с грунтом зависит от конструкции самой гусеницы и от характера строения верхней поверхности почвы, т. е. от способности ее сопротивляться скольжению, разрушению и сползанию под действием гусеничных звеньев Т. Современные Т. имеют такую силу сцепления, к-рая обеспечивает ему подъемы и спуски без скольжения по твердому грунту до 45° и по среднему до 30°. Это свойство Т. называется способностью брать подъемы. 3) **Живая сила Т.** зависит от его веса и мощности мотора (скорости движения). Для разных конструкций Т. она выражается различной величиной. По живой силе определяется: пробивная способность, т. е. способность бреширования проволочных заграждений и искусственных препятствий. Бревенчатые постройки разрушаются Т., весящими 5 т и выше; кирпичные стены до 40 см толщиной пробиваются 6-тонными Т. Все Т. от 5 т весом могут преодолевать проволочные заграждения на деревянных и металлических кольях. Одним из наиболее часто встречающихся естественных препятствий являются леса и даже отдельные деревья. Проходимость Т. через них определяется не только толщиной деревьев, но их породой и относительным расположением. Кустарник обычно не служит препятствием для движения Т. 4) **Высота зацепа Т.**—превышение передней точки гусеницы Т. над горизонтом или высота горизонтального препятствия, к-рое преодолевает Т., переваливая или карабкаясь через препятствия. Практически можно считать, что высота зацепа в 0,45 м противодетствует танкетке, в 1 м—легким Т., в 1,8—2 м—средним и



Фиг. 1.

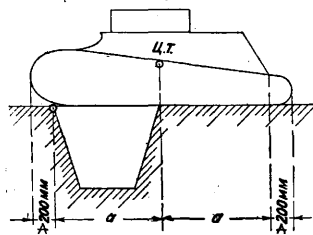
тяжелым Т. Процесс преодоления вертикального препятствия Т. изображен на фиг. 1. В положении I Т. наталкивается носом на верхний край стенки и зацепляется за него выступом звена гусеницы, т. о. Т. спереди подтягивается вверх, а сзади у поверхности земли гусеницы тянут его вперед. Т. начинает подниматься, переходит в положение II, затем в положение III. В этом случае Т. будет подниматься по гусеницам, пока его ц. т. не зайдет за ребро стенки, а затем он начнет опрокидываться вперед, пока снова не придет в нормальное положение II, преодолев т. о. препятствие. 5) **Клиренс Т.**—величина пролета от нижней точки дна Т. до почвы. Величина клиренса определяет наибольшую высоту препятствия, к-рое Т. может пропустить между гусеницами, и для разных конструкций Т. колеблется от 29 см (танкетка Карден-Лойд) до 0,7 м (для тяжелого танка Виккерс). Величина клиренса

имеет особое значение для обеспечения беспрепятственности движения Т. по срубленному лесу. 6) Горизонтальный пролет—наибольшая ширина рва, к-рый Т. преодолевает без падения в него. Это свойство Т. определяется положением ц. т. Т. при движении относительно крайних возможных точек его опор. В современном Т. горизонтальный пролет в среднем равен 45 ÷ 50 % наибольшей его длины. Величина перекрываемого пролета характеризует способность Т. к преодолению препятствий, наи-



Фиг. 2.

более часто встречающихся на поле боя: окопов, ходов сообщения, рвов и т. п. (фиг. 2). Расположение ц. т. имеет большое значение в вопросе преодоления Т. пролета окопа. Если ширина перекрываемого окопа *a* (фиг. 3), то длина *l* гусеницы д. б. не менее $2a + 400$ мм для малого и среднего типов Т. При этом ц. т. должен отстоять от каждого конца гусеничного обвода минимум на половину этой предельной длины. Если ц. т. сдвинут больше на корму, то для предупреждения провала кормы к ней пристраивается хвост, предохраняющий корму от провала в глубину окопа. Легкость питания и обслуживания *a* имеет огромное значение при действиях Т. в значительном удалении от станции снабжения, особенно в отрыве от своих войск. Легкость питания зависит от количества расхода горючесмазочных материалов и запасных частей. В конструк-



Фиг. 3.

ции существенное значение имеет «экономное» соотношение между мощностью мотора и весом машины; легкость обслуживания и быстрота заправки удлиняют полезный рабочий день танковых частей и соединений, увеличивая их оперативную дальность.

II. Уязвимость—второе основное свойство Т., к-рое зависит от толщины, материала и формы брони, от площади цели, представляемой Т., и наконец от скорости движения Т. Малая уязвимость Т. является результатом их бронирования, уменьшения размеров танков и увеличения скорости их движения на поле боя. Танковая броня имеет обычно толщину 8 ÷ 30 мм: для горизонтальных поверхностей 8 ÷ 9 мм, а для вертикальных 14 ÷ 30 мм и более. Для танков употребляются сорта стали преимущественно хромоникелевые (с составом С—0,35%, Ni—3,75%, Cr—1,5%), молибденовые и ванадиевые. Данные пробиваемости танковой брони артиллерийскими снарядами различных калибров указаны в табл. 1.

Главными факторами, не зависящими от состава брони и устройства снаряда и влияющими на пробиваемость, являются: угол встречи, скорость при ударе и калибр снаряда. Из опытных данных установлено, что при угле встречи 80 ÷ 90° достигается наилучшая пробиваемость; при угле встречи в 60°

Табл. 1.—Данные пробиваемости танковой брони артиллерийскими снарядами различных калибров.

| Дистанция стрельбы в м | Глубина проникновения в мм | | | |
|------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| | Нач. скорость 1 000—800 м/сек *1 | Нач. скорость 600—800 м/сек *2 | Нач. скорость 600—800 м/сек *3 | Нач. скорость 600—400 м/сек **4 |
| 100 | 47—35 | 22—51 | 33—63 | 87—49 |
| 500 | 35—25 | 16—39 | 25—51 | 77—44 |
| 1 000 | 21—16 | 11—27 | 18—40 | 67—40 |
| 1 500 | 16—11 | 9—20 | 15—30 | 80—35 |
| 2 000 | 11—9 | 7—16 | 12—25 | 53—33 |

*1 При весе снаряда 0,4 кг, калибре 20 мм. *2 При весе снаряда 0,3 кг, калибре 37 мм. *3 При весе снаряда 0,8 кг, калибре 37 мм. **4 При весе снаряда 6,3 кг, калибре 77 мм.

требуется увеличение конечной скорости снаряда в полтора раза, чтобы получить ту же пробиваемость, что при угле встречи в 90°; при угле встречи ниже 45° снаряды оказывают весьма слабое действие. Вместе с качеством брони для уязвимости имеет значение конструктивное оформление самой бронировки—кривые поверхности поражаются труднее, чем плоские, и наклонные—труднее, чем вертикальные. Для защиты Т. от поражения как обыкновенной, так и бронебойной пулей применяется броня толщиной 12 ÷ 15 мм в зависимости от материала брони и вида пули; для защиты Т. от поражения бронебойными снарядами современных противотанковых пушек 37 ÷ 47-мм калибра даже на дистанции около 1 км требуется броня толщиной 45 ÷ 50 мм. Такую броню можно встретить лишь на лобовых поверхностях тяжелых Т., близких к вертикальным; на этих Т. бортовая броня толще, чем кормовая и крыша. В вопросе уязвимости Т. скорость его движения играет большую роль, т. к. поражаемость Т. прямо пропорциональна величине его площади и обратно пропорциональна скорости его движения. Современный Т. подходит к полю боя с максимальной скоростью. Так, англ. Т. Вигкере при благоприятных условиях может дать скорость до 30 км/ч, что составляет 500 м в 1 мин. и ок. 8,5 м в 1 сек. Если притом учесть, что Т. может неожиданно менять скорости и направления своего движения, то трудность стрельбы артиллерии по быстроходным Т. станет очевидной. Отношение веса брони к весу Т. и толщина брони указаны в табл. 2.

Табл. 2.—Данные отношения толщины брони к весу танка.

| Название танка | Толщина лобовой брони в мм | Толщина бортовой брони в мм | Вес в кг | | Отношение в % |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------|-------------|---------------|
| | | | брони | всего танка | |
| Англ. Вигкере марка V | 12 | 12 | 4 700 | 32 000 | 14 |
| Франц. Сен-Шамон | 11 | 16 | 4 590 | 22 000 | 20 |
| Франц. Шнейдер | 19 | 19 ÷ 14 | 2 900 | 12 500 | 23 |
| Франц. Рено | 16 | 16 | 1 100 | 6 500 | 17 |

III. Поворотливость, т. е. способность Т. к маневрированию и прохождению лесов, сети окопов и ходов сообщения, пулеметных гнезд, позиций артиллерийских орудий и минометов. Поворотливость Т. позволяет ему легко въезжать сбоку на ж.-д. платформу при погрузке и съезжать с нее при выгрузке. Для

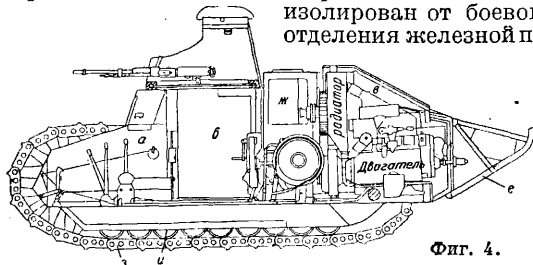
большинства Т. наименьший радиус поворота равен ширине гусеничного хода, а для Т., конструкция к-рых допускает одновременное движение одной гусеницы вперед, а другой назад, радиус поворота м. б. доведен до половины ширины гусеничного хода.

IV. Могущество вооружения см. ниже «Вооружение».

Основы устройства современных Т. Т. состоит из следующих основных частей: 1) бронированного корпуса, служащего для размещения вооружения, команды и мотора; 2) *гусеничного движителя* (см.), состоящего из: а) гусеничных лент, б) направляющего колеса, в) ведущего колеса, г) опорных и поддерживающих катков, д) механизированной подвески гусениц к корпусу; 3) мотора и трансмиссий; 4) механизмов управления; 5) приспособлений для наблюдения, освещения и различного оборудования (гнезда для патронов, инструменты, запасные части и принадлежности и т. д.); 6) вооружения.

1. Корпус Т. склепан из отдельных листов брони. В конструкциях современных Т. уделяется большое внимание приданию различным частям корпуса такой формы, к-рая способствовала бы рикошетированию пуль и снарядов, почему бронировку стремятся располагать так, чтобы она находилась в различных наклонных положениях, чтобы избежать попаданий по нормали к плоскости брони. Во всех новейших Т. делаются наклонными передние стенки корпуса, наиболее подверженные огню противника. Кроме того намечается постепенное увеличение также и толщины крыши Т. для лучшей защиты от авиационных бомб. Корпусу Т. придают наиболее компактную форму, чтобы он не возвышался над гусеницами.

Во время боевых действий Т. должен быть закрыт, поэтому внутри корпуса Т. развивается большая теплота и большое количество вредных газов. В каждой конструкции Т. должно быть обращено внимание на удаление изнутренности корпуса Т. тепла и газов, к-рые представляют собой не только неудобство для работы, но и опасность для команды. Достигается это изолированием машинного отделения от боевого и применением специальных вентиляторов. У большинства современных Т. мотор изолирован от боевого отделения железной пе-

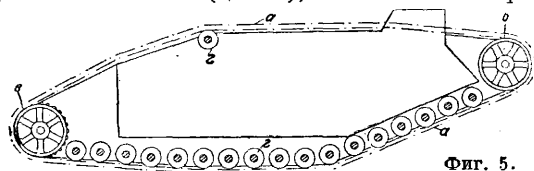


Фиг. 4.

регородкой. Так напр., на Т. Рено (фиг. 4) корпус внутри имеет три отделения: а—отделение управления Т., где помещаются механизмы управления и механик-водитель, б—боевое отделение, где установлено вооружение, и в—отделение машинное, где установлен двигатель и все передаточные механизмы. Сзади к корпусу прикреплен хвост е, к-рый помогает Т. преодолевать препятствия (рвы, окопы и т. п.). В целях предотвращения пожара внутри Т. баки с горючим ж, первоначально располагавшиеся внутри броневое корпуса, в последующих конструкциях вынесены наружу, т. к. при попадании в них они часто служили причиной пожа-

ров. Безопасность Т. от проникновения ОВ достигается наряду с герметичностью и фильтрами, подобно газобезопасам, созданием повышенного давления внутри Т., которое должно воспрепятствовать проникновению внутрь Т. отравленного атмосферного воздуха.

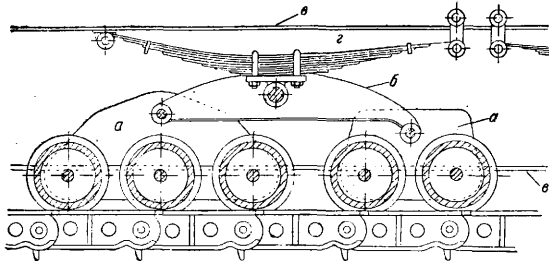
2. Гусеничный движитель Т. Своё движение на местности Т. получает благодаря гусеничному движителю, причем Т. опирается не на колеса, а на две широкие бесконечные ленты, гусеницы з, охватывающие его корпус с бочков (фиг. 4). Вращение вала мотора механизмами того или иного вида передается ведущим колесам, расположенным с обеих сторон Т., обычно сзади. Ведущие и направляющие колеса охватываются попарно металлической или резиновой лентой (цепью), нижняя ветвь к-рой



Фиг. 5.

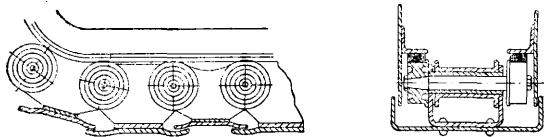
служит опорой Т. на грунт. Корпус Т. через посредство рессор, или непосредственно опираясь на ряд катков и, катится по нижней ветви гусеницы з, побуждаемый ведущим колесом. Последнее, сцепляясь своими зубцами или иным способом с охватывающей его гусеничной цепью, стремится накатываться вперед, т. к. цепь под весом Т. надежно сцеплена с почвой и обычно не может протягиваться под катками усилием ведущего колеса. Процесс движения Т. протекает сл. обр.: переднее колесо непрерывно направляет ленту сверху вперед и вниз и звено за звеном укладывает ее на землю; по этим звеньям, образующим две колеи, корпус Т. катится своими опорными катками; наконец ведущее колесо поднимает гусеничную ленту с земли и тянет ее сзади вверх на направляющее колесо. Т. о. танк катится не на своих направляющих и ведущих колесах, а на опорных катках, к-рые принимают на себя и распределяют всю его тяжесть. Гусеничный движитель состоит из следующих главных частей: а—гусеничной ленты, б—направляющего колеса, в—ведущего колеса, г—опорных и поддерживающих катков и подвесок (фиг. 5). По сравнению с колесным движителем гусеничный имеет следующие органически присущие ему недостатки: большой расход силы, измеряемый сопротивлением качению на 1 т веса машины, меньшую долговечность, порчу дороги, недостаток силы сцепления и шум при езде. 1) Гусеничная лента является одной из наиболее ответственных частей танка и должна удовлетворять следующим условиям: давать хорошее сцепление с почвой, не портить при движении дорог, иметь продолжительный срок службы и отличаться бесшумностью. Металлич. гусеничная цепь для большей легкости перематывания во время движения вокруг ведущего колеса и ленивца, а также для удобства изготовления и сборки делается из соединенных между собой шарнирами отдельных звеньев. Каждое звено состоит из двух частей: башмака—плиты из штампованной стали, часто имеющего загнутые внутрь края, к-рые заходят один за другой во избежание попадания грязи в гусеницу, и одного или двух рельсов. Для предотвращения соскакивания катков с рельсов часть их (гусеничные пальцы) отлита с ребрами

или же отдельно изготавлиются тарельчатые реборды, прижимаемые к каткам пружиной. Оси катков или жестко крепятся к броне, образуя жесткую гусеницу, или закрепляются в тележках *а*, связанных попарно балансирами *б*. Последние подвешены к раме движителя *в* посредством листов или спиральных рессор *г*, об-



Фиг. 6.

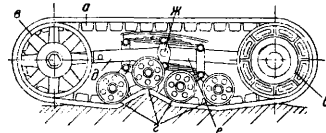
разу т. н. мягкую гусеницу (фиг. 6). Отличительной особенностью последней является способность следить за неровностями почвы, устилая ленту при движении как по незначительным возвышениям, так и в углубления, содействуя т. о. более равномерному распределению веса *T*. на всю поверхность ленты. Иначе говоря, мягкая гусеница значительно сохраняет постоянство удельной нагрузки даже при наличии неровностей почвы, тогда как при жесткой гусенице величина уд. нагрузки в каждом частном случае зависит от поверхности почвы. Существенным достоинством жесткой гусеницы является высокая поворотливость *T*., обеспеченная малой поверхностью прилегания к грунту. Кривая опорная поверхность жесткой гусеницы выполняется обыкновенно так, что даже при небольшом углублении в почву величина опорной поверхности быстро возрастает и следовательно уд. нагрузка значительно падает. Описанная здесь металлич. гусеничная лента имеет много недостатков, к к-рым относятся: а) большое сопротивление движению; б) невозможность езды по дорогам без более или менее значительных повреждений дорожного полотна; в) сильное напряжение, испытываемое гусеницей при езде по кривой; г) чувствительность к загрязнению, ведущему к изнашиванию гусеничных пальцев и к растяжению гусеничной ленты. Что касается низкого механич. КПД, то этот недостаток представляется пока неустранимым из-за необходимости иметь большое число опорных катков. Одна из первых попыток уменьшить потерю мощности была сделана в направлении устранения трения между



Фиг. 7.

стенками рельсов на звеньях гусеницы на герметичной Орлон (фиг. 7). Одной из разновидностей мягкой гусеницы является гусеница с резиновой лентой. Она представляет собой бесконечную ленту из вулканизированного каучука, напоминающую сплошную автомобильную шину, и в зависимости от местности имеет самые различные формы (фиг. 8). Лента приводится в движение не непосредственным зацеплением зубцов, а посредством трения резино-

вых выступов *а* посредине внутренней стороны ленты. Эти выступы сжимаются между двумя половинками обода ведущего колеса *б* с тем большей силой, чем сильнее тянет мотор (на подъем). При вращении направляющего колеса *в* выступы *а* перематывают резиновую ленту вокруг ведущего колеса *б* и ленивца, вызывая движение *T*. в сторону накатывания ведущего колеса. Поддерживающие двойные катки *г* соединены попарно балансирами *д* и *е* в параллелограм, качающийся вокруг оси *жс*. Лента Кегресс принята во франц. армии к *autochenille* Ситроен-Шнейдера и к франц. легкому *T*. Рено. Недосток лент Кегресс составляет чувствительность их к прохождению поворотов. Резиновые ленты не могут преодолевать сопротивление грунта, как стальные гусеницы. Эти недостатки устранены в значительной мере в танкетке Шнейдера, т. н. *automitrailleuse*. Из металлич. гусениц наименьшее сопротивление движению дают змеиные ленты



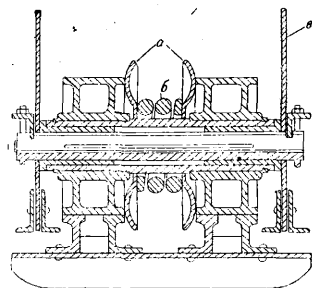
Фиг. 8.



Фиг. 9.

видные ленты (*Snake-track*) с тросовой и цепной подвеской тележки. У змеиной гусеничной цепи звенья соединены не прямыми, а шаровыми шарнирами, допускающими как устילה цепи по неровностям почвы (продольным и поперечным), так и расположение цепи по той прямой, по к-рой совершается движение танка при повороте.

2) Направляющее колесо *а* редко бывает зубчатым, обычно оно представляет собой гладкое колесо (фиг. 9). Оно укрепляется с помощью натяжных болтов и зажимных винтов с таким расчетом, чтобы при необходимости его можно было передвигать взад и вперед посредством натяжного приспособления *б*. Такое натяжное приспособление для надевания и снятия ленты имеется на каждой гусеничной машине.



Фиг. 10.

3) Ведущие колеса *а* своими зубцами зацепляются за пальцы звеньев так, что грани зубцов опираются о закаленные втулки этих пальцев. Колеса вращаются от мотора посредством передаточного механизма — трансмиссий.

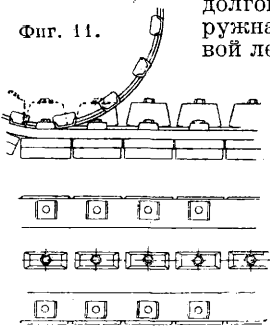
4) Опорные катки представляют собой небольшие очень прочные роликки, иногда сплошные, оси к-рых наглухо скреплены с корпусом *T*. или вращаются в подшипниках подрессорной тележки. Для предотвращения соскакивания катков с рельсов часть катков отлита с ребордами или же отдельно изготавливаются тарельчатые реборды *а* (фиг. 10), прижимаемые к каткам пружиной *б*. Оси катков жестко крепятся к броне *в*, образуя так называемую жесткую гусеницу.

5) Подвеска должна обладать т. н. поглощательной способностью, т. е. поглощать не-

большие неровности местности, обеспечивать хорошее подрессоривание одновременно со сплюснутым ходом танка, необходимым для надежной стрельбы с хода. Подвеска не должна затруднять поворота Т. Одним из способов разрешения последней задачи является т. н. ступенчатое давление, заключающееся в том, что рессоры, удерживающие передние и задние несущие катки, делаются слабее, а рессоры средних несущих катков делаются сильнее по мере приближения к центру тяжести Т. При этом рессоры центральных катков при повороте Т. являются как бы неподвижной и твердой осью поворота, в то время как гусеница под крайними катками легко скользит по почве при повороте, имея под собой лишь незначительное давление более слабых рессор. Англ. заводом Виккерс в змеевидной цепи применяется тросовая, или канатная, подвеска (см. Гусеничный движитель, фиг. 7).

Современные гусеничные ленты. Гусеничные движители с чисто резиновыми лентами, с передними ведущими колесами и с задними ведущими колесами в настоящее время уже устарели, хотя еще и пользуются широким распространением. Чисто резиновая лента, имея высокий кпд, очень недолговечна (выдерживает около 1 500 км) и имеет недостаточное сцепление. Новая полуметаллич. гусеница Кегресс лишена этих недостатков. Для повышения

долговечности гусеницы наружная поверхность резиново-металлич. ленты обложена расположенными вплотную друг к другу башмаками из листовой стали, к-рые благодаря своим острым краям обеспечивают хорошее сцепление с мягким грунтом (фиг. 11). Сама лента состоит из вулканизированного холста и в середине имеет утолщение, по к-рому



катки. Лента выдерживает 6 000 км, нек-рые ленты разрывались, пройдя 11 000 км. Она применяется во франц. армии на новых автогусеницах образца 1928 г. и на «дрегонах». Подобного типа ленты имеются в разных странах (в Швейцарии—Нюберг, в Дании—Корнбек). Кроме ленты Кегресс имеют распространение проволочные тросовые ленты. Интересной конструкцией является стальная лента новой американской одноместной танкетки, ленты которой поддерживаются двумя парами довольно больших алюминиевых ведущих и направляющих колес. Сама лента состоит из двух бесконечных стальных лент. Ленты скреплены скобами с внутренними направляющими зубцами. Ленты имеют внутри прокладку из холста, обеспечивающую бесшумность хода. Опыты над этой лентой еще не закончены. Из современных гусениц большой интерес представляют новые америк. гусеницы, к-рыми оборудованы как Т. образца 1926 г., так и новый легкий Т. На этих гусеницах между парами катков имеется ряд зубцов, часто из листовой стали, теперь же литых и надежно направляющих гусеницу. Из новейших гусениц гусеница для нового артиллерийского трактора «дрегон» имеет устройство подобно предыдущей, но звенья, литые из одного куска. Эта конструкция очень прочна, отливка проста, и в ней затруд-

нено скопление грязи. В настоящее время испытывается в англ. армии гусеница на резиновых шарнирах конструктора Джонсона. Эта гусеница испытана на танкетке Моррис Мартель и выдержала 4 000 км. Поперечная гибкость гусеницы используется для облегчения управления рулем, где требуется меньше физич. напряжения. Исключительное внимание заслуживает гусеница новейшего 6-тонного танка Вилкерс. В конструктивном отношении она обладает легкостью, имеет короткие звенья, что облегчает движение и уменьшает шум, обладает хорошей силой сцепления и имеет автоматич. направляемые опорные катки.

3. Мотор и трансмиссия. Первоначальные конструкции Т., строившихся в период мировой войны 1914—18 гг., не имели моторов специальной конструкции, к-рая отвечала бы всем особенностям работы в Т. Для установки на Т. в этот период применялись обычные двигатели автомобильного типа. Такой мотор д. б. прочной конструкции, с числом оборотов в пределах 1 000 ÷ 1 700/мин.; самое выгодное число оборотов 1 200 ÷ 1 500. Так напр., англ. боевые Т. до появления Т. марки V были снабжены мотором в 150 НР трактора Фостер-Даймлер, первый франц. Т. Шнейдер-Модельса имел мотор Шнейдера 60 НР обычного автомобильного типа. Для получения больших скоростей стали применять моторы большой мощности (до 400 НР). С момента постройки английского Т. марки V и легкого франц. Т. завода Рено появляется тенденция внести в конструкцию танкового мотора нек-рые изменения и дополнения, вызываемые специфическими особенностями работы Т. К танковому мотору предъявляются следующие требования: 1) заднее расположение мотора (дает удобство размещения его в Т., увеличивая боевое отделение и устраняя нагрев в Т., дает лучший обзор водителю Т. вперед, сокращает трансмиссию и следовательно уменьшает потерю мощности в ней); 2) воздушное охлаждение (облегчает уход, исключая заботы о водяном питании); 3) доступ к мотору (быстрое исправление повреждений и легкость ремонта); 4) две искровые зажигание; 5) тройная заводка мотора (одна из к-рых изнутри Т.).

Первым мотором, построенным с полным учетом особенностей танковой службы, является 4-цилиндровый мотор фирмы Фиат, установленный на итальянском Т. 3000. Большинство танковых моторов имеет водяное охлаждение. Расположение цилиндров—однорядное, начиная с 90 НР, в последнее время встречается V-образное. Наибольшая мощность всей силовой установки имеется на франц. Т. 2С (2 мотора по 250—300 НР).

а) Двигатель. Опыт войны 1914—18 гг. с достаточной определенностью выявил условия, которые должны быть соблюдены при проектировании танкового двигателя. Современные тенденции к понижению общей высоты Т., а также необходимость расширения боевого отделения принудили к уменьшению габарита машинного отделения по оси Т., а требования стрельбы под большими углами снижения привели к сокращению его высоты. В силу указанных причин в настоящее время для среднего Т. необходимо принять двигатель с горизонтальным расположением цилиндров как наиболее удовлетворяющий требованиям стесненного габарита. Кроме того боевые условия эксплуатации требуют от конструктора выра-

ботки двигателя весьма компактного, быстрого, с воздушным охлаждением, снабженного, с одной стороны, минимальным количеством дополнительных устройств и, с другой стороны, обеспеченного безотказными приспособлениями для запуска, надежным охлаждением и смазкой. Однако особые условия с точки зрения необходимости использования существующих двигателей, утративших свою ценность в других областях военной техники, могут потребовать приспособления к Т. двигателей с вертикальным расположением цилиндров при водяном охлаждении. Кроме того м. б. поставлен на разрешение вопрос использования для Т. в военное время двигателей автомобильного и даже тракторного типа. Конструктору мощных Т. в большинстве случаев придется применить водяное охлаждение, в силу невозможности удовлетворительно разрешить вопрос обдувки Т., двигателя при больших мощностях на один цилиндр и при большом их числе. Эти обстоятельства заставят конструктора моторной группы вместить двигатель и весь комплекс необходимых устройств в весьма тяжелые условия герметич. кузова и стесненного габарита, причем почти всегда целый ряд вопросов, особенно охлаждения и смазки, придется разрешать опытным путем во избежание в дальнейшем коренных переделок. Особенность условий эксплуатации танковых двигателей вытекает отчасти из стесненных габаритных размеров, отчасти из условий работы Т. в боевой и маневренной обстановке. Герметизация под броней и малый габарит затрудняют обслуживание, замену частей и т. д., а движение по бездорожью предъявляет высокие требования к материалам при условии длительной загрузки двигателя до 80%, тогда как автомобильный мотор развивает эксплуатационную мощность в 40—50% от номинальной.

Обычно после выполнения тягового расчета и определения необходимой эффективной мощности танкового двигателя при данном максимальном числе оборотов n_{max} строят внешнюю характеристику $N_e = f(n)$. Переходя к оценке внешней характеристики с точки зрения требований, предъявляемых к танковому двигателю, необходимо отметить, что наиболее удовлетворяющей является внешняя характеристика, относительно отлогая, приближающаяся к таковой грузового автомобильного мотора. Двигатель с крутой характеристикой при той же максимальной мощности менее устойчив при изменении сопротивлений в пути. Последнее обстоятельство весьма существенно для Т., работающего в разнообразных условиях бездорожья, т. к. резкие падения мощности потребуют более частой перемены передач. По кривой мощности строится кривая изменения вращающего момента $M_e = f(n)$. Весьма важным обстоятельством и в этом случае является интервал между максимумом мощности и максимумом момента; чем больше этот интервал, тем устойчивее работа боевой машины в целом. Оценивая с этой точки зрения авиационный двигатель, предназначенный для работы на больших мощностях при условиях сохранения режима и наличии крутой характеристики, необходимо признать его мало пригодным в качестве танкового двигателя. Т. о. по характеристике необходимо остановиться на двигателе относительно тихоходном, с пологой характеристикой и с большим интервалом между максимумом мощности и максимумом

момента. С точки зрения конструктивных форм необходимо принять сравнительно низкие степени сжатия во избежание детонации при работе на низкосортных бензинах; в этом случае степень сжатия для танкового двигателя будет лежать в пределах $4,5 \div 4,8$. Для обеспечения наилучшего наполнения желательное подвесное расположение клапанов и двойное зажигание для надежности действия. Большая компактность установки д. б. обеспечена достаточно большой литровой мощностью.

$$N'_e = \frac{P_e n}{900} \text{ л/л,}$$

где N'_e —литровая мощность в л/л, P_e —среднее эффективное давление, n —число оборотов двигателя в мин. Для получения большой литровой мощности необходимо P_e иметь возможно большим; последнее связано с получением возможно высоких коэф-тов наполнения η_v путем увеличения проходных сечений всасывающих клапанов, надлежащей конструкции всасывающего трубопровода и карбюратора, а также с условием получения высокого механич. КПД при тщательной пригонке частей и при применении алюминиевых поршней и шарикоподшипников. При этих условиях танковый двигатель при достаточной компактности удовлетворит поставленным ниже требованиям. Кроме того к танковому двигателю предъявляются требования легкости запуска с сиденья водителя, надежность смазки на подъемах, спусках и кренах.

Для обеспечения смазки танковый двигатель выполняется с сухим картером, с отдельным масляным резервуаром и радиатором для охлаждения смазки, с двумя масляными системами—нагнетательной и откачивающей масло из картера, причем последняя система должна полностью обслужить картер в отношении его осушки от масла при разнообразных режимах работы двигателя. Запас масла д. б. достаточен для соблюдения нормальных t° -ных условий (не более 70°) на пробеге дистанций ок. 120 км. При горизонтальном расположении цилиндров смазка поршней осуществляется при помощи отдельной магистрали с ответвлениями на каждый цилиндр, а не через поршневые пальцы. Для подачи масла к трущимся поверхностям танкового двигателя и откачки масла из картера устанавливают две помпы или одну спаренную. Объемная производительность зубчатой помпы определяется по ф-ле:

$$Q_v = \pi d_0 b h n \eta_n \cdot 10^{-6} \text{ л/мин,}$$

где d_0 —диам. начальной окружности шестерни помпы в мм, h —высота зуба в мм, b —длина зуба в мм, n —число оборотов помпы в мин., η_n —коэф. подачи помпы (0,7—0,9). Для удовлетворения поставленным требованиям нагнетающая шестерня выполняется ниже откачивающей ($b'' > b'$). Если напр. d_0 для обеих шестерен равен 45,5 мм, $b' = 30$ мм, $b'' = 42$ мм, $h = 6,04$ мм, $n = 1175$ об/м. и $\eta_n = 0,7$, то объемная производительность нагнетающей помпы будет

$$Q_v = 3,14 \cdot 45,5 \cdot 30 \cdot 6,04 \cdot 0,7 \cdot 1175 \cdot 10^{-6} = 21,2 \text{ л/мин,}$$

а откачивающей помпы

$$Q_v = 3,14 \cdot 45,5 \cdot 42 \cdot 6,04 \cdot 0,7 \cdot 1175 \cdot 10^{-6} = 29,5 \text{ л/мин.}$$

При этих условиях осушка картера обеспечивается. Предпочтительность воздушного охлаждения двигателей для средних Т., несмотря

на то, что вентилятор отнимает от двигателя довольно значительный процент мощности (10—20), обусловлена большими преимуществами в эксплуатации, простотой ухода и повышенной боевой готовностью системы.

Применение воздушного охлаждения не встречает затруднений в двигателях малой мощности. Совершенно очевидно, что с увеличением объема цилиндра, а следовательно с повышением мощности на один цилиндр, отвод тепла встречает большие затруднения. Последнее обстоятельство является также препятствием к получению относительно высоких степеней сжатия в двигателях с воздушным охлаждением. Скорость воздуха, омывающего ребра цилиндра, колеблется от 1,5 до 3 м/сек. Количество воздуха, подаваемого турбовентилятором, должно быть рассчитано так, чтобы при работе на малых оборотах на месте охлаждения двигателя было бы достаточно. Обычно вентиляторы танковых двигателей с воздушным охлаждением подбираются при испытании в лаборатории на стенде, при этом во время опыта ведут наблюдение за изменением мощности двигателя. До известного увеличения количества и скорости подаваемого воздуха турбовентилятором мощность двигателя возрастает, а при дальнейшем увеличении потока и его скорости мощность начинает падать. Последнее обстоятельство устанавливает тот предел производительности турбовентилятора, выше которого итти не рационально вследствие увеличения расхода мощности на вентилятор. Количество тепла, отводимое от двигателя на одну Н/ч в Cal, определяется по уд. расходу топлива и его теплопроизводительности по ф-ле:

$$Q' = \kappa H_n q_e \approx 700 \div 1100 \text{ Cal/Н/ч},$$

где $\kappa = 0,35 - 0,25$, H_n — низшая теплотворная способность топлива, q_e — уд. расход топлива. Объемный расход воздуха, необходимого для охлаждения цилиндров,

$$V = \frac{Q'}{c_p(t'' - t')} \text{ м}^3/\text{ч},$$

где c — теплоемкость воздуха, равная 0,24 Cal/кг, γ — уд. вес воздуха 1,25 кг/м³, t' — темп-ра воздуха до двигателя, t'' — темп-ра воздуха после двигателя. Необходимая охлаждающая поверхность цилиндров

$$S = \frac{Q}{q} \text{ см}^2,$$

где q — теплоотдача с 1 см² поверхности в сек.,

$$q = k(t_u - t_a) \text{ Cal/см}^2 \text{ сек.},$$

κ — коэф. теплоотдачи (0,002 ÷ 0,007).

Для предварительного расчета турбовентилятора можно воспользоваться упрощенными формулами гидравлики. Если H — напор в мм вод. ст., то при условии, что \cos угла входа равен нулю,

$$H = \frac{U_2 C_2 \cos \alpha_2 \gamma}{g} \text{ мм вод. ст.},$$

где γ — уд. в. воздуха, U_2 — окружная скорость лопатки при выходе, C_2 — абсолютная скорость выхода потока с лопатки, α_2 — угол схода с лопатки (обычно 10 ÷ 20°). Принимая во внимание, что последняя ф-ла не учитывает кпд, а также получена в условиях идеальной среды, расчет ведут обычно по упрощенному выражению для H , имея в виду, что

$$\frac{\gamma}{g} = \frac{1,2}{9,81} \approx \frac{1}{8}; H = \frac{\mu \cdot U_2}{8} \text{ мм вод. ст.},$$

где μ зависит от формы лопаток и обычно со-

ставляет от 0,7 до 0,8. Окружная скорость определяется по ф-ле:

$$U_2 = \sqrt{\frac{8H}{\mu}} \text{ м/сек.}$$

При данном расходе воздуха V м³/сек, задаваясь поступательной скоростью C_0 в приемном отверстии, находят его диам. d

$$\frac{\pi d^2}{4} = \frac{V}{C_0} = F.$$

По величине окружной скорости U_2 и диаметру ротора вентилятора находят число оборотов, имея в виду, что обычно

$$D_2 \approx (2 - 1,5) d; n = \frac{60 \cdot U_2}{\pi D_2} \text{ об/м.}$$

Если для четырехцилиндрового танкового двигателя мощностью $N_e = 106$ Н $S = 5760$ см², то количество теплоты, отводимое с поверхности и охлаждения,

$$Q' = 1000 N_e = 1000 \cdot 106 = 106000 \text{ Cal/час};$$

на один цилиндр $Q' = 26500$ Cal/час. Теплопередача с 1 см²

$$q = \frac{Q'}{S \cdot 3600} = \frac{26500}{5760 \cdot 3600} = 1,275 \text{ Cal/см}^2.$$

Коэф. теплопередачи

$$k = \frac{q}{t_u - t_a} = \frac{1,275}{250 - 30} = 0,006 \text{ Cal/см}^2 \cdot 1^\circ$$

не выходит из пределов нормы (0,002—0,007). Объемный расход воздуха для охлаждения

$$V = \frac{103000}{0,21 \cdot 1,25 \cdot 40} = 8850 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Секундный расход

$$V_1 = \frac{8850}{3600} = 2,46 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

Определяем размеры вентилятора при $C_0 = 31,3$ м/сек:

$$d = 31,6 \text{ см и } F = \frac{\pi d^2}{4} = 785 \text{ см}^2.$$

Для турбовентиляторов H обычно = 350 мм вод. ст., $\mu = 0,8$.

$$U_2 = \sqrt{\frac{8 \cdot 350}{0,8}} \approx 59 \text{ м/сек.}$$

При $n = 2775$ об/м. диам. ротора

$$D_2 = \frac{60 \cdot U_2}{\pi \cdot n} = \frac{60 \cdot 59}{3,14 \cdot 2775} = 0,406 \text{ м.}$$

Мощность, поглощаемая турбовентилятором,

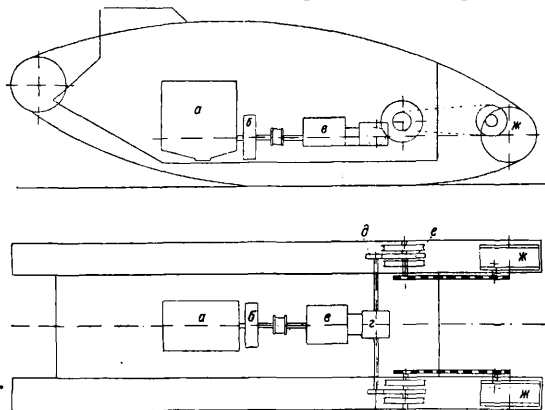
$$N = \frac{V_1 H}{75 \cdot \eta} = \frac{2,46 \cdot 350}{75 \cdot 0,5} = 23 \text{ Н.}$$

Расчет водяного охлаждения затруднений не вызывает, только в условиях расположения двигателя в Т. необходимо учитывать отсутствие встречного потока воздуха при охлаждении радиаторов, вследствие чего на крыльчатые вентиляторы затрачивается дополнительная мощность, а размеры их получаются больше против обычных, применяемых для автомобильных и тракторных двигателей. Поэтому приходится иногда устанавливать парные радиаторы и, не ограничиваясь двухлопастными вентиляторами, применять четырехлопастные. Кроме указанных особенностей, которые необходимо учитывать при проектировании танкового двигателя, необходимо принять меры обеспечения машинного отделения танка в пожарном отношении, особенно при бензиновом двигателе: электрич. проводка д. б. хорошо изолирована во избежание появления искрений, могущих повлечь за собою взрыв скопившихся паров бензина в машинном отделении, карбюратор и бензинопроводы не должны давать течи. Особые условия (не только пожарная

обеспеченность) могут привести к предпочтительному выбору дизельмотора вместо карбюраторного двигателя. Основные преимущества первого при условии достаточной компактности, относительно малом уд. в. заключаются в большей приспособленности к изменениям нагрузки, отсутствии электрического зажигания, влияющего на работу радиоустановок, и в меньшем уд. расходе сравнительно дешевого горючего.

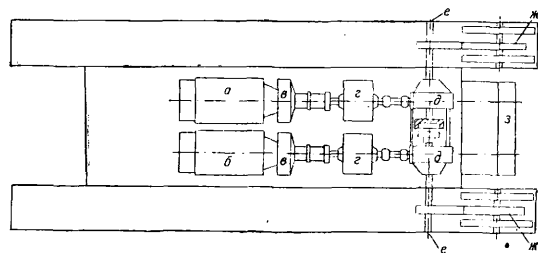
В. Нартов.

б) Трансмиссии должны удовлетворять следующим условиям: 1) работать без рывков,



Фиг. 12.

т. е. не требовать выключения мотора, 2) давать как можно больше скоростей (непрерывный ряд их), 3) иметь принудительное движение, 4) допускать продолжительную езду на первой скорости без нагрева мотора. В современных конструкциях Т. вращение от мотора передается ведущим колесам посредством механич. или электрич. трансмиссии. Механич. трансмиссия появилась на первых англ. и франц. Т. и применяется и на современных Т. в двух основных вариантах: 1) механич. трансмиссия к обеим сторонам Т. от одного мотора, 2) то же от отдельного мотора на каждую сторону. На фиг. 12 изображена схема трансмиссии англ. Т., где вращение вала мотора *а* через главное сцепление *б* передается коробке скоростей *в* с подвижными шестернями, затем реверсом *г* или дифференциалом на поперечный вал *д*, связанный с бортовым устройством *е*, осуществляющим передачу вращения ведущему колесу *ж*. Схема передачи от двух моторов изображена на фиг. 13, где *а* и *б* моторы, от к-рых идут две трансмиссии, состоящие каждая из главного сцепления *в*, коробки скоростей *г*, червячной передачи *д* и цепной передачи *е*, передающей вращение ведущему колесу *ж*. Большинство Т. имеет трансмиссии первого варианта. Второй имеет лишь Т. типа Форд, англ. марка А и амфибия Кристи. Электропередача была уже испытана во



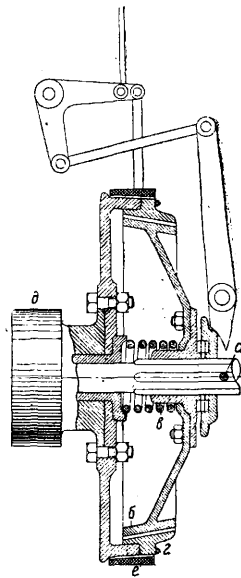
Фиг. 13.

ренциалом на поперечный вал *д*, связанный с бортовым устройством *е*, осуществляющим передачу вращения ведущему колесу *ж*. Схема передачи от двух моторов изображена на фиг. 13, где *а* и *б* моторы, от к-рых идут две трансмиссии, состоящие каждая из главного сцепления *в*, коробки скоростей *г*, червячной передачи *д* и цепной передачи *е*, передающей вращение ведущему колесу *ж*. Большинство Т. имеет трансмиссии первого варианта. Второй имеет лишь Т. типа Форд, англ. марка А и амфибия Кристи. Электропередача была уже испытана во

время войны 1914—18 гг. на франц. танке Сен-Шамон, а в настоящее время с успехом применяется на франц. Т. типа 2С. Недостаток этой трансмиссии—слишком большой вес. Кроме этих двух видов трансмиссии до самого последнего времени неоднократно испытывалась гидравлич. трансмиссия, но она имеет низкий КПД, и производство ее требует специального оборудования. В настоящее время все конструкторы стремятся к тому, чтобы создать для Т. чисто механическую специальную трансмиссию в виде планетарной передачи, испытанной на войне и вполне доказавшей свою пригодность. Планетарные передачи для рулевого управления имели Т. военного времени типа V и V¹, принятые в нескольких государствах, и после войны англ. Т. Виккерс I и С; запасные планетарные передачи для перемены скоростей и рулевого управления имели америк. тяжелый 40-т Т. марки VIII и 3-т Т. Форд образца 1918 г., а из современных конструкций америк. средний Т. образца 1921 г. и повидимому новейшие Т. образца 1923 и 1926 гг., подробное устройство к-рых держится в строгой тайне. Обыкновенная коробка скоростей с зубчатыми шестернями в современном Т. не применяется.

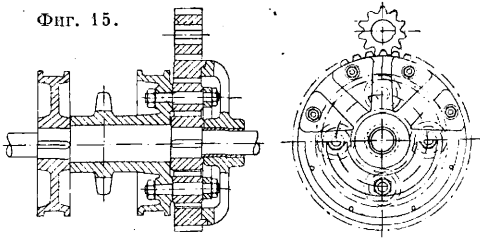
4. Механизмы управления Т. Управление движением Т. складывается из управления скоростью движения и управления направлением. В современных Т. оба эти вида управления сосредоточены в руках водителя Т. и расположены впереди Т. между его гусеницами.

Для управления поворотом гусеничной машины служит бортовое сцепление, к-рое состоит из двух одинаковых механизмов, насаженных на концах поперечного вала. Каждый из этих механизмов служит для выключения соответствующей гусеницы. Выключенная гусеница замедляет свой ход, застопоривается и останавливается, после чего Т. начинает поворачиваться в сторону выключенной гусеницы. Если выключить обе гусеницы, Т. останавливается. Бортовое сцепление бывает двух видов: конусное и дисковое. Устройство конусного бортового сцепления (фиг. 14) заключается в том, что на поперечном валу машины *а*, на профилированной его части, насажен внутренний конус *б*, к-рый силой пружины *в* сцеплен с наружным конусом *г*, представляющим собою барабан, соединенный наглухо с зубчаткой *д*, соединяющейся в свою очередь с шестерней ведущего колеса. Поперечный вал машины своим гладким конусом свободно сидит в зубчатке и соединяется при вращении через конусы; при выключении внутреннего конуса наружный конус вместе с зубчаткой и системой ведущего колеса гусеницы уменьшает число оборотов в силу трения гусеницы о почву, вследствие чего происходит плавный поворот машины. Для более крутых поворотов пользуются тормозом *е*. Конусное сцепление такой конструкции приме-



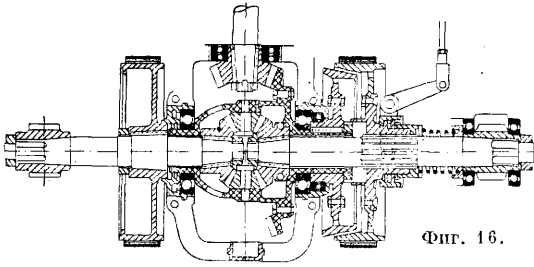
Фиг. 14.

няется на Т. системы Рено; в нек-рых современных Т. пользуются более компактными многодисковыми муфтами сцепления. Кроме бортового сцепления существуют и другие типы механизмов управления. К ним относится планетарная



Фиг. 15.

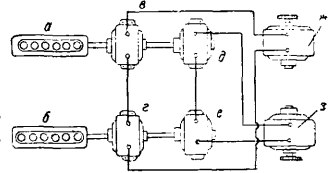
тарная передача Уильсона (фиг. 15), к-рая позволяет выключать одну из лент независимо от другой и затем б. или м. сильно застопоривать ее тормозом. Планетарная передача очень прочна и надежна, а потому особенно пригодна для конструкций тяжелых Т. В настоящее время планетарное сцепление стараются делать одновременно и многоступенным передаточным механизмом, так чтобы его двойное действие допускало и перемену скорости и рулевое управление. На легких Т. весом до 5 т для изменения направления на гусенице применяют дифференциальное тормозное управление, где происходит притормаживание полуосей за счет дифференциала. Пример конструкции тормоза на дифференциал изображен на фиг. 16. Три описанных выше механизма управления принадлежат



Фиг. 16.

к органам чисто механич. передачи силы. К иным системам передачи относятся: г и д р а в л и ч е с к а я передача Уильямса Дженэ, где имеется самостоятельный привод для каждой ленты и отпадает необходимость установки особого органа рулевого управления, а нужны только механич. тормоза, и э л е к т р и ч е с к а я передача, допускающая выключение и торможение каждой ленты в отдельности посредством электрич. привода. Такая передача применяется на тяжелых Т.—франц. Т. 2С (фиг. 17). Этот Т. имеет два 6-цилиндровых мотора Даймлер по 250—300 НР (а и б) с электрогенераторами и небольшой пусковой агрегат, состоящий также из бензинового мотора и динамомашинки, в виду невозможности поместить в Т. аккумулятор достаточной мощности для пуска генератора бензиновых моторов. Каждый бензиновый мотор а и б вращает по два спаренных генератора в, г и д, е. Электромотор каждой гусеницы жз, з соединен с двумя генераторами разных групп, соединенных последовательно. Это дает возможность в случае порчи одного из бензиновых моторов каждому электромотору продолжать питаться током, но с половинным напряжением. Кроме того соединение позволяет включать оба электромотора на одну гусеницу. Схема соединения каждого борта Т. указана на фиг. 18, где показан включенным один генератор вместо

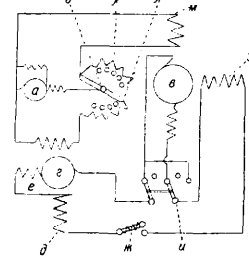
двух. Оба бензиновых мотора Т. работают синхронно. Каждый мотор вращает маленький возбуждатель а с двойной обмоткой (компаунд), ток с к-рого в зависимости от включения регулирующего сопротивления к, л распределяется с одной стороны, в обмотку индуктора мотора в, с другой—в обмотку индуктора генератора г. Генератор имеет обмотку д и промежуточные полюсы с обмоткой е. Он посылает свой ток через максимальный выключатель жс в последовательную обмотку з мотора, имеющего промежуточные полюсы. Цепь имеет переключатель и, позволяющий изменить направление вращения электромотора или вообще прекращать передачу ему тока. Переключатель и регулятор управляется одним рычагом б для каждого борта, т. е. каждой гусеницы, так что оба рычага м. б. включены на левую или правую гусеницу. Регулирующее сопротивление ускоряет или замедляет вращение электромотора гусеницы сл. образом: при повороте рычага б налево индукторная обмотка м мотора получает максимум тока, а в индукторную обмотку генератора при этом положении рычага включено наибольшее сопротивление. Поэтому мотор вращается медленно. Если повернуть рычаги б в направлении часовой стрелки, сопротивление к увеличивается, возбуждение в индукторной обмотке падает, поэтому число оборотов мотора возрастает, с другой стороны, сопротивление л в обмотке генератора уменьшается, возбуждение магнитного поля в динамомашине возрастает, а с ним возрастает сила тока и число оборотов мотора в. При повороте рычага б в направлении часовой стрелки скорость гусеницы увеличивается. Управление Т. при такой передаче будет сводиться лишь к регулировке напряжения динамомашинки путем реостатов на каждую гусеницу в отдельности. Такой способ управления очень прост, но такая передача может иметь место на тяжелых и отчасти средних Т. из-за громоздкости электрич. агрегатов.



Фиг. 17.

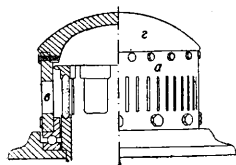
5. Приспособления для наблюдения и управления. Проблема наблюдения из современных конструкций Т. еще до сего времени недостаточно разработана. Необходимо, чтобы наблюдательный прибор давал изображение предметов такими, какими они являются в действительности, поле зрения во всех направлениях д. б. не меньше 25°. Наблюдательный прибор должен обеспечивать наблюдателя, давая ему возможность перемещать луч зрения в широких пределах и быть мало заметным снаружи. Смотровые щели и окна являются первичными и простейшими приспособлениями для наблюдения, но они теперь считаются не отвечающими боевой обстановке (ограниченное поле зрения и плохая защита наблюдателя).

Для защиты существующих еще на Т. смотровых щелей и окон применяется специальное

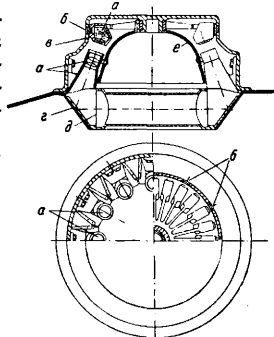


Фиг. 18.

стекло «триплекс»; это стекло хорошо сопротивляется пробиванию пуль: стекла толщиной от 90 мм и выше выдерживают попадание германской остроконечной пули. На современном Т. устанавливаются или механич. приборы наблюдения (вращающиеся) — стробоскопы — или оптические — перископы (см.). 1) Стробо-скопы бывают цилиндрич., конич. и дисковые. Все они основаны на одном и том же принципе: в броневой стенке проделан целый ряд узких щелей такой ширины, что они пропускают только брызги свинца; эти щели вращаются перед глазами наблюдателя с такой быстротой, что в виду слабой аккомодации глаза (т. е. способности сохранить зрительное впечатление в течение примерно 0,1 сек. после его исчезновения) получается непрерывное изображение. За вращающейся броней помещается стекло «триплекс». На фиг. 19 изображен цилиндр, стробоскоп, установленный на франц. танке 2С и представляющий собою бронированную башенку *a*, вращающуюся на шарикоподшипниках по бронированному основанию. В башенке прорезано большое число узких щелей *b* шириной до 2 мм. Сверху башенка прикрыта куполом *г*. Новый Т. Ансальдо оборудован конич. стробоскопом, к-рый установлен открыто снаружи. 2) Перископы встречаются различных типов с одним или двумя окулярами, нек-рые системы — с вращающимися объективами. Они бывают: зеркальные и па-



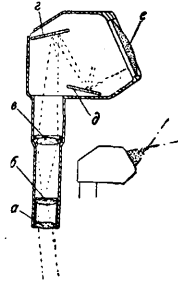
Фиг. 19.



Фиг. 20.

но рамные. Зеркальный перископ защищает наблюдателя от пуль, но имеет ограниченное поле зрения, и его объектив не защищен от попадания; кроме того через него трудно наблюдать во время движения Т. по неровной местности. Панорамный перископ Герца (фиг. 20) представляет собой удачное разрешение задачи наблюдения из Т. Он имеет форму купола и находится на крыше Т. По кругу купола расположен целый ряд оптических систем *a*, принимающих изображение сначала в небольшие (10 мм) отверстия в броне *b* и через линзы *в*, затем при помощи призмы *a*, отбрасывающей его вниз, где оно выпрямляется линзами и проектируется на зеркала *г*, к-рые отражают его на вертикальные столы *д*, т. ч. наблюдатель, защищенный параболическим броневым колпаком *е*, видит горизонт в виде 12 изображений на 12 матовых стеклах. Для отчетливого наблюдения предметов необходимо держать глаз на расстоянии 25 см от стола. Прибор обеспечивает командиру Т. круговой обзор и вместе с тем защищает от пуль. Недостатком перископов является малая величина выходного зрачка, поэтому французы спроектирован специальный перископ, т. н. геоскоп (фиг. 21), где *a* — объектив, *б* и *в* — линзы, бросающие изображение на зеркало *г*, от него на зеркало *д*, а отсюда на большой окуляр *е*. В случае попадания в прибор м. б.

разбиты линзы *a* и *в* и зеркало *г*, но голова наблюдателя защищена от попаданий. По сравнению с перископом Герца геоскоп обладает тем преимуществом, что глаза наблюдателя могут перемещаться в поперечном направлении на 12 см и удаляться от окуляров больше чем на 1 м, не теряя при этом возможности наблюдения. Недостаток его заключается в том, что даваемое им увеличение меньше 1. Одним из оптических наблюдательных приборов для Т. является новейший комбинированный прибор фирмы Герц, представляющий собой сочетание геоскопа со стробоскопом. Кругозор этого прибора 360°. Недостаток — очень темное изображение предмета вследствие довольно сильного поглощения света оптической системой. За последнее время для улучшения условий наблюдения в танках используются методы телевидения (см.).



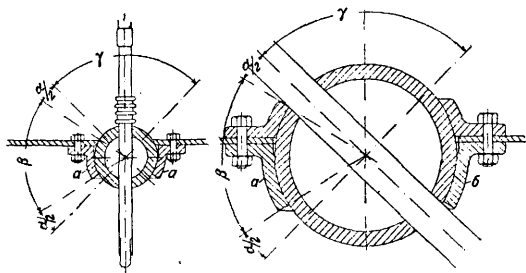
Фиг. 21.

Средством связи внутри Т. служит слуховой прибор, состоящий из резиновой трубки с двумя металлич. воронками на обоих концах (ларингфон). Несмотря на примитивное устройство прибор дал хорошие результаты и был установлен на франц. танках Рено. Впоследствии этот прибор был усовершенствован и назван танкофон. В нем трубки проведены в круглые головные шлемы.

6. Вооружение. Вооружение современного Т. комбинированное и состоит из пушек и пулеметов. Пушка *а*, б. автоматической или полуавтоматической, с круговым обстрелом (вращающаяся башня). Пушечные Т. должны снабжаться фугасными, броневыми и дымовыми снарядами и картечью для ближней самообороны (порча пулемета). Пулеметы, состоящие на вооружении Т., должны иметь возможно больший горизонтальный обстрел. Обыкновенно на Т. устанавливаются легкие пулеметы систем Гочкис, Максим, Виккерс и др. Для борьбы с легкими Т. в настоящее время применяются 13-мм крупнокалиберные пулеметы. В некоторых конструкциях Т. заметна тенденция к повышению калибра танкового орудия. На франц. колесно-гусеничных Т. устанавливаются 75-мм пушки, 100-мм гаубицы, а на тяжелом Т. 2С — до 155-мм калибра. Танковая пушка должна пробивать броню того же типа Т., на к-ром она установлена, т. е. у легкого Т. броневое действие пушки должно характеризоваться пробиванием 25-мм брони на дистанции до 300 м, у тяжелого Т. — 60-мм брони на дистанции до 1 000 м. Для борьбы с авиацией Т. снабжают зенитными пулеметами.

Конструкция пулеметных и орудийных установок. Основные требования, которым должна удовлетворять установка, следующие: а) она должна охватывать ствол оружия, б) обеспечивать возможно больший обстрел, в) допускать удобное обслуживание и г) быть непроницаемой. В настоящее время при проектировании новых Т. выдвигаются еще другие условия, а именно, чтобы расположение вооружения давало возможность концентрации огня максимально большего числа огневых единиц Т. на одной и той же цели. Существуют различные установки на Т.: шаровые, конические и цилиндрические. а) Шаровые установки — простейшие и их

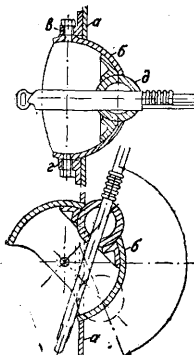
легче всего сделать безусловно непроницаемыми. На фиг. 22 показана схематич. установка образца 1918 г. на Т. марки VIII. Полный шар,



Фиг. 22.

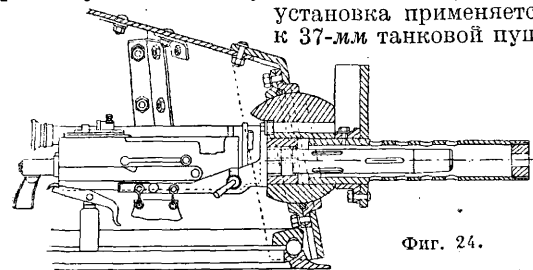
иногда срезанный спереди и сзади, вращается вместе со стволом орудия или пулемета в шаровом гнезде, образованном или броневой стенкой и подшипником *a* или двумя подшипниками *a* и *b*. Эта установка становится тем меньше, легче и поворотливее, чем меньше диаметр пулемета. При всякой шаровой установке неизбежен угол β , составляющий ок. 50° ; кроме того угол обстрела γ еще уменьшается на угол α , соответствующий диаметру пулемета.

Шаровые установки дают обстрел до 60° и даже до 90° , но эти установки плохо обеспечивают прислугу от попадания пуль. Увеличение обстрела до $140-150^\circ$ достигается у двойных шаровых установок. На америк. Т. марки VIII (фиг. 23) имеется броня *a*, в большое отверстие к-рой вставлен большой шаровой щит *b*, поворачивающийся только в горизонтальном направлении посредством вертикальных цапф и гнезд *e* и *g*, прикрепленных к броне. В этот большой шаровой щит вставлен малый щит *d*, обеспечивающий удобное положение наводчику и допускающий горизонтальные и вертикальные наводки. На фиг. 24 изображена шаровая установка америк. танка Рено; эта же установка применяется к 37-мм танковой пуш-



Фиг. 23.

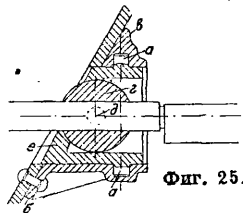
ке, но последняя громоздка и тяжела. б) Конические установки пока мало применимы на Т. На фиг. 25 показана схема устройства конической установки на итальянском тяжелом танке Фиат. Здесь конический щит поворачивается в горизонтальном направлении на вертикальных цапфах *a* в привинченных гнездах *b* с крышками *e*, тогда как вертикальное перемещение достигается посредством вставленного цилиндра *g*, качающегося на горизонтальных цапфах *d* в самом щите *e*. Для непроницаемости установки и для обеспечения



Фиг. 24.

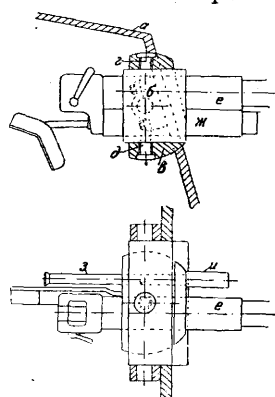
наводки конич. и цилиндрич. щиты делаются двойными. в) Цилиндрические установки. Первым образцом такой установки является установка на танке Рено образца 1917 г., схематически показанная на фиг. 26. К броне *a* башни прикреплено цапфенное гнездо *b* для наружного щита *e*, допускающего вертикальную наводку. В этом щите на ввинченных цапфах *g* и *d* поворачивается внутренняя маска (щит), допускающая горизонтальную наводку. Во внутреннюю маску вставлена пушка *e*, *ж* с литым кожухом люльки и оптическим прицелом *з* слева, защищенным спереди выступающим наружу кожухом *и*. В настоящее время эта установка имеется на английском Т. Виккерс, на броневом автомобиле Ленчестер. Конструкция двойной цилиндрич. орудийной установки 75 мм на Т. Шнейдера СА 3 образца 1917 г. изображена на фиг. 27, где *a*, *б*—носовая часть Т., *в*—верхнее гнездо вилки *г*, в ветви к-рой заложена цапфа *д* пушки *е*, к-рая сама поворачивается в горизонтальной плоскости в гнезде *в*. Вилка имеет плечо, соединенное с подъемным механизмом и с маховиком поворотного механизма, к-рый посредством конической передачи *ж* вращает червяк, сцепляющийся с червячным зубчатым сектором *з*, приделанным к броне Т.; амбразура в броне закрыта броневыми ставнями, поворачивающимися около вилки *г*; амбразура-ставня закрыта броневым щитком *и*, приделанным к люльке *к*. Для увеличения обстрела применяют т. н. комбинированные установки—цилиндрические с шаровыми.

Расположение вооружения. Для обеспечения Т. кругового обстрела все огневые средства *д*, б. установлены во вращающихся башнях, что допускает сосредоточение огня двух пулеметов в разных направлениях. На малых Т. мало места для установки вооружения (пулемет и пушка). Иногда на Т. устанавливают 2 огневых средства в диаметральной плоскости в противоположных направлениях, но для этого требуется большая башня, и одним прямым попаданием противник может вывести из строя оба огневых средства. На Т. больших размеров вооружение устанавливается на двойных башнях (средний Т. 1926 г. США). Чрезвычайно сильный сосредоточенный огонь вперед допускает новый англ. 16-т Т., у к-рого впереди большой башни имеются ввиду две башенки с двумя спаренными пулеметами в каждой. Т. о. можно сосредоточить огонь 5 пулеметов. На тяжелых Т.



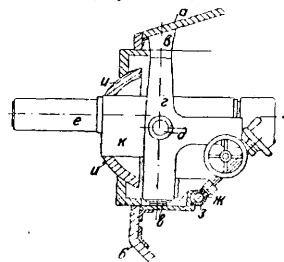
Фиг. 25.

на фиг. 26. К броне *a* башни прикреплено цапфенное гнездо *b* для наружного щита *e*, допускающего вертикальную наводку. В этом щите на ввинченных цапфах *g* и *d* поворачивается внутренняя маска (щит), допускающая горизонтальную наводку. Во внутреннюю маску вставлена пушка *e*, *ж* с литым кожухом люльки и оптическим прицелом *з* слева, защищенным спереди выступающим наружу кожухом *и*. В настоящее время эта установка имеется на английском Т. Виккерс, на броневом автомобиле Ленчестер. Конструкция двойной цилиндрич. орудийной установки 75 мм на Т. Шнейдера СА 3 образца 1917 г. изображена на фиг. 27, где *a*, *б*—носовая часть Т., *в*—верхнее гнездо вилки *г*, в ветви к-рой заложена цапфа *д* пушки *е*, к-рая сама поворачивается в горизонтальной плоскости в гнезде *в*. Вилка имеет плечо, соединенное с подъемным механизмом и с маховиком поворотного механизма, к-рый посредством конической передачи *ж* вращает червяк, сцепляющийся с червячным зубчатым сектором *з*, приделанным к броне Т.; амбразура в броне закрыта броневыми ставнями, поворачивающимися около вилки *г*; амбразура-ставня закрыта броневым щитком *и*, приделанным к люльке *к*. Для увеличения обстрела применяют т. н. комбинированные установки—цилиндрические с шаровыми.



Фиг. 26.

на фиг. 27. К броне *a* башни прикреплено цапфенное гнездо *b* для наружного щита *e*, допускающего вертикальную наводку. В этом щите на ввинченных цапфах *g* и *d* поворачивается внутренняя маска (щит), допускающая горизонтальную наводку. Во внутреннюю маску вставлена пушка *e*, *ж* с литым кожухом люльки и оптическим прицелом *з* слева, защищенным спереди выступающим наружу кожухом *и*. В настоящее время эта установка имеется на английском Т. Виккерс, на броневом автомобиле Ленчестер. Конструкция двойной цилиндрич. орудийной установки 75 мм на Т. Шнейдера СА 3 образца 1917 г. изображена на фиг. 27, где *a*, *б*—носовая часть Т., *в*—верхнее гнездо вилки *г*, в ветви к-рой заложена цапфа *д* пушки *е*, к-рая сама поворачивается в горизонтальной плоскости в гнезде *в*. Вилка имеет плечо, соединенное с подъемным механизмом и с маховиком поворотного механизма, к-рый посредством конической передачи *ж* вращает червяк, сцепляющийся с червячным зубчатым сектором *з*, приделанным к броне Т.; амбразура в броне закрыта броневыми ставнями, поворачивающимися около вилки *г*; амбразура-ставня закрыта броневым щитком *и*, приделанным к люльке *к*. Для увеличения обстрела применяют т. н. комбинированные установки—цилиндрические с шаровыми.

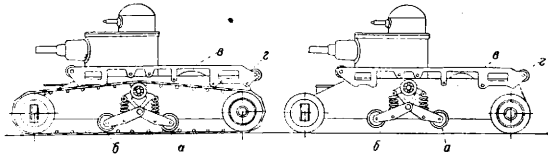


Фиг. 27.

на фиг. 27. К броне *a* башни прикреплено цапфенное гнездо *b* для наружного щита *e*, допускающего вертикальную наводку. В этом щите на ввинченных цапфах *g* и *d* поворачивается внутренняя маска (щит), допускающая горизонтальную наводку. Во внутреннюю маску вставлена пушка *e*, *ж* с литым кожухом люльки и оптическим прицелом *з* слева, защищенным спереди выступающим наружу кожухом *и*. В настоящее время эта установка имеется на английском Т. Виккерс, на броневом автомобиле Ленчестер. Конструкция двойной цилиндрич. орудийной установки 75 мм на Т. Шнейдера СА 3 образца 1917 г. изображена на фиг. 27, где *a*, *б*—носовая часть Т., *в*—верхнее гнездо вилки *г*, в ветви к-рой заложена цапфа *д* пушки *е*, к-рая сама поворачивается в горизонтальной плоскости в гнезде *в*. Вилка имеет плечо, соединенное с подъемным механизмом и с маховиком поворотного механизма, к-рый посредством конической передачи *ж* вращает червяк, сцепляющийся с червячным зубчатым сектором *з*, приделанным к броне Т.; амбразура в броне закрыта броневыми ставнями, поворачивающимися около вилки *г*; амбразура-ставня закрыта броневым щитком *и*, приделанным к люльке *к*. Для увеличения обстрела применяют т. н. комбинированные установки—цилиндрические с шаровыми.

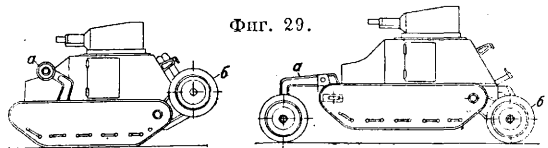
расположение вооружения все более приближается к расположению *судовой артиллерии* (см.).

Типы Т. Колесно-гусеничные Т.—такие Т., к-рые допускают возможность пользоваться независимыми друг от друга колесами или гусеницами; для движения по дорогам обычно применяется колесный движитель, а при движении вне дороги—гусеничный движитель. У Т. системы Кристи (фиг. 28) гусенич-



Фиг. 28.

ные ленты раскладываются по земле, и Т. въезжает на них, а затем ленты надеваются на передние и задние колеса и смыкаются. Чтобы дать лентам необходимую опору между колесами и лучше передать на почву давление машины, на Т. имеются опускаемые опорные катки *a* и *б*. При движении вне дороги Т. развивает наибольшую скорость до 11 км/ч. Т. к. при движении по дорогам на восьми колесах затрудняется управление, средние катки *a* и *б* поднимаются, что выполняется самим мотором. При движении по дорогам со скоростью до 21 км гусеничные ленты снимаются и закрепляются на бортовых кронштейнах *в* и *г*. Конструктивное выполнение колесно-гусеничного движителя связано с большими трудностями (конструкция гусениц, различный характер рулевого управления, трансмиссии и т. п.). На колесно-гусеничном Т. Шенилет образца 1921 г. установлен как колесный, так и гусеничный движители. На этом Т. для движения по дорогам колеса опускаются и выключаются трансмиссии (гусеница висит в воздухе). Для движения вне дорог колеса откидываются кверху и закрепляются на кузове. Для перехода с колес на гусеницы команда может не выходить из машины (колеса откидываются кверху изнутри). При переходе с гусеницы на колеса команда должна выйти из Т., чтобы положить перед Т. деревянные бруски, на к-рые въезжают гусеницы. На Т. образца 1924 г. сист. Сен-Шамон (фиг. 29) устроена



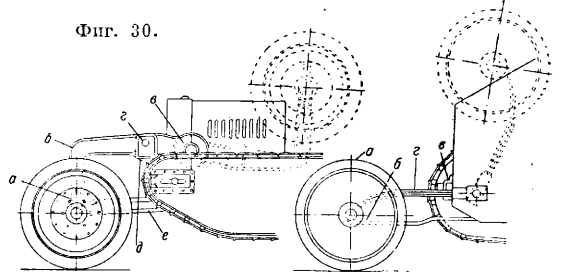
Фиг. 29.

большая часть вышеуказанных недостатков. Передние колеса, стеснявшие обзор и обстрел, снимаются с кронштейнов *a* и убираются на корму Т. Для управления Т. применяют тормоз на дифференциал. Вращение мотора передается или через муфты сцепления ведущим колесам гусеницы или по цепям Галля на задние колеса *б*. Перемена движителя требует известного времени (у Т. сист. Кристи $\frac{1}{2} \div \frac{3}{4}$ ч., у Т. сист. Сен-Шамон 5—10 мин.). Колесно-гусеничные машины имеют незначительную высоту залета. Величина горизонтального пролета Т. Сен-Шамон совершенно недостаточна. На современных конструкциях колесно-гусеничных Т., имеющих и колесный и гусеничный движители, приходится решать следующие задачи: а) подъема и опускания колес, б) передачи и в) системы управления передними колесами.

На фиг. 30 изображены две разновидности конструкций передних колес Т. образца 1924 г. Передняя ось подвешена на листовой рессоре *a* к двум колесчатым кронштейнам *б*, могущим поворачиваться в подшипниках *в*. В опущенном положении они скрепляются болтами *г* с поперечинами *д* рамы. Рулевую тягу *e* при откидывании колес назад приходится снимать.

Трансмиссии колесно-гусеничных машин представляют большие конструктивные трудности, т. к. колесный движитель требует управления поворотом передних колес и передачи дифференциалом, а гусеничные—обычно управления посредством бортовых сцеплений. Эти трудности устранимы одним из следующих способов: 1) управлением гусеничными лентами посредством блокировки дифференциала, что позволяет использовать дифференциал и для передачи вращения на колеса, т. е. общую трансмиссию для обоих движителей; 2) устройством

Фиг. 30.

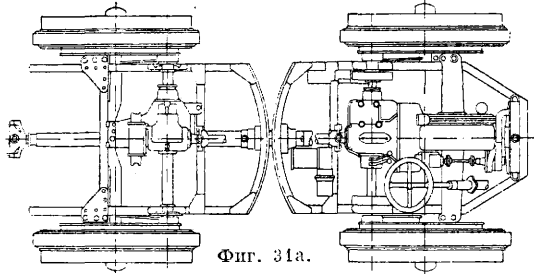


танковой трансмиссии по сист. Кристи, что требует включения одного из ведущих колес при езде по кривой на колесах.

Рулевое управление. На колесно-гусеничных машинах малого размера, напр. сист. Сен-Шамон, наружные приборы управления гусеницами (внутреннее управление достигается блокировкой дифференциала) приводятся в действие двумя педалями, а управление передними колесами достигается поворотом руля. На Т. сист. Кристи при движении по дорогам управление Т. производится поворотом передних колес, но т. к. при движении вне дорог эти колеса должны служить направляющими колесами гусениц, то необходимо их блокировать, потому что поворот направляющих колес гусеницы недопустим. Из новейших колесно-гусеничных машин наиболее оригинальной конструкцией является Т. системы Кристи 1940 (табл. 3). С 1926—27 гг. в конструкциях колесно-гусеничных Т. наблюдается определенная тенденция к переходу на автоматич. перемену движителя (напр. новые колесно-гусеничные машины Вилкерс, 8,5-т малый Т. Сен-Шамон и др.). На чехо-словацком колесно-гусеничном Т. КН 50 перестановка колес происходит автоматический при помощи небольших электромоторов, питаемых динамомашинкой, вращаемой от мотора. Колеса расположены по бокам гусениц, что делает Т. очень широким. Этот Т. управляется блокировкой дифференциала. Перемена движителя отнимает примерно ок. 45 ск.

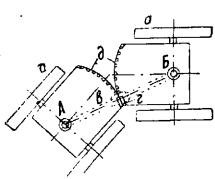
Высококолесные машины. Уже во время войны 1914—18 гг. конструктивная мысль старалась разрешить вопрос о повышении вездеходности Т. при помощи колес большого диаметра. Первая высококолесная машина была построена в Англии в 1915 г., но развития не получила. Итальянскому конструктору Павези первому удалось построить высококолесную машину сначала в виде артиллерийского трактора, а затем Т. п а н т и т а н к а. Высококо-

лесные машины обладают большой проходимостью благодаря высоте и ширине колес, почему удельное давление на грунт делается очень незначительным (у Т. Павези весом до 5 т при углублении колес на 15 см—всего 0,6 кг/см²). Размеры колес позволяют переходить через небольшие рвы с крутыми скатами шириной не больше 0,6—0,7 diam. колес, а также позволяют влезать на довольно высокие препятствия.



Фиг. 31а.

В конструкциях высококолесных Т. главное затруднение заключается в придании повозке достаточной поворотливости. В Т. Павези колеса установлены на жесткие оси, к-рые в боковом направлении и по высоте жестко связаны со своей рамой, а для рулевого управления корпус разделен на две самостоятельные части а и б (фиг. 31а и 31б), шарнирно соединенные только трубой в, могущей поворачиваться в А и Б, причем передняя и задняя части не только могут поворачиваться по отношению друг к другу в горизонтальной плоскости, но и могут наклоняться в вертикальной плоскости друг относительно друга под большим углом (до 45°). Управление происходит поворотом шестерни з на трубе в, сцепленной одновременно с двумя зубчатыми дугами д обеих половин кузова а и б. Из конструктивных соображений Павези установил для каждой пары колес отдельные дифференциалы, соединенные между собой общим приводным валом (телескопического вида с двумя карданными соединениями). Вращение от 4-цилиндрового мотора передается на все четыре колеса с одновременным рулевым управлением всеми колесами. Павези сконструировал



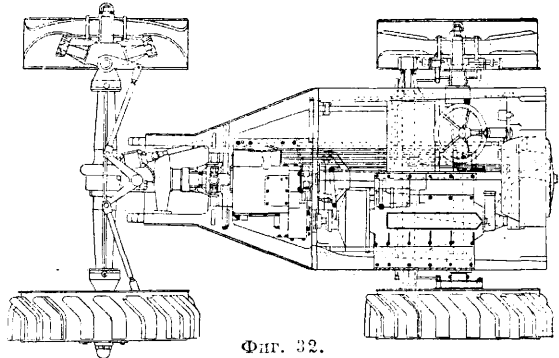
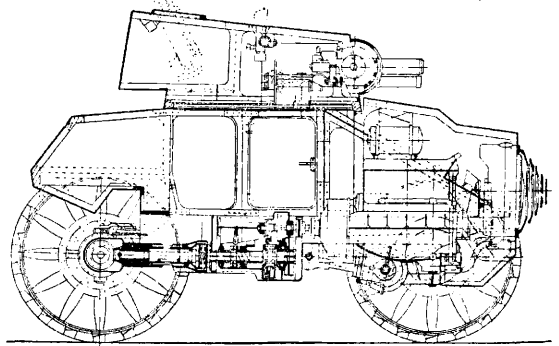
Фиг. 31б.

три типа машин: легкий Т., тяжелый Т. и т. н. анти-танк. Легкий Т. имеет скорость до 24 км/ч, а по хорошим дорогам он развивает скорость до 30—35 км/ч. Он сделан непроницаемым на высоту до 1,1 м. Колеса имеют diam. 1,55 м. Кроме сплошных резиновых шин

танк снабжен откидными шпорами. Тяжелый танк несколько грузнее и выше легкого и вооружен тремя пулеметами. Анти-танк имеет назначением борьбу с танками, а потому вооружен 75-мм пушкой, которая утяжеляет танк и понижает его скорость. Танк завода Ансальдо Италия (фиг. 32) является вторым типом высококолесной машины. Танк состоит из жесткого нераздельного корпуса и управляется одними задними колесами, поэтому корпус над ними сильно сужен к корме, к-рая представляет узкий придаток. Т. имеет передачу вращения на все четыре колеса. Газонепроницаемость Т. достигается созданием повышенного давления внутри корпуса посредством засасывания воздуха через фильтр; водонепроницаем Т. на высоту до 1,5 м; вес Т. до 8 250 кг при высоте в

2,9 м; diam. колес 1,5 м; наибольшая скорость 43,5 км/ч. Рассмотренные типы высококолесных машин отличаются большой проходимостью, быстроходностью, расходуют мало горючего и при малом износе материальной части заслуживают серьезного внимания в смысле широкого их применения в военном деле.

П л а в а ю щ и е Т. Попытки сконструировать Т., пригодный для работы не только на суше, но и на воде, начались сейчас же после окончания войны 1914—18 гг. Первый, ставший известным тип плавающего Т., был Т.-амфибия Кристи образца 1922 г., построенный в США. Дальнейшие опыты по созданию плавающих Т. производились в Англии, Франции, Японии и Польше (Т. Червинского), но не дали положительных результатов. В настоящее время на

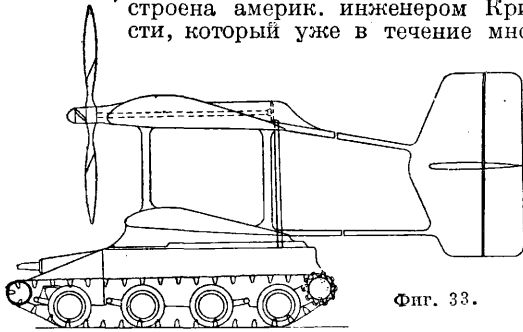


Фиг. 32.

з-де Вилкерс-Армстронг в Англии построен плавающий Т. марки Карден-Лойд. Этот новый Т. наряду с боевыми качествами обычного легкого Т. на суше обладает способностью передвигаться и оставаться в воде в течение продолжительного времени без признаков течт. Вес этого Т. ок. 2 800 кг, скорость по дорогам ок. 60 км и без дорог 45 км, скорость движения в непроточной воде ок. 10 км/ч. Ширина Т.—2 м, длина—3,9 м, высота—1,8 м. Вооружен 1 пулеметом; бронирование лобовое 9 мм, боковое 7 мм. Команда—2 чел. Мотор специальной конструкции инж. Картера при наличии комбинированного отсасывающего и нагнетающего масляного насоса работает без перебоев независимо от угла наклона мотора. Сцепление—однодисковое. Коробка скоростей—автомобильного типа, дающая четыре передачи вперед и одну назад. Переключение скоростей производится с помощью перевода рычага на ходу машины, благодаря чему переход с суши на воду м. б. произведен без предварительной остановки Т. Гусеничный движитель—конструкции легкого

трактора; гусеница состоит из мелких звеньев. Движение на воде достигается при помощи трехлопастного винта. Конструкция передает на винт допускает как независимую, так и одновременно работу гусеницы и винта. Управление на воде осуществляется от рычага управления на суше, связанного с нормальным лодочным рулем с помощью тросов. Устойчивость Т. на воде достигается применением с боков Т. поплавков, изготовленных из специального дерева и обитых металлом.

Л е т а ю щ и е Т. Первая конструкция опытного летающего Т. была сконструирована и построена америк. инженером Кристи, который уже в течение мно-



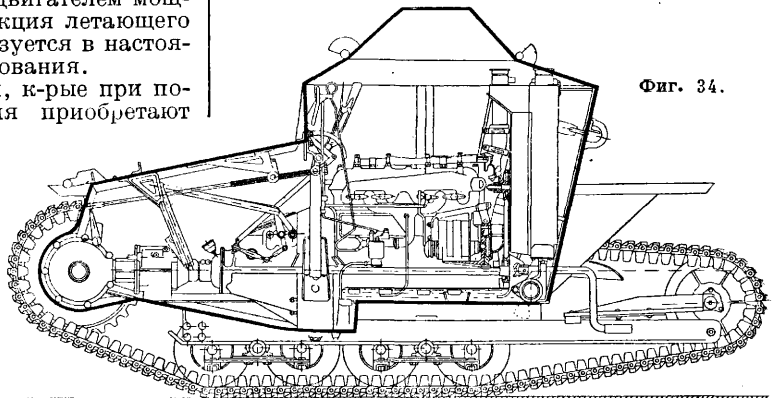
Фиг. 33.

гих лет работал над увеличением оперативной подвижности танка. В 1930 году Кристи был построен быстроходнейший колесно-гусеничный танк, известный под названием Кристи 1940, а в 1932 г.—летающий Т., имеющий в основе конструкцию быстроходного колесно-гусеничного Т. (фиг. 33). Вес Т. (4,5 т) значительно уменьшен за счет облегчения отдельных механизмов и бронирования (толщина брони ок. 8 мм). Корпусу Т. придана обтекаемая форма. Воздушный винт, гусеничный и колесный ход приводятся в действие общим двигателем мощностью в 900 НР. Эта конструкция летающего Т. является опытной и используется в настоящее время для экспериментирования.

П р ы г а ю щ и е Т., танки, к-рые при помощи особого приспособления приобретают способность прыгать через рвы и окопы шириной, примерно в два раза превышающей рвы, нормально преодолеваемые Т. тех же размеров. Приспособление, посредством к-рого Т. приобретают способность преодолевать рвы, по наружному виду напоминает хобот слона; оно расположено спереди и сзади Т. и состоит из короткого упора, к-рый прикреплен к выступающему на Т. кронштейну. Легкий Т., снабженный таким приспособлением, способен преодолеть ров шириной примерно в 2,5 м вместо нормально преодолеваемого рва в 1,3 м.

Т. специального назначения для вспомогательных работ не боевого значения, напр. оборудования радиостанций, выполнения саперных работ, доставки десантов, артиллерийских орудий, вывода из боя испорченных и подбитых Т., подвоза горючего, боеприпасов и снабжения и т. п. В настоящее время из специальных Т. наибольшее применение получили Т. радиосвязи. В последнее время в качестве специальных Т. сконструирован в польской армии на шасси Рено Т. для установки дымовых завес при наступлении и отходе.

Т а н к е т к и—малые по размерам и легкие по весу боевые машины. Первая модель танкетки была разработана в англ. армии еще в период войны 1914—18 гг., а впервые построена в Англии в 1924 г. инж. Мартель. Это была одноместная боевая машина, вооруженная одним легким пулеметом, забронированная непробиваемой ружейными и пулеметными пулями легкой броней, с небольшим маломощным двигателем. Скорость танкетки доходила до 8 км/ч. В новой танкетке Мартель (обр. 1925 г.) имелся ряд преимуществ, но одновременно и ряд недостатков,—главнейшие из последних следующие: 1) горизонтальный угол обстрела в танкетке мал; 2) стрельба на ходу из пушки почти невозможна; 3) один человек в бою две задачи (управление и стрельба) выполнять не может; 4) трудность устранения одним человеком перебоев в работе двигателя. Учтя все недостатки первых моделей, конструкторы Мартель и Карден построили в 1927 г. двухместную танкетку Карден-Лойд марки VI. В настоящее время почти во всех капиталистич. армиях наибольшее распространение имеет танкетка Карден-Лойд VI. Танкетка состоит из следующих основных частей: корпуса, моторной группы, трансмиссии и двигателя. Корпус танкетки состоит из отдельных спелленных между собой болтами броневых листов разной толщины. Детали корпуса изображены на фиг. 34. В задней части танкетки помещен мотор с радиатором. К кормовой части корпуса прикреплена рама с прицепным крюком для буксирования. Сзади корпуса расположены железные коробки для укладки боеприпасов и инструмента. Для наблюдения за полем боя в передней части корпуса имеются щели, наблюдение в стороны и назад достигается поворотом в нужном направлении танкетки. Экипаж танкетки (2 чел.) влезает



Фиг. 34.

в танкетку через головные колпаки и располагается по бокам двигателя. Модернизированный двигатель танкетки Карден-Лойд отличается от автомобильного двигателя Форд следующими деталями: а) имеет два магнета: фордовское для освещения и добавочное высокого напряжения «Вот-форд» для зажигания; б) вместо радиатора двигателя Форд установлен более совершенный специальный радиатор; в) регулировка карбюратора (Зенит) производится автоматически; г) изменена выхлопная труба и установлен специальный усовершенствованный глушитель. Трансмиссия танкетки состоит из коробки скоростей, гибкого сочленения, демультипликатора и дифференциала с полдугами, на к-рые надеваются ведущие зубчат-

Табл. 3.—Основные данные современных танков.

| Название (марка) танка | Вес в т | Размеры в м | | | Предельный подъем в ° | Ширина прогела в м | Предельная высота вертикальн. препятст. в м | Предельная глубина брода в м | Толщина сваливаемых деревьев в см | Толщина брони в мм | | | Клиренс в мм | Вооружение | Число человек команды | Наибольшая скорость в км/ч | Мощность двигателя в л | Запас горючего в л | Тип двигателя | |
|---|---------|-------------|--------|--------|-----------------------|--------------------|---|------------------------------|-----------------------------------|--------------------|----------|-------|--------------|--|-----------------------|----------------------------|------------------------|--------------------|---------------|-----------|
| | | длина | ширина | высота | | | | | | лобовой | бортовой | крыши | | | | | | | | |
| 1. Легкие танки | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Танк С.-Шамон 1924 (Франц.) | 8,6 | — | — | — | 23 | 1,5 | — | — | — | 25 | 20 | 10 | — | 45-мм пушка | 3 | 21 (гус.) 21 (кол.) | — | — | кол.-гус. | |
| Легкий танк Рено N27 (Франц.) | 7,88 | 4,11 | 1,71 | 2,14 | 45 | 2,3 | 0,6 | 0,6 | 20 | 30 | 20 | — | 100 | 1 пул. или 1 пушка | 2 | 18,5 | 60 | 210 | гус. | |
| Легкий танк 3 000 (Италия) | 5,2 | 4,18 | 1,64 | 2,2 | 45 | 1,5 | 0,6 | 1,1 | 30 | 16 | 16 | 8 | 352 | 2 спар. пул. | 2 | 20 | 45 | 90 | гус. | |
| Кол.-гус. танк Викнерс (Англ.) | 7,26 | — | — | — | 35 | — | — | 0,8 | — | 13 | 8 | 6 | — | — | — | 72 (кол.) 24 (гус.) | — | — | 120 | кол.-гус. |
| Викнерс-Карден-Лойд | 3,8 | 3,5 | 1,85 | 1,93 | 30 | 1,5 | — | 0,6 | — | 9 | 8 | 6 | — | 1 пулем. | 2 | 48 | 50 | 180 | гус. | |
| Легкий танк T1E1 (США) | 7,75 | 3,83 | 1,8 | 2,2 | 35 | 1,5 | 0,55 | 0,75 | 25 | 9,5 | 2,5+3,3 | 6,3 | 350 | 37-мм пушка и 1 пулемет | 2 | 32 | 100 | 220 | гус. | |
| » танк T1E1 | 8,5 | 4,55 | 2,02 | 1,97 | — | — | — | — | — | 15 | 4+9 | 6 | — | 1 пушка, 1 пул. | 4 | 37 | 150 | — | — | |
| Танк Брейтфельд-Данек (Чехо-Словакия) | 8,5 | 4,3 | 2,4 | 2,2 | 35 | 1,8 | 0,6 | 1,0 | 25 | 13 | 10 | 6 | 310 | 1 пулем. и 37-мм пушка | 2 | 11 (гус.) 21 (кол.) | 60 | 133 | кол.-гус. | |
| Танк Павези (Италия) | 5,0 | 4,15 | 1,8 | 1,2 | 40 | 1,5 | 1,35 | 1,1 | — | 12 | 12 | 6 | 550 | 1 пулем. и 37-мм пушка | 2 | 35 | — | — | кол. | |
| Колесно-гус. танк Уолслей (Англия) | 8,5 | 5,33 | 2,31 | 2,6 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 24 (кол.) 56 (гус.) | 120 | — | кол.-гус. | |
| Кол.-гус. танк Ландскрона (Швеция) | 7,5 | — | — | — | 45 | 1,8 | — | 0,7 | — | 13 | 13 | 7 | — | 1 орудие или 1 пулемет | 3 | 50 (кол.) 25 (гус.) | 110 | 150 | кол.-гус. | |
| 5-т гус. танк Виннерс | 5,6 | 3,0 | — | — | 45 | 1,2 | — | — | — | 12 | — | — | — | 1 пулемет | 2 | 48 | — | — | гус. | |
| 6-т танк Виннерс | 6,65 | 4,5 | 2,3 | 2,18 | 45 | 1,83 | 0,76 | 0,9 | — | 13+8 | 13+8 | 5 | — | 2 пул. и 1 пуш. + 1 пул. | 3 | — | 81 | на 330 км | гус. | |
| 10-т танк Виннерс (марка С) | 10,6 | 5,33 | 2,5 | 2,4 | 45 | 2,0 | 0,65 | 0,75 | — | 6,5 | 6,5 | 5 | — | 1 пушка и 1 пулем. | 6 | 35 | 100 | на 230 км | гус. | |
| 2. Средние танки | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Викнерс марка II (Англия) | 12,2 | 5,16 | 2,69 | 2,69 | 40 | 1,80 | 0,8 | 1,20 | 30 | 8 | 8 | 6 | 150 | 47-мм пушка и 2 пул. | 5 | 25 | 90 | 410 | гус. | |
| 16-т танк (Англия) | 16,0 | 6,0 | — | — | 45 | 2,7 | 1,0 | — | — | 20 | 13 | — | — | 1 пуш. и 5 пул. | 4 | 40+50 | 180 | — | — | |
| Танк В зав. Шнейдер (Франц.) | 20,0 | 6,3 | 2,47 | 1,92 | — | 2,5 | 0,85 | — | — | 10 | 25 | 10 | 500 | 75-мм пушка и 2 пул. | 5 | 26 | 180 | — | гус. | |
| Танк 1910 системы Кристи (США) | — | — | — | — | 45 | 2,1 | 0,90 | 1,2 | — | 10 | 10 | 6,5 | — | 2 пулем. | — | 48 (гус.) 61 (кол.) | 338 | — | кол.-гус. | |
| 20-т танк зав. Рюель (Франция) | 20,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | 30 | 20 | — | — | 1 пуш. и 4 пул. | — | 20 | — | — | гус. | |
| 23-т танк 1928 г. (США) | 23,0 | 6,1 | 2,5 | 2,8 | 45 | 2,7 | 1,0 | 1,0 | 35+40 | 25 | 25 | 12,7 | 500 | 1 пуш. и 2 пул. | 4 | 20 | 220 | — | гус. | |
| 15-т танк (США) | 15,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 47-мм пуш., 37-мм пуш., 13,7-мм пул. и 7,6-мм пул. | — | 35 | 300 | — | гус. | |
| 3. Тяжелые танки | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Танк Викнерс (Англия) | 32,0 | 10,8 | 3,8 | 3,6 | 40 | 4,6 | 1,0 | 1,2 | 80 | 25 | 25 | 15 | 700 | 47-мм пушка и 4 пул. | 8+10 | 30 | 380 | на 250 км | гус. | |
| Танк 2С (Франция) | 68,0 | 10,28 | 2,95 | 4,15 | 45 | 4,5 | 1,6 | 1,5 | 80 | 45 | 22 | 13 | 600 | 75-мм пушка и 1 пулем. | 11 | 12 | 600 | 1 400 | гус. | |
| Танк 2С улучшенного образца (Франция) | 74,0 | 12,0 | — | — | 45 | 5,5 | 1,7 | 1,5 | 80 | 55 | 30 | 13 | — | 1 пушка 155-мм, 1 » 75-мм, 4 пулем. | — | 12+20 | — | — | гус. | |

ли гусениц. Двигатель состоит из гусеничной рамы, двух тележек, гусеничной цепи, ведущих колес, колес, затягивающих гусеницы (ленивцы), с натяжными приспособлениями и направляющими гусеницы верхних брусьев. Рама служит для сборки всего двигателя, она прикрепляется жестко к корпусу. Каждая тележка двигателя составляет два подрезиненных кат-

Англия, США, Франция и др. До настоящего времени во всех армиях Т. классифицируются не по характеру их тактического предназначения, а разделяются по весу и делаются на следующие виды: танкетки, легкие, средние и тяжелые танки. Характеристики танкеток и танков указаны в табл. 3 и 4. Типы танков даны на вкладном листе.

Табл. 4.—Основные данные танкеток.

| Наименование (марка) танкетки | Размеры в м | | | Боевой вес в т | Наиб. толщ. брони в мм | Р. Мот. | Скорость движения в км/ч | | Запас горючего в | | Наиб. ширина рва в м | Пред. угол подъема в ° | Наиб. высота вертл. препят. в м | Наиб. проход бродов в м | Наиб. толщ. стальной дорыев в см | Число чел. экипажа | Вооружение |
|--|-------------|--------|--------|----------------|------------------------|----------|--------------------------|------------------------|------------------|---------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------|--|
| | длина | ширина | высота | | | | средняя | предельная | литрах | часах * или км пути | | | | | | | |
| Англия | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Танкетка Моррис-Мартель *1 (кол.-гус.) . . . | 3,00 | 1,50 | 1,60 | 2,2 | 6,8 | 16 | 17,5 | 25 | 36 | 100 км | 1,2 | 40 | 0,5 | 0,60 | 10 | 1-2 | 1 ручн. пулемет Гочкис |
| Танкетка Крослей-Мартель (кол.-гус.) . . . | 3,05 | 1,45 | 1,60 | 1,5 | 6 | — | — | 30 | 54 | 200 км | — | 35 | 0,4 | 0,6 | — | 1 | — |
| Танкетка Карден-Лойд (кол.-гус.) *1 . . . | 3,01 | 1,97 | 1,21 | 1,35 | 6+8 | 23 | — | 30 (гус.) 50 (кол.) | 50 | 100 км | 1,2 | 45 | 0,45 | 0,65 | 10 | 1-2 | 1 ручн. пул. Гочкис или 1 станковый пулемет Випкерс |
| Танкетка Карден-Лойд (гусеничн. на вооруж.) *2 | 2,16 | 1,7 | 1,00 | 1,36 | 8+6 | 23 | — | 45 | 38 | 160 км | 1,2 | 45 | 0,45 | 0,5 | 10 | 2 | 1 пулемет Випкерс или 1 пул. 12,7-мм или пушка 47-мм |
| Танкетка Випкерс-Карден-Лойд | 2,59 | 1,75 | 1,65 | 2,0 | — | — | — | 18 | — | — | — | 25 | — | — | — | 2 | 1 пул. Випкерс |
| Франция | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Танкетка Шенилет (кол.-гус.) | 28,5 | 1,87 | 1,75 | 3,3 | 16 | 15 5/16* | 7/10* | 3 | 20 | 7 час. | 0,9 | 11 | — | — | 10 | 2 | 1 пулемет |
| Танкетка Сабат-обр. 1929 г. | 3,2 | 1,4 | 1,1 | — | — | 18 | — | 8 | — | 36 км | — | — | — | — | — | — | 1 пулемет |

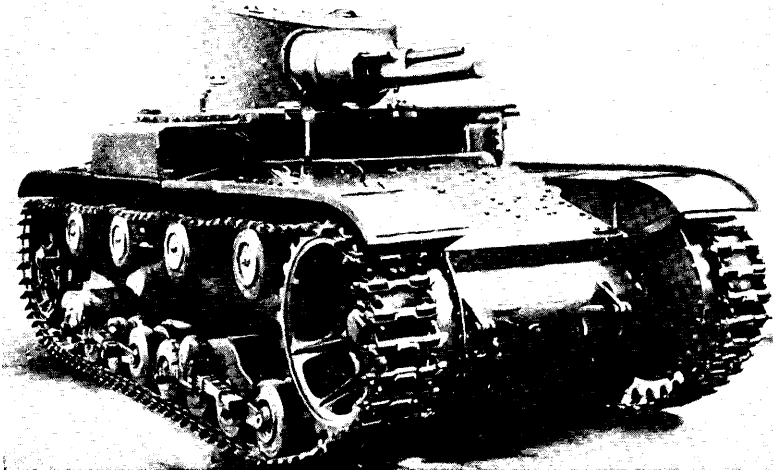
*1 Имеются одноместные и двухместные. Данные относятся к двухместным танкеткам. *2 Танкетка может буксировать прицепку грузоподъемностью в 780 кг с огнеприпасами и людьми. *3 Числитель—на гусеницах, знаменатель—на колесах. * Работы мотора.

ка, к-рые через свои оси соединены между собой пластинчатыми рессорами. Каждая пара катков, составляющих тележку, может качаться на оси пластинчатых рессор. Гусеничная цепь (их две) состоит из 120 отдельных звеньев, траков, связанных между собой помощью стальных пальцев. Основные данные современных танкеток помещены в табл. 4. Разновидности танкеток в зависимости от боевого применения следующие: а) танкетка пулеметовоз, б) танкетка разведчик-истребитель, в) танкетка ближнего боя и г) танкетка буксир. Кроме перечисленных танкеток необходимо указать на универсальный тип танкетки—сухопутно-водную танкетку типа амфибии, к-рая обладает боевыми свойствами легких Т. и может преодолевать водные преграды со скоростью 8 км/ч, а итти по суше со скоростью 64 км/ч.

Современные Т. и их классификация. Технич. развитие различных типов Т. не одинаково во всех государствах и зависит от условий местности и дорог на будущих театрах военных действий, от развития танкостроения в соответствующей стране, а также от развития танкостроения в армиях предполагаемых противников. В данном вопросе ведущую роль играют крупные капиталистические государства—

Лит.: Хейгль Ф., Танки и их устройство, боевое применение и борьба с ними, М., 1933; Гладков П., Огневая борьба с танками, М., 1932; Аммосов С. и Слудский А., Взаимодействие танков с пехотой, М., 1932; Вишнев С., Танковые войска в иностранных государствах, М., 1926; Шварте, Техника в мировой войне, М.—Л., 1927; Клайо, Боевое применение легких танков в тесном взаимодействии с пехотой, М.—Л., 1930; Гладков П., Тактика броневых частей, М., 1930; Боевое применение танков по американским взглядам, М., 1931; Хлыстов Ф., Механическая тяга в артиллерии и танки, М., 1931; Аммосов С., Тактика мотомехсоединений, М., 1932; Бергфельд Г., Ревковский М. и Броневский Д., Противотанковая оборона за рубежом, М., 1931; Триандафиллов В., Характер операций современных армий, М., 1932; Фельдман О., Характеристика новых тенденций в военном деле, М., 1931; Борхерт, Применение танков в сражении под Каمبرэ, М., 1931; Таш, Моторизация и механизация армий и война, М., 1933; Английский временный боевой устав танковых и автотанковых частей, М.—Л., 1931; Руководство броневых сил РККА, Материальная часть и вождение, Танк «М», М., 1931; Мартель М., Цятнадцать лет механизации Британской армии, Москва, 1932; Залавский И., Краткий курс расчета танков и их механизмов, Москва, 1932; его же, Определение веса и центра тяжести танка, Расчет продольной и поперечной устойчивости, там же, 1931, 10; Карачан И., Основания в практическому применению тяговых расчетов для гусеничного трактора, там же, 1931, 4-5; «Техника и вооружение», М.; «Механизация и моторизация армии», 1931—32 г.; Taschenbuch der Tanks v. F. Heigl, Mnch., 1930; «Royal Tank Corps Journal»; «Army Quarterly», London; «Army Ordnance»; «Der Kraftzug in Wirtschaft und Heer», Berlin.

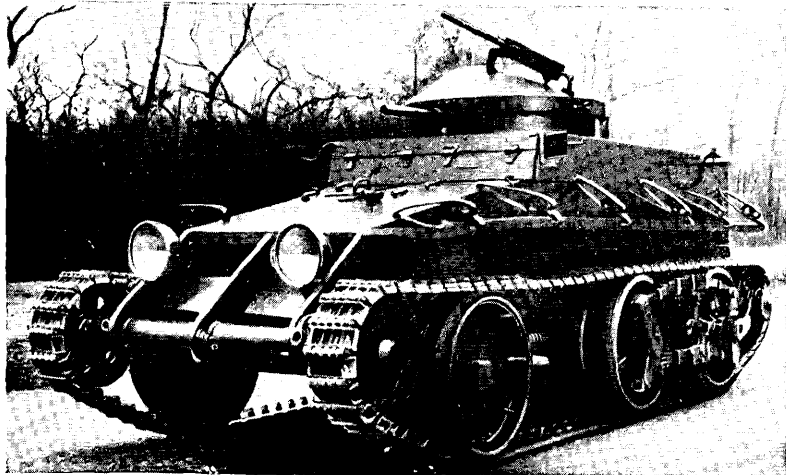
В. Савченко.



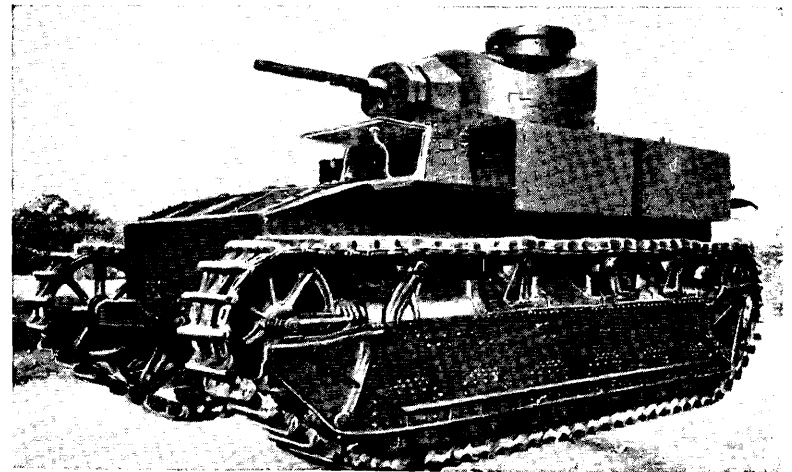
Легкий танк T1E 4.



Средний танк T3 (Кристи).



Колесо-гусеничный танк T2.



Средний танк T2.

ТАННИН, важнейший представитель класса пирогалловых гидролизуемых танидов. По исследованиям Э. Фишера и К. Фрейденберга строение Т. близко к строению полученной синтетически пента(мета-дигаллоил)- β -глюкозы [1]:

$$C_5H_7O_6(C_6H_2(OH)_3 \cdot SO \cdot O \cdot C_6H_2(OH)_2CO)_5.$$

По Проктеру Т. относится к числу пирогалловых дубильных веществ (см. *Дубление*); Т. имеет значительное применение в медицине, в красильном производстве, в производстве чернил и как материал для закрепления на волокне основных красителей. Некоторые сорта Т. употребляются также для получения пирогаллола и галловой к-ты. Лучшим сырьем для производства Т. являются китайские дубильные орешки (патологич. нарост, образующийся на листьях *Rhus semilata* под влиянием укуса *Aphis chinensis*), содержащие в среднем 60% Т., в хороших сортах—до 77%. В качестве сырья для производства Т. имеют значение также корейские и японские чернильные орешки с несколько меньшим содержанием Т. и турецкие (алеппские, смирнские и пр.). В чистом состоянии Т. [2]—аморфный желтовато-белый порошок с терпким и вязущим вкусом; 100 ч. воды растворяют при комнатной t° 253 ч., при нагревании 300 ч. сухого Т.; 100 ч. абсолютного спирта—120 ч. Т.; он растворим также в уксусном эфире и глицерине, но не растворяется в сухом эфире, бензоле, лигнине, сероуглероде и хлороформе. Из водных растворов Т. может быть выделен разбавленными минеральными к-тами и растворами солей. Максимальное вращение $[\alpha]_D^{20} = +76,5$. При сильном нагревании Т. разлагается с выделением пирогаллола. Гидролиз дает галловую к-ту. Щелочные растворы Т. темнеют на воздухе, образуют (в случае аммиачного раствора) эллаговую к-ту. Соли окиси железа дают с растворами Т. сине-черный осадок. Важным свойством Т. является его способность давать осадки с различными группами органич. соединений. Т. осаждает соли свинца, меди, ртути, сурьмы, висмута. Танин дает нерастворимые соединения с многими глюкозидами, органич. основаниями и красящими веществами. Т. осаждает белки, клей, крахмал; 85 ч. Т. осаждают 100 ч. желатин. На способности осаждать клей и желатину основывается применение Т. в виноделии для удаления избытка прибавленного к вину клея. Осадки, образованные Т. с различными группами химич. соединений, в большинстве случаев представляют собой адсорбционные соединения.

В производстве Т. подготовительные операции состоят из измельчения дубильных орешков, удаления мелких железных примесей из раздробленного материала и тщательной обработки воды для производства, к-рая не должна содержать железа и бикарбонатов кальция и магния, т. к. эти соли в случае дальнейшего осветления растворов Т. цинковой пылью и шавелевой к-той могут образовать нерастворимые осадки [3].

Самые высокие сорта Т. получают экстракцией дистиллированной водой. Дубильные орешки дробятся на мельницах энциклопсор на кусочки диаметром около 5 мм. Очень мелкая пыль отсеивается насосом или материал просеивается через лагунные сита высоких номеров. Измельченный материал освобождается электромагнитом от мелких железных частиц. Подготовленный материал подвергается обработке водой в диффузионной батарее, состоящей из ряда соединенных д-ревяных или бронзовых диффузоров. Обработка ведется по принципу противотока, как в сахарных диффузорах. Иногда предварительно дают измельченным орешкам стоять с водой 24 ч. и затем начинают экстрагирование. После того как

первый диффузор исчерпывающе экстрагирован, он загружается свежим материалом и становится последним в батарее. Число диффузоров в батарее достигает семи. Новые фабрики пользуются медными диффузорами, однако деревянные диффузоры сохранились во многих местах и до настоящего времени. При объеме деревянного диффузора ок. 1 м³ батарее из 7 диффузоров может дать 600—700 кг водорастворимого танина.

Кроме водного Т. готовят также спиртовый и эфирно-спиртовый, пенный, чешуйчатый и игольчатый Т. [4]. Для получения водного Т. сок из диффузоров плотностью ок. 15° В^е обрабатывают осветляющими веществами (бланкитом, цинковой пылью, шавелевой к-той, бисульфитом или водным SO₂). Если смолистые примеси удалены, раствор сохраняет прозрачность; в противном случае весь раствор разбавляют водой и отстаившийся в течение нескольких дней раствор фильтруют через медный фильтр с фильтрующей набивкой из бумажной массы и какого-либо кремнистого материала. Отстаивание перед фильтрованием вызывает иногда развитие микроорганизмов, портящих раствор, что устраняется прибавкой бактерицидных веществ (муравьиной к-ты или сулемы). Осветленный и профильтрованный раствор упаривается в вакууме до сиропообразного состояния, затем его разливают на медные противни, сушат в вакуум-сушильном шкафу, измельчают и просеивают. Для получения спиртового и эфирно-спиртового Т. смешивают в закрытом аппарате, снабженном хорошо действующей мешалкой, 100 ч. упаренного до содержания 64—68% сухого танинного раствора с 150—180 ч. спирта и энергично размешивают до превращения в гомогенную массу. После отстаивания прозрачный раствор сливают сифоном, фильтруют и выпаривают в небольшом медном вакуум-перегонном аппарате при 50° и небольшом разрежении. К концу перегонки отходящий спирт постепенно заменяют водой с расчетом получить 50%-ный раствор Т. Затем его обрабатывают по способу, описанному для водного Т. Получаемый таким образом Т. является фармацевтичным продуктом. По другому методу водный Т. экстрагируется в закрытом экстракционном аппарате с непрерывным действием сначала эфиром, а затем 90%-ным спиртом. Остаток от экстрагирования идет на производство водного Т. Эфирный слой упаривается при обыкновенном давлении, пока не останется густая смесь Т. с небольшим количеством эфира; смесь в холодном состоянии наносится на медные противни и ставится в холодный вакуум-сушильный шкаф. Без нагревания дают небольшой вакуум, к-рый затем медленно увеличивают, и под конец получают Т. в виде больших пенных кусков, к-рые грубо измельчают [6]. Чешуйчатый Т. получается обработкой упаренного до 18—24° В^е раствора Т. во вращающихся барабанах, обогреваемых паром и снабженных бронзовыми скребками [6]. Для получения игольчатого Т. раствор в 28—30° В^е подается в обогреваемую форму с сетчатым дном и пропускается через отверстия в 2,5 мм. Образующиеся танинные нити падают с высоты 15 м и одновременно высушиваются теплым воздухом; затем их измельчают в иглы.

Кроме указанного уже применения Т. в красильном деле и виноделии Т. имеет обширное и разнообразное применение в медицине, главным образом как вязущее вещество. Его применяют также в качестве противоядия при отравлении солями тяжелых металлов и алкалоидами. Он входит также как составная часть

в многочисленные медицинские препараты, где действует частью вследствие своих вяжущих свойств, частью вследствие образования нерастворимых и лишенных вкуса соединений.

Лит.: 1) Fischer E. u. Freudenberg K., «B», 1912, В. 45, р. 915 и 2709; Fischer E. u. Bergmann M., «B», 1918, В. 51, р. 1760, 1919, В. 52, р. 829; 2) Rosenheim O. u. Schidrowitz P., «J. Ch. I.», 1900, у. 77, р. 882; Walden P., *ibid.*, В. 1910, 37, р. 3167; Thoms, «Ber. d. deut. phys. Ges.», В. 1903, В. 45, р. 303; Slyin L., «B», 1909, В. 42, р. 1731; 3) Schwyzer J., Die Fabrikation pharmazeutischer u. chemisch-technischer Produkte, В. 1931; 4) Knapp E., «Chemiker Ztg.», Cöthen, 1924, В. 45, р. 239, Chemnitius F., «Journ. f. prakt. Chem.», Lpz., 1927; Schwyzer J., *ibid.*; 5) Г. П. 281419, 245134; 6) Г. П. 245134.

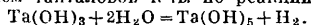
К. Толочев.

ТАНТАЛ, Та, химический элемент V группы периодич. системы, аналог *ванадия* (см.) и *ниобия* (см.). Ат. в. 181,4; порядковое число 73. Т.—металл стально-серого, в отполированном виде белого цвета; уд. в. ~ 16,6, $t_{пл}^{\circ}$ 2800°, $t_{кип}^{\circ}$ выше 4400°, т. о. Т.—третий по плавкости металл [выше плавятся вольфрам ($3370 \pm 50^{\circ}$) и рений ($3167 \pm 60^{\circ}$)]. Сопrotивление на разрыв незакаленного Т. ок. 100 кг/см²; твердость по Бринелю 45,9. Чистый Т. легко поддается механич. обработке: ковке, прокатке, волочению на холоду. Путем термич. обработки его твердость м. б. значительно повышена. При нагревании Т. легко поглощает газы и становится хрупким; вследствие этого нагревание предназначенного к механич. обработке Т. ведут в вакууме. Поглощенный водород Т. отдает с трудом; при $t_{пл}^{\circ}$ легко поддается сварке. Уд. теплоемкость Т. 0,0365 при 0°. Термич. коэф. расширения при 20° 0,0000065. В химич. отношении Т. чрезвычайно стоек при низких темп-рах, благодаря чему может заменять во многих случаях платину. При нагревании на воздухе при t° ок. 400° Т. начинает покрываться синей пленкой окислов, а при t° красного каления сгорает полностью до пятиоксида Т. (см. ниже). Непосредственно соединяется также при высоких t° с азотом с образованием нитрида, с водородом с образованием гидрида и с углеродом с образованием карбида Т.; при обычной t° соединяется с фтором. Минеральные к-ты, концентрированные и разбавленные, на него практически не действуют; исключением является плавиковая к-та, особенно в смеси с азотной, в к-рой Т. растворяется относительно быстро. Элементарный хлор практически на Т. не действует. Относительно быстро разрушается Т. щелочами, особенно горячими конц. растворами.

Соединения Т. Важнейшие соединения производятся от пятивалентного Т. Соединения низших степеней валентности менее стабильны и не имеют технич. значения.

Пятиокись Т. Та₂O₅ получается путем сильного прокаливания металла Т. или его соединений с летучими веществами в кислороде или на воздухе. Практически получают ее путем прокаливания танталовой к-ты (см. ниже). Та₂O₅—белый порошок, уд. в. 8,70, нерастворимый в воде и к-тах за исключением плавиковой. При сильном прокаливании в вакууме Та₂O₅ отщепляет кислород и образует металл Т. Путем сплавления Та₂O₅ с едкими или углекислыми щелочами получают соли танталовой к-ты, танталаты: метатанталаты, например NaTaO₃, орто танталаты, напр. минерал итританталит, и политанталаты типа Me₂Ta₂O₁₀. При воздействии минеральных к-т на растворы танталата выделяется аморфный осадок гидратированной пятиокиси Т. неопределенного состава, т. н. танталовая к-та. Свеже осаждаемая танталовая к-та слабо растворяется в щелочах и минеральных к-тах; из последних осаждается при разбавлении. Пятифтористый Т. ТаF₅ получается путем воздействия фтористого водорода на ТаCl₅ (см. ниже). Кристаллизуется в виде бесцветных призм, $t_{пл}^{\circ}$ 96,8°, $t_{кип}^{\circ}$ 229°. С водой гидролизуется с образованием танталовой к-ты. ТаF₅ обнаруживает большую склонность к образованию комплексных солей, к-рые

получаются при добавлении соответствующих фтористых солей к раствору Т. в плавиковой к-те. Большинство этих солей соответствует типу 2MeF TaF₅, но известны и другие, как 2TaF₅·3BaF₂; TaF₅·3NaF; TaF₅·NaF. Флюориды тантала калия ТаF₅·2KF, или K₂TaF₇, получают из растворов ТаF₅ при добавлении солей калия, чем пользуются для отделения Т. от ниобия и титана. Ввиду большого термического коэф-та растворимости эта соль хорошо перекристаллизовывается из горячей воды. Во избежание гидролиза эту операцию необходимо вести в присутствии небольшого избытка плавиковой к-ты. Пятихлористый Т. ТаCl₅—желтое кристаллич. вещество, уд. в. 3,68, $t_{пл}^{\circ}$ 211° и $t_{кип}^{\circ}$ 242°, получается при воздействии хлора на металл Т. При нагревании на воздухе превращается в Та₂O₅. Вода разлагает ТаCl₅ с образованием хлористого водорода и танталовой к-ты. При нагревании ТаCl₅ в вакууме или при осторожном восстановлении его получают кристаллич. впаиве хлориды тантала зеленого цвета. Треххлористый Т. ТаCl₃ растворяется в воде без разложения; из зеленого раствора щелочи осаждаются зеленый аморфный осадок гидроксида Т. Та(OH)₃, обнаруживающей амфотерные свойства в растворимой как в избытке щелочи, так и в к-тах. При кипячении Та(OH)₃ разлагается в виду с образованием танталовой к-ты по реакции



При упаривании растворов ТаCl₃ с избытком соляной к-ты образуется своеобразная хлоронис Та₂Cl₇·O·3H₂O. При сильном нагревании ТаCl₃ распадается на ТаCl₅ и ТаCl₂. Карбид Т. ТаС чрезвычайно твердый, латуножесткого цвета, получается путем нагревания в вакууме смеси порошков металл. Т. или Та₂O₅ с углем; плавится при t° ок. 3900°.

Распространение Т. в земной коре определяется цифрой $2 \cdot 10^{-7}$. В минералах он обычно в виде изоморфной примеси сопровождается ниобий. Важнейшим промышленным минералом является танталит, метатанталит железа Fe(TaO₃)₂, в к-ром часть железа м. б. замещена марганцем, а часть тантала—ниобием (танталитами условно называют минералы изоморфного ряда (Fe,Mn) [(Ta,Nb)O₃]₂, в к-рых Т. преобладает над ниобием). Важнейшие месторождения танталитов—Финляндия, Скандинавия и США (Коннектикут и Дакота), месторождения мирового значения в зап. и сев. Австралии. Во многих минералах Т. связан с редкими землями, как в фергусоните, ортоганталате (и ниобате) итритрих земель Y [(Ta,Nb)O₄], итритротанталите, пиротанталате (и ниобате) тех же оснований Y₄[(Ta,Nb)₂O₇]₃ и самарските, сложном ниоботанталате, найденном на Урале, содержащем также и уран. Редко встречающийся микролит представляет собой пиротанталат кальция Ca₂(Ta₂O₇). Пирохлор, эйксенит и поликраз—сложные титанониобаты, содержащие колеблющиеся количества тантала.

Для извлечения Т. из минералов последние сплавляют обычно с щелочными пиросульфатами в железных сосудах и выщелачивают плавкой водой. Остающуюся нерастворенной танталовую и ниобиевую к-ты растворяют в плавиковой. Для отделения от ниобиевой к-ты пользуются гл. обр. дробной кристаллизацией солей, чаще всего фторотанталата калия K₂TaF₇. Путем восстановления фторотанталата калия металл. щелочными натрием по реакции K₂TaF₇ + 5Na = 5NaF + 2KF + Ta получают элементарный Т. в виде загрязненного окислами черного порошка. Для очистки его прокаливают в вакуумной электропечи до высоких темп-р, при к-рых окислы распадаются; образующийся порошок Т. прессуют и в вакууме же плавят.

Применение Т. довольно разнообразно; оно обуславливается его высокой $t_{пл}^{\circ}$, механич. свойствами и химич. стойкостью. Т. является первым металлом, из к-рого изготовляли (с 1903 до 1911 г.) нити для электроламп. Позднее он был вытеснен вольфрамом. В настоящее время из него готовят электроды электронных ламп (см. Лампа электронная, прои-з-

в о д с т в о). Т. пользуются как материалом для изготовления химич. аппаратуры (тиглей, чашек), физич. приборов и хирургических, гл. образом зубоорачебных инструментов, вечных перьев (самопишущих ручек), а также фильтр в производстве искусственного шелка. Благодаря химич. стойкости он применяется иногда как материал для электродов, особенно в электроанализе. В серной к-те катод из Т. покрывается синей пленкой окислов, к-рая пропускает электрич. ток только в одном направлении, благодаря чему Т. применяется в мокрых выпрямителях переменного тока. Сплавы Т. с железом (см. Стр. ТЭ, т. II, стр. 359), хромом, ванадием, молибденом и вольфрамом обладают большой твердостью, тугоплавкостью и химической стойкостью, в частности сплав с железом химически весьма стоек. До сих пор эти сплавы вследствие высокой цены Т. производились в относительно небольших масштабах. Из соединений Т. практич. значение имеет только карбид—одно из наиболее тугоплавких известных веществ,—обладающий очень большой твердостью. Он начинает находить применение в производстве режущих инструментов и как материал для высокотемпературных печей.

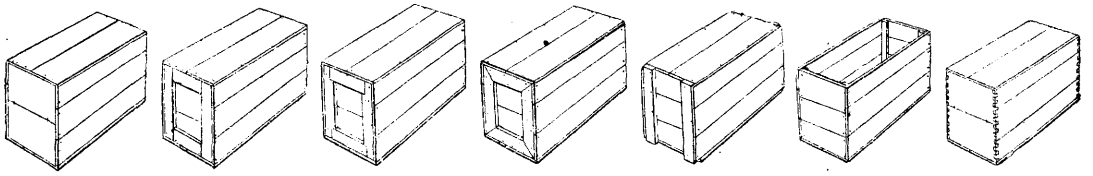
Лит.: «НН», т. 3, Л., 1927, стр. 331—338; Шеллер В. Р. и Поуэлл А. Р., Анализ минералов и руд, содержащих редкие элементы, стр. 134—140, Л., 1928; Химико-технич. справочник, под ред. А. Ферсмана и Д. Щербачова, ч. 1, Ленинград, 1925; Hopkins B. S., Chemistry of the Rarer Elements, New York, p. 225—237, 1923; Johnstone S. J., The Rare Earth Industry, p. 55—60, London, 1918; Noyes A. A. and Brau W. C., A System of Qualitative Analysis for the Rarer Elements, New York, 1927; Ohly J., Analysis, Detection a. Commercial Value of the Rare Metals, p. 37—45, Denver (USA), 1907; Mellor J. W., A Comprehensive Treatise on Inorganic Chemistry, vol. 9, p. 883—925, London, 1929; The Mineral Industry during 1930, New York, 1931; Austin M. M., Working Properties of Tantalum, «American Institute of Mining a. Metallurgical Publications», 1930; Holman, Tantalum, «Mining Journals», L., 1930, v. 118; Youngman E. P., Tantalum and Columbium, «Bureau of Mines, Inform. Circular, 1930».

Е. Кронман.

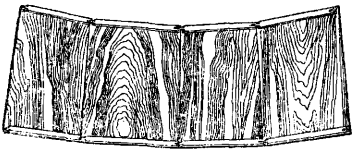
ТАРА, вес внутренней и внешней упаковки и упаковочных материалов. Изделие, служащее для упаковочных целей, называется у п а к о в к о й, но наряду с этим понятием существует понятие о Т. не как о весе, а как о самом изделии, служащем для упаковки товара. В торговом обороте было стремление придавать отдельным видам Т. значение мерила веса или объема. И в настоящее время Т. во многих случаях в этом смысле не утратила своего значения. Неточность и смешение этих понятий заставили Специальную комиссию при НК РКИ СССР принять следующие определения понятия Т.: «Тара представляет собою особый вид произведений, имеющих назначение, путем вменения в них товара, обслужить его в процессе его (товара) обращения на рынке при продвижении от производителя к потребителю». Упаковка фабрично-заводских товаров и с.-х. продуктов является по существу последней операцией перед отправкой товаров непосредственно в товаропроводящую сеть. Этот вид работы имеет своей задачей не только защиту товаров от опасностей транспортировки и доставку их в целости, но частично преследует цель придать товару внешне приятный вид для облегчения возможности продажи, а также дает возможность разбить товары на торгово-приемлемые величины. Но все эти операции по перевозке и хранению товаров выполняются не всегда с той заботливостью и тщательностью, какую им следовало бы уделять, результатом чего является порча товара и ухудшение его качества. Предупре-

дить эту опасность в значительной степени может хорошая, правильно сконструированная Т., соответствующая роду и особенностям товара. В то же время такая тара служит одним из средств к снижению накладных расходов, уменьшая количество повреждаемых изделий и размер естественной убыли. Если принять во внимание, что средний годовой расход на Т. в СССР составляет ок. 900 000 000 р. в год, то станет ясно, что каждый процент разумной экономии на Т. имеет большое значение. Т. должна осуществлять следующие функции: 1) служить предметом или местом хранения и содержания товара в тех случаях, когда обращение или даже существование товара по тем или иным физическим или химич. свойствам немислимо вне условий указанного выше хранения или содержания товара; 2) служить предметом для упаковки разных видов товаров как для хранения их на месте, так и для перевозки в целях создания требуемых условий портиваемости и транспортабельности и гарантии их сохранности от химич., физич. и механич. изменений; 3) создать гарантии сохранности товара в отношении количества, веса и защиты его от условий естественной убыли и хищений. Различают два основных вида Т.: индивидуализированной Т. и товарообезличенной Т. Индивидуализированная Т.—к-рая по свойствам товара не м. б. использована для другого вида товара, например бочки для сельдей, керосина, кожи. Такая тара должна обязательно возвращаться в пустом виде к месту первоначальной отправки, в то время как товарообезличенная тара, обыкновенно более дешевая, может быть использована и для других отраслей промышленности на местах выгрузки и раскладки товара.

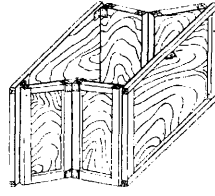
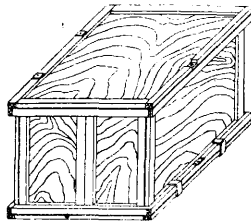
Общие понятия Т. по своему назначению м. б. разбита на четыре основных типа: 1) Т. внутренняя, т. е. первичная упаковка, содержащая товар в таком виде, в каком он поступает мелкими партиями непосредственно к потребителю при розничной продаже; 2) Т. внешняя, объединяющая ряд отдельных единиц внутренней Т. и служащая для хранения и транспортировки товара; 3) товаро-вспомогательные материалы, к-рые в нек-рых случаях сами могут служить Т., напр. проволока для туюков; 4) Т. «Люксы», дорогая Т., рассчитанная на удовлетворение эстетич. запросов потребителя. При упаковке различных товаров все перечисленные типы Т. применяются в самых разнообразных комбинациях. Основные требования, предъявляемые к Т., следующие: 1) легкость, портиваемость и транспортабельность, 2) соответствие Т. товарам, 3) дешевизна, 4) привлекательность внешнего вида. Легкость Т. достигается применением более легкого тароматериала, часто заменой одного вида материала другим (вместо дерева—фибра, картон и т. д.). Для производства Т. в последнее время с возрастающим успехом применяют также папье-маше. Прочность материала Т. тесно связана с технологич. свойствами товара и весом. Температура воздуха, влажность его, взаимное химич. влияние товара, Т. и окружающих его предметов являются причиной порчи товара в виде коррозии металлов, отсырения, загнивания и т. д. При упаковке товаров, подверженных той или иной химич. порче, основным условием является правильный выбор тароматериала, который не только сам по себе не должен оказывать влияния на товар, но должен



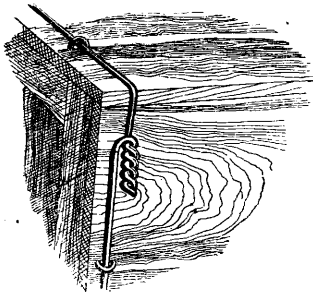
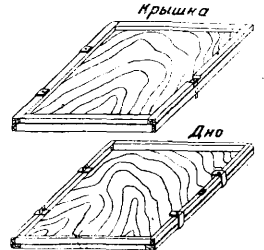
Фиг. 1.



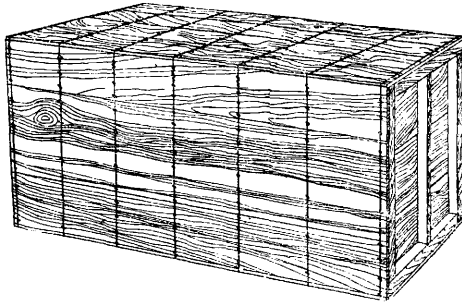
Фиг. 2.



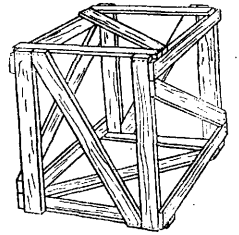
Фиг. 3.



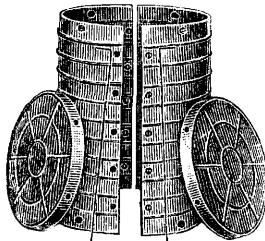
Фиг. 4.



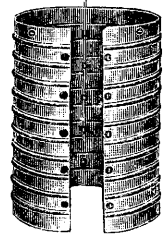
Фиг. 5.



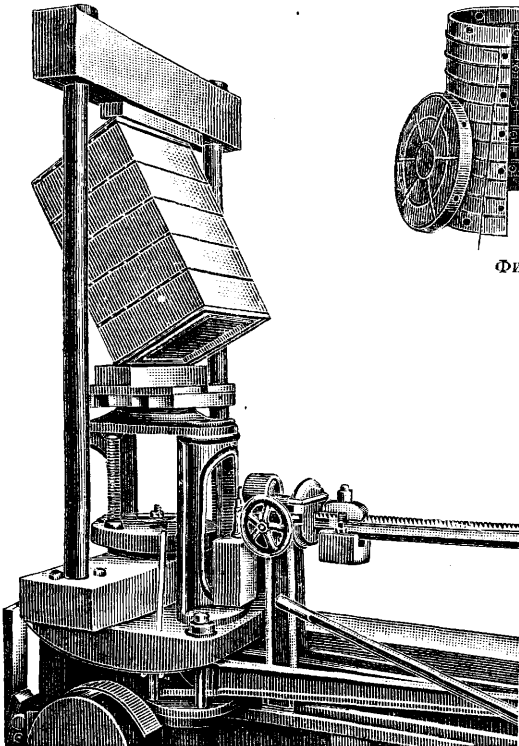
Фиг. 6.



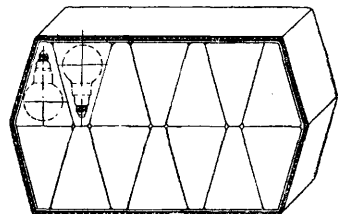
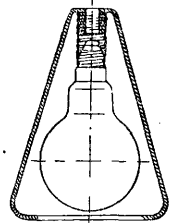
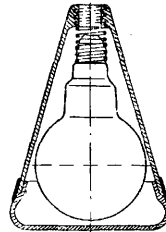
Фиг. 7.



Фиг. 8.



Фиг. 10.



Фиг. 9.

предохранять товар от хим. воздействий внешних окружающих причин. Кроме материала Т. большую роль играет конструкция ее применительно к специфич. условиям, характерным особенностям физич. и технич. свойств каждого отдельного товара. Форма Т. имеет также чрезвычайно важную роль, в особенности важно соответствие форм внешней и внутренней Т.; точно так же д. б. полное соответствие в размерах внешней и внутренней Т.; внешняя должна вмещать кратное количество единиц внутренней Т. Форма и размер Т. должны всегда соответствовать транспортным возможностям и удобствам и условиям охраны труда. Объем и вес Т. должны соответствовать наличности оборудования транспорта и складов соответствующими грузоподъемными приспособлениями. В противном случае вес и объем должны отвечать нормам НКТ. По своим видам Т. делят на следующие основные группы: 1) ж е с т к а я Т., к-рая представляет систему, способную сопротивляться ряду механич. условий, получающихся при переноске, переборке и хранении товара; типами такой Т. могут служить ящики, бочки, решетки, бидоны и т. д.; 2) м я г к а я Т., не защищающая товар от деформаций, получающихся при внешних и внутренних усилиях, например мешки, рогожки; 3) п о л у ж е с т к а я Т., занимающая промежуточное место: коробки, кораба и т. д.

Как примеры различных систем Т. приводим следующие типы: 1) Ящичная Т. — фиг. 1 показывает различные способы скрепления досок деревянных ящиков; на фиг. 2 и 3, изображены складные ящики, облегчающие пересылку порожней Т., на фиг. 4 и 5—способы скрепления ящиков проволокой. 2) На фиг. 6 приведена решетка, позволяющая видеть содержимое Т., но защищающая товар не столь совершенно, как ящичная Т. 3) Бочечная Т.—на фиг. 7 и 8 изображена складная металлич. бочка для сыпучих тел. 4) На фиг. 9 показан образец индивидуальной упаковки электр. ламп и соединения большого количества упаковок в общий пакет.

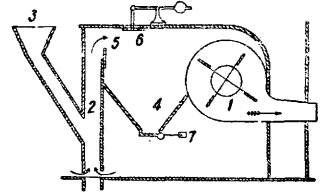
Начиная с 1910 г. в США ведутся в специальной лаборатории работы по изучению и испытанию Т. На фиг. 10 изображен пресс для испытания Т. Аналогичная лаборатория теперь устраивается в СССР при Союзтаре. Основная задача такой лаборатории заключается в изучении свойств тароматериалов и в определении способов их использования, к-рые вели бы в конечном итоге к сбережению тароматериалов, в первую очередь древесины. Значение изучения Т. и тароматериалов видно на примере з-дов Форда, где употребляли раньше при упаковке ящики 600 разных размеров, а после обследования их осталось только 14.

Лит.: Сборник статей, Рационализация тары и упаковка, М.—Л., 1930; Forest Products Laboratory, Wooden Box a. Crate Construction, Chicago, 1924; John F. Keely, Packing for Foreign Markets, N. Y., 1929; Sachsenberg, Zweckmässige Verpackung, В., 1929; «Barrel & Box», Chicago, 1929, 1930; «Die Verpackung», В., 1929, 1930, 1931; Тара и упаковка, М., 1930, 1931; «Packing for Domestic Shipments», 11, 12, 14, 15, 16, Wsh., 1927; Zweckmässige Verpackung aus Holz, «AWF», 5, В., 1927. В. Гессен.

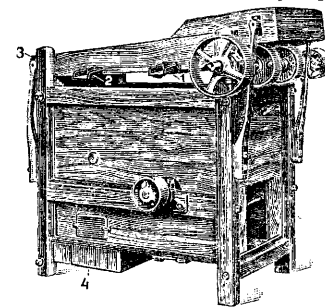
ТАРАР, мельничная зерноочистительная машина, отделяющая от зерна мелкие и крупные примеси при помощи сита и отдувающая от него легкие примеси током воздуха. Т. по своей работе совершенно аналогичен сепаратору (см.), но как более простая машина применяется на сел.-хозяйственных и небольших товарных мельницах. В отличие от сепаратора

зерно поступает на сортировочное сито непосредственно, без предварительного продувания. Для устранения неизбежного при этом пыления сита Т. делают закрытыми.

Т. с ситом иначе можно называть с е п а р а т о р о м с в е р х н и м с и т о м в отличие от собственно сепаратора с нижним ситом, расположенным в последнем в нижней части машины. Тарар также изготавливается и без сита. Собственно название «тарар» относится к воздушной камере машины (фиг. 1, 4), в к-рой осаждаются легкие примеси. Т. не только простейшая, но и старейшая по времени своего появления машина. Он состоит из шкафа, в к-ром помещается вентилятор 1, всасывающий воздух по направлению стрелки из трубы 2, где струя воздуха продувает столб зерна, падающего из ковша 3. При продувании зерна уносятся вместе с шелухой в камеру 4, где зерна отделяются от общего потока вследствие уменьшившейся скорости его в увеличенном сечении камеры; шелуха же и пыль уносятся из машины вентилятором. Для регулировки силы воздушной струи у передней перегородки имеется задвижка 5, которая при подъеме затрудняет перелетание легких зерен (вследствие уменьшения скорости воздушной струи в трубе 2 в результате увеличенного сопротивления от уменьшения отверстия над задвижкой). Клапан 6 служит для регулировки степени разрежения воздуха в камере 4. Необходимо, чтобы воздух в вентилятор поступал только через трубу 2, поэтому выпуск отсортированного продукта



Фиг. 1.



Фиг. 2.

из камеры 4 производится через клапан 7 без встречного потока воздуха. Кроме описанной конструкции применяются также Т. с многократным продуванием зерна. В Т. с ситом (фиг. 2), самом распространенном в СССР, нижняя его часть, собственно тарар, устроена с продуванием одной струей воздуха, поступающей снизу вверх навстречу столбу зерна, поступающего с сита. Для замедления падения зерна и лучшего его продувания в трубе Т. устроены полочки для перепада и распределения зерна. В ситовом коробе имеются три сита. В передней части—первое сито с мелкими отверстиями для просева песка и мелких семян, отводимых рукавом 1. На продолжении первого—второе сито с крупными отверстиями дает сходом 3 солому, мочалу, комы земли и пр. Третье—нижнее сито с средними отверстиями дает просевом мелкие зерна (рукав 2) и сходом зерно, к-рое поступает для продувания в Т. Клапаны 4 служат для выпуска легких примесей из камеры Т.

Лит.: Афанасьев П., Курс мукомольных мельниц, СПб, 1893; Зворыкин К., Курс по мукомольному производству Харьков, 1894; Козьмин П. А., Мукомольно-крупяное пр-во, М., 1926. Л. Розенштейн.

ТАУ-САГЫЗ, каучуконосное травянистое растение из семейства сложноцветных, образующее подушки из узких жестких листьев на камнях в горах Кара-Тау (Казахстан), единственном его местобитании. Каучук содержится в млечном соке в виде капель, позже в корнях и подземных стеблях, образующих плотные тяжжи-нити, разбросанные по всему сечению этих органов вперемежку с древесной. Строение стебля Т.-с. обеспечивает удержание сносимых водами с гор минеральных частиц. Отмирающие листья сгнивают на месте. Отсюда постепенное накопление под растением почвы, обуславливающее рост подушки вверх. Корни тау-сагыз уходят глубоко в трещины горных пород. Т.-с. морозоустойчив и засухоустойчив. В горах благодаря летней засухе и поздней весне вегетационный период Т.-с. 2—3 месяца, отчего растение растет медленно (1 см в год прироста стеблей). Экземпляры дикого Т.-с. достигают многих десятков лет возраста. Содержание каучука колеблется от 0,5 до 38%; смол—3%. Средний технический выход—18% каучука. Сильное колебание каучуконосности у разных форм требует сугубого внимания к отбору при закладке плантаций и научных опытов. Число кустов в природе ограничено (ок. 13 млн.), что при не ежегодном цветении части кустов создает недостаток семян для развития плантационного дела. Т.-с. легко размножается семенами; очень подвержен нападению всяких вредителей. Чувствителен к избытку почвенной влаги (загнивание корней), но чутко реагирует на умеренное увлажнение энергичным увеличением роста—достигает в 2 года такого развития корней, какое в диком растении наблюдается к 8—10 годам. В культурных условиях (Туркестан, поливные земли) 2-летний корень имеет 0,7 8,1 г абсолютно сухого веса с содержанием каучука $0,08 \div 0,45$ г (в среднем 0,35 г). Это для одного гл плантации (20 000 растений) обеспечивает 70 кг каучука. Каучук по качеству очень хорош, отвечая лучшим импортным сортам. Покрывки из чистого каучука Т.-с. прекрасно выдержали испытания Кара-Кумского пробега. Недостаток его—быстрое старение, требующее применения антиоксидантов. В Казахстане работает завод, перерабатывающий Т.-с. на принципе дробления и эксплуатационного обогащения. Всплывающие «червячки» каучука пресуются. Размножение Т.-с. семенами вполне успешно. Для отделения пушка с семен, мешающей работе с сеялкой, сконструирована специальная машина. В СССР имеются плантации на Украине, Северном Кавказе и в Казахстане. Из оставленных при выкапывании обрывков корней растение вновь регенерирует.

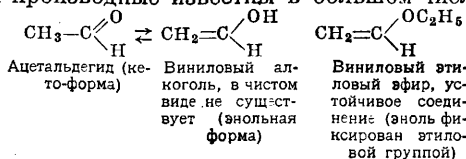
ТАУТОМЕРИЯ, явление, состоящее в том, что одно и то же химически чистое вещество реагирует согласно двум основным ф-лам строения. Среди различных гипотез, предложенных для объяснения Т., одно время широким распространением пользовалась гипотеза Лаара (1885 г.), согласно к-рой способность одного и того же соединения реагировать в двух различных направлениях вызывается постоянным перемещением определенного атома (водорода) от одного атома к другому (от углерода к кислороду и наоборот) под влиянием внутримолекулярных колебательных движений (гипотеза о сдвиге). В дальнейшем, особенно после того как были выделены в чистом виде соединения, принадлежность к-рых к той или другой определенной таутомерной форме

не оставляла никаких сомнений, гипотеза Лаара была оставлена и заменена представлениями о существовании двух различных структурных форм, находящихся между собою в состоянии подвижного равновесия, положение к-рого определяется как природой таутомерного вещества, так и природой растворителя. Положение равновесия зависит от t° лишь незначительно, что говорит о малом тепловом эффекте этих превращений.

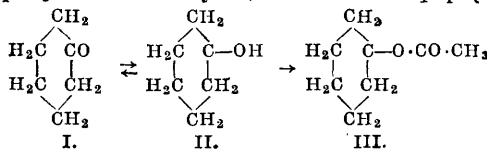
Одним из наиболее изученных явлений Т. является к е т о - э н о л ь н а я Т., т. е. такое явление, когда соединения реагирует как содержащее группы $-\text{CO}-\text{CH} <$ или $-\text{C}=\text{C} <$;

первое из этих соединений называется к е т о - ф о р м о й (наличие CO -группы), второе — э н о л ь н о й ф о р м о й ($-\text{C}=\text{C}$ -группа).

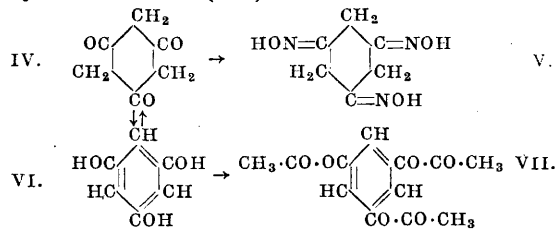
Хотя энольные формы простых альдегидов и кетонов в чистом виде выделены не были, но их производные известны в большом числе:



Тенденция простых кетонов и альдегидов реагировать как ненасыщенный алкоголь (эноль) в значительной степени зависит от их строения. Так напр., циклогексанон (I) реагирует с уксусным альдегидом как циклогексанол (II), образуя соответствующий сложный эфир (III)



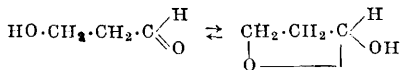
Интересным примером таутомерных превращений, осуществляющих переход от гидроароматич. к ароматич. соединениям, является флороглюцин, который, с одной стороны, реагирует как трикетон (IV), образуя например с гидроксилами триоксим (V), а, с другой,—как триоксибензол (VI); подвергаясь ацелированию, он превращается в сложный эфир уксусной кислоты (VII).



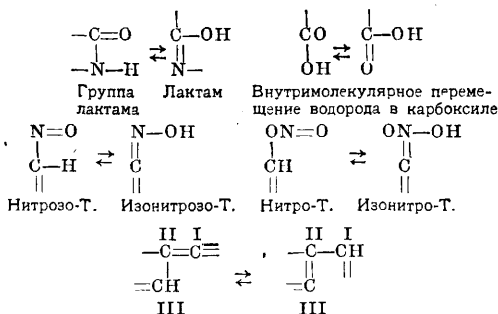
Во многих случаях скорость превращения одной формы в другую настолько велика, что эноль- и кето-форма не м. б. разделены и существуют только одна рядом с другой в виде т. н. аллелотропной смеси (в жидком виде или в виде раствора) или выделяется только одна (обычно кето-) устойчивая форма. В некоторых же случаях равновесие устанавливается медленно, и тогда м. б. достигнуто выделение обеих форм в изолированном чистом виде.

В этом случае говорят о десмотропии, и выделенные формы, существующие изолированно, называются десмотропами. Явления десмотропии наблюдаются например у *ацетоуксусного эфира* (см.), представляющего собой в обычных условиях аллелотропную смесь, состоящую из 7% эноль- и 93% кето-формы. Медленно охлаждая раствор в эфире или гексане) ацетоуксусного эфира до -78° , можно выделить менее растворимую кето-форму в чистом виде. Наоборот, при перегонке под уменьшенным давлением (2 мм) сначала переходит низкокипящая эноль- ($t_{\text{кип.}} 33^{\circ}$), а затем кето-форма ($t_{\text{кип.}} 41^{\circ}$). Количественное определение обеих форм в аллелотропных смесях м. б. осуществлено как химическими (присоединение брома по месту двойной связи энolia, колориметрич. определение энolia, обычно дающих характерное окрашивание с FeCl_3 , и т. п.), так и физич. методами (рефрактометрия, спектры поглощения). Наиболее надежны последние, т. к. химич. агенты даже при небольших скоростях превращения одной формы в другую несколько сдвигают положение равновесия.

Кроме кето-энольной Т. существуют другие виды Т., из к-рых важнейшие м. б. представлены следующими схемами:



Этот вид Т. имеет большое значение для понимания строения и свойств углеводов (сахаров).



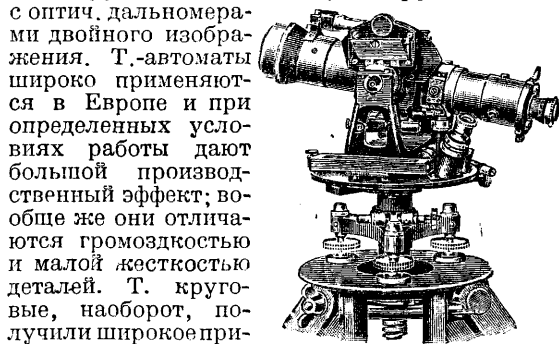
Лит.: Шорыгин П., Успехи органической химии, стр. 78—92, М.—Л., 1928; Hückel W., Theoretische Grundlagen d. organische Chemie, p. 126—204, Lpz., 1931; Негрш Т., Theorien d. organische Chemie, p. 208—248, Brschw., 1924. С. Медведев.

ТАФТА, чисто шелковая ткань тафтяного (полотняного) переплетения (см. *Переплетение тканей*). Т. работает в широком и узком виде, разнообразных доброт, как за счет изменения плотности, так и за счет разных видов крашения и разных способов отделки. Хорошие сорта Т. работают: основа органзин 18—22 денье, уток 20—36 денье, с числом ниток на 1 см по основе 30—80 и по утку 50—70, окрашенных в черный цвет, с привесом. В настоящее время под Т. разумеют большую группу шелковых и полшелковых тканей тафтяного переплетения. Плательная Т. работает чисто шелковой, хорошей плотности по основе и по утку; наиболее тяжелые сорта плательной Т. носят название ф. а. Подкладочная тафта флоренс, флоренти, авиньон работает менее плотной; полшелковая подкладочная Т. (полтафта, полуфлоренс, Т. альпака и т. д.) работает хлопчатобумажным утком

№ 50, 60. В зависимости от различных способов выработки различают сорта: броше-тонкая Т. с прошивным рисунком; Т. шанжан — с одной основой и двумя утками разного цвета, что придает ткани переливающуюся окраску; Т. шине — плотная чисто шелковая ткань с предварительно набитым по основе рисунком и т. д. Тафталином называют дешевую полшелковую ткань, получившую большое распространение в США как замена дальневосточного шелкового товара.

Лит.: Хвальковский В. Н., Теория переплетения и анализа тканей, М., 1930. В. Линде.

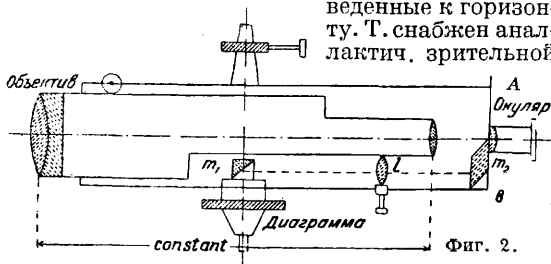
ТАХЕОМЕТР, геодезической инструмент, применяемый при одновременной горизонтальной и вертикальной съемке и позволяющий одним визированием на рейку определить положение точки (пикета) относительно точки стояния инструмента, т. е. определить направление (азимут), расстояние и превышение. Простейшие Т. по конструкции представляют собой усовершенствованные теодолиты (см.) с вертикальным кругом и уровнем на алидаде. Усложненные тахеометры имеют приспособления, дающие возможность получать механическим путем данные, необходимые для построения плана и для выражения рельефа. Конструкции существующих Т. практически можно разделить на 3 группы: Т.-автоматы, Т. круговые и Т. с оптич. дальномерами двойного изображения. Т.-автоматы широко применяются в Европе и при определенных условиях работы дают большой производственный эффект; вообще же они отличаются громоздкостью и малой жесткостью деталей. Т. круговые, наоборот, получили широкое применение в СССР и в Америке, где они значительно усовершенствованы. Тахеометры с оптическими дальномерами двойного изображения открыли новую эпоху в геодезическом инструментостроении и кардинально изменили существующие методы съемок.



Фиг. 1.

Из Т.-автоматов наибольшее распространение получил Т. Гаммера-Феннеля (фиг. 1). Он дает возможность без сложных вычислений и таблиц быстро получать горизонтальные углы, превышения точек и расстояния, приведенные к горизонту. Т. снабжен аналактич. зрительной

трубой с дальномером сист. Порро. В поле зрения этой трубы кроме изображения рейки видно изображение диаграммы с тремя кривыми, заменяющими сетку нитей. Кривые нанесены микро-фотографич. путем на стеклянную пластинку, расположенную на левой сто-



Фиг. 2.

трубой с дальномером сист. Порро. В поле зрения этой трубы кроме изображения рейки видно изображение диаграммы с тремя кривыми, заменяющими сетку нитей. Кривые нанесены микро-фотографич. путем на стеклянную пластинку, расположенную на левой сто-

роне горизонтальной оси трубы. Одна кривая наводится на нуль рейки, а по двум другим отсчитывают непосредственно искомое горизонтальное расстояние и превышение. Изображение этой диаграммы (фиг. 2) получается в левой части поля зрения трубы с помощью двух призм, из к-рых трехгранная призма m_1 расположена против диаграммы с кривыми, другая же, четырехгранная, призма m_2 находится вблизи окуляра. Одна из граней призмы m_2 совпадает с фокальной плоскостью объектива трубы, а ребро ее заменяет вертикальную нить и всегда наводится на левый край изображения рейки. Лучи света, пройдя диаграмму, падают на призму m_1 и, отразившись от нее под прямым углом, идут к двояковыпуклой линзе l , к-рая эти лучи собирает; затем они попадают на призму m_2 , где, отразившись дважды, дают изображение соответствующей части диаграммы в плоскости AB . При вращении трубы в вертикальной плоскости изображение диаграммы перемещается в поле зрения трубы. Вертикальный круг отсутствует. Построение диаграммы вытекает из 4 основных ф-л, даваемых теорией Т. Феннеля:

$$a_1 = \frac{f_0 \cdot \cos^2 \alpha}{c + \sin \alpha \cdot \cos \alpha},$$

$$a_2 = \frac{f_0 \cdot \cos^2 \alpha}{c - \sin \alpha \cdot \cos \alpha},$$

$$a_3 = \frac{f_0 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{k + \sin^2 \alpha},$$

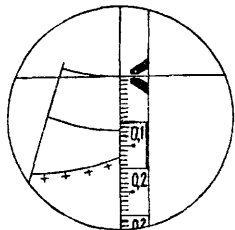
$$a_4 = \frac{f_0 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{k - \sin^2 \alpha},$$

где α —угол наклона линии визирования; f_0 —эквивалентное фокусное расстояние двух собирающих линз дальномера Порро с фокусными расстояниями f_1 и f_2 .

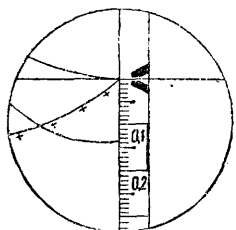
$c = \cos^2 \alpha (\text{ctg } \beta_1 - \text{tg } \alpha)$ } постоянный коэф. для
 $c = \cos^2 \alpha (\text{ctg } \beta_2 + \text{tg } \alpha)$ } расстояний,

$k = \cos \alpha \sin \alpha (\text{ctg } \beta_3 - \text{tg } \alpha)$ } постоянный коэф.
 $k = \cos \alpha \sin \alpha (\text{ctg } \beta_4 + \text{tg } \alpha)$ } для превышений.

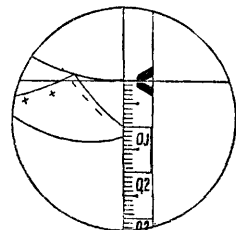
a_1, a_2, a_3 и a_4 —расстояния, соответствующие диастиметрич. углу ($\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$), вершина



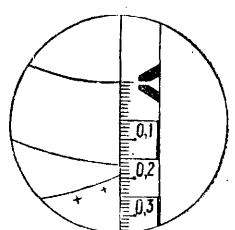
Фиг. 4.



Фиг. 5.



Фиг. 6.



Фиг. 7.

к-рого лежит в аналактич. точке. Для Т. сист. Гаммера-Феннеля $f_0 = 334,78$ мм, $c = 100$, $k = 20$. Пользуясь этими постоянными значениями, находим величины a для любого угла наклона α и по ним строим диаграмму. Для среднего ($\alpha = 0^\circ$) и крайнего ($\alpha = \pm 30^\circ$) значений диаграммы имеем соответственно:

$$\left. \begin{aligned} a_1 = a_2 = 3,348 \text{ мм} \\ a_3 = a_4 = 0,000 \end{aligned} \right\} \alpha = 0^\circ,$$

$$\left. \begin{aligned} a_1 = 2,500 \\ a_2 = 7,159 \end{aligned} \right\} \alpha = \pm 30^\circ,$$

$$\left. \begin{aligned} a_3 = 2,522 \\ a_4 = 7,340 \end{aligned} \right\} \alpha = -30^\circ.$$

Поэтому, описав дугу в 60° нек-рым радиусом, получим основную дугу $m_1 m_2$ диаграммы с главной точкой O . На продолжении радиуса OO откладываем величину 3,348 мм и полу-

чаем точку r . Правая часть диаграммы определяет углы повышения, а левая—углы понижения. Если на радиусах OA и OA_1 , составляющих с радиусом OO углы $+\alpha$ и $-\alpha$, отложим соответственно расстояния a_1, a_3 и a_2, a_4 (фиг. 3) и сделаем эти построения для различных $\pm \alpha$, получим кривую расстояний $n_1 n_2$ и две ветви кривой превышений (\pm). Центр O основной дуги должен лежать на оси вращения трубы. Радиус OO намечается так, чтобы при горизонтальном положении визирной оси трубы его изображение совпадало с ребром призмы m_2 . При инструменте прилагаются две специальные складные рейки 4 м длины. Поверки тахеометров—обычные (см. *Поверки геодезических приборов*) для теодолита, нивелира и специальные: 1) изображение диаграммы д. б. в плоскости задней грани призмы m_2 ; 2) диаграмма должна быть централизована, т. е. центр основной кривой должен лежать на горизонтальной оси трубы; 3) изображение диаграммы д. б. перпендикулярно к горизонтальной оси трубы; 4) радиус диаграммы OO д. б. параллельным оси вращения Т.; 5) плоскость отражательной грани призмы m_1 д. б. расположена под углом 45° к геометр. оси зрительной трубы; 6) изображение центра основной дуги диаграммы должно лежать на продолжении ребра окулярной призмы; 7) коэф-ты д. б.: $k = 100$ и $c = 20$. Исправления и юстировки делают с помощью исправительных винтов.

Употребление Т. системы Феннеля. Установив Т. на станции, а рейку на пикете, наводят на рейку трубу так, чтобы изображение рейки совпало с ребром призмы m_2 , а горизонтальная нить сетки покрыла нуль рейки (фиг. 4, 5, 6 и 7). Делаем отсчет по рейке, пользуясь кривой расстояний и превы-

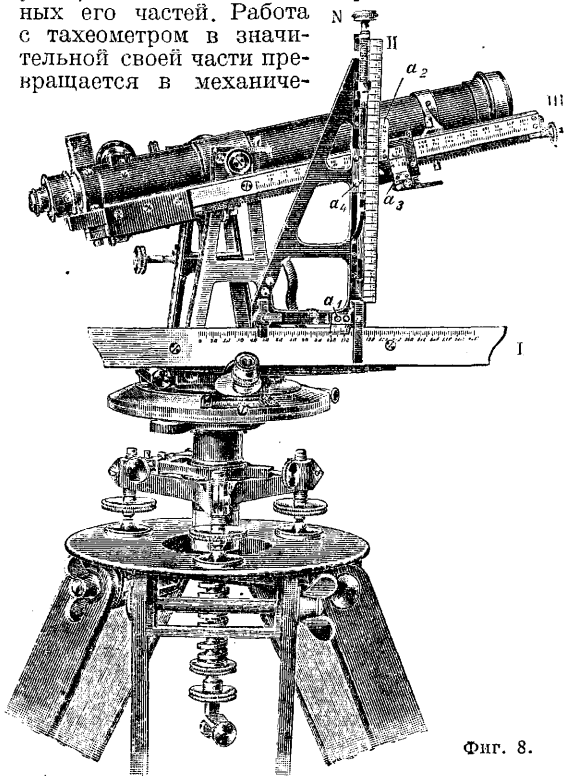
шений, и, умножив первый отсчет на 100, а второй на 20, получаем редуцированное расстояние от инструмента до пикета и превышение нуля рейки над горизонтальной осью вращения трубы.

| | |
|--------------------------------------|------------------------------|
| Отсчет по кривой расстояний (фиг. 4) | $0,124 \times 100 = 12,4$ м |
| » » » превышений » | $-0,100 \times 20 = -2,00$ м |
| » » » расстояний (фиг. 5) | $0,135 \times 100 = 13,5$ м |
| » » » превышений » | $\pm 0,00$ |
| » » » расстояний (фиг. 6) | $0,115 \times 100 = 11,5$ м |
| » » » превышений » | $0,173 \times 20 = 3,46$ м |
| » » » расстояний (фиг. 7) | $0,215 \times 100 = 21,5$ м |
| » » » превышений » | $0,211 \times 20 = +4,22$ м |

Т. сист. Феннеля отличается большой простотой и дает большую скорость в работе. Точность определения расстояний Т. сист. Гаммера-Феннеля $\frac{1}{600}$ (в среднем), а точность в определении превышений ~ 5 см (на 100 м) в равнинной местности и ~ 10 см в местности гористой.

Т.-автомат Вагнера (фиг. 8), в котором вместо вертикального круга устроена система из трех металлич. счетных линеек I, II и III с мм делениями, позволяющих при данном наклоне зрительной трубы и данном наклонном расстоянии отсчитывать непосредственно искомое горизонтальное расстояние и превышение. Отсчет по линейкам делается с помощью верньеров с точностью 0,1 мм (верньер a_1 и a_2) и 0,05 мм (верньер a_3 и a_4). При горизонтальном положении трубы верньеры a_3 и a_4 должны давать одинаковые отсчеты; а отсчет по верньеру a_1 д. б. больше отсчета по верньеру a_2 на 0,6 мм. Труба снабжена дальномером Рейхенбаха. Каждый мм шкалы линейки соответствует 1 м на местности, а 0,6 м — постоянное число дальномера. Линейки рассчитаны на расстояние в 200 м.

Перед началом работы инструменты выверяют, основываясь на геометрии. связи отдельных его частей. Работа с тахеометром в значительной своей части превращается в механиче-

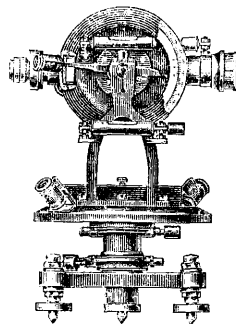


Фиг. 8.

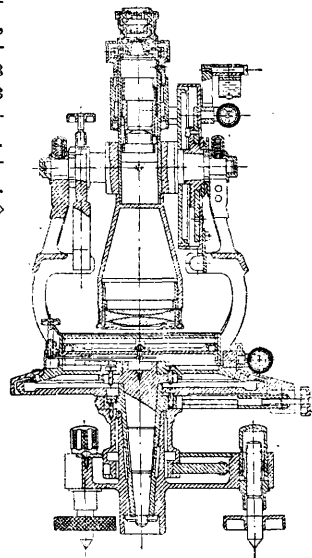
скую и ускоряет темп полевой работы (скорость 120 пикетов в час). Точность Т. 4 см при средних расстояниях 120—140 м и среднем угле наклона линии визирования в 4° . При Т. имеется складная 4-м рейка с см делениями, нуль этой рейки находится на расстоянии 1,5 м от ее пятки. Деления идут в обе стороны от нуля на одной ее стороне и от пятки рейки — на другой ее стороне. При работе рейка ставится не отвесно, а наклонно, и притом перпендикулярно к оптич. оси трубы; это достигается с помощью особых визирок рейки.

Круговые Т. получили широкое распространение в Америке и, сильно отличаясь между собой в конструктивном отношении, преследуют портативность, выносливость и рассчитаны на экспедиционные условия (бездорожье, влажность). Америк. и англ. круговые Т. (транзиты) отличаются монолитностью в

соединении отдельных деталей и ребристостью их сечений, что придает им особую жесткость; в качестве материала для них пользуются фосфористой или алюминиевой бронзой. Круговые Т. конкурируют с автоматами, давая 500—600 направлений в час. Из Т., изготовляемых в СССР, следует отметить модель 1925 г. (фиг. 9) з-да «Геодезия» и модель 1927 г. завода «Геофизика»



Фиг. 9.



Фиг. 10.

(фиг. 10). Характеристич. величины советских круговых тахеометров и американских тахеометров Buff a. Buff приводятся ниже.

| «Геофизика» | «Геодезия» | Buff a. Buff |
|---|--|--|
| Горизонтальный круг | | |
| Закрытый | Закрытый | Закрытый |
| Диам. 11,5 см; деления через $1/2^\circ$ на концы поверхности | Диам. (внутр.) 15,5 см; деления в $1/2^\circ$ на концы поверхности | Диам. (внутр.) 11,5 см; деления в $1/2^\circ$ на плоскости |
| Подпись делений по ходу часовой стрелки | Подпись делений по ходу часовой стрелки | Подпись делений в обе стороны от 0° до 360° |
| Точность верньера 1' | Точность верньера 0,5' | Точность верньера 1' |
| Имеются 2 лупы | Имеются 2 лупы | Луп, прикрепленных к инструменту, нет |
| Два уровня под прямым углом в одной плоскости | Два уровня под прямым углом, один прикреплен выше другого | Два уровня под прямым углом, но в одной плоскости |
| Уровень регулируется винтами сист. Стэнлей. Закрепительные винты лимба и алидадного круга различны по форме | Уровень регулируется гайками. Сходны по форме | Различны по форме |
| Вертикальный круг | | |
| Закрытый | Закрытый | Закрытый |
| Покрышка матовая темная | Покрышка блестящая темная | Покрышка матовая темная |
| Диам. 9 см | Диам. (внутр.) 9 см | Диам. 10,2 см |
| Деления в $1/2^\circ$ на цилиндрич. поверхности | Деления в $1/3^\circ$ на концы поверхности | Деления в $1/2^\circ$ на цилиндрич. поверхности |
| Подпись делений ВТУ | Подпись делений от 0° до 90° | Подпись делений в сторону возрастания подписи |
| Цифры прямые | Цифры прямые | Цифры наклонные в сторону возрастания подписи |
| Деления верньера на цилиндрич. поверхности | Деления верньера на концы поверхности | Деления верньера на цилиндрич. поверхности |
| Точность верньера 1' | Точность верньера 0,5' | Точность верньера 1' |
| Уровень на крышке с зеркалом | Уровень на крышке с зеркалом | Уровня нет |
| Имеются 2 лупы | Имеются 2 лупы | Луп нет |

Подставка трубы

| | | |
|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Составная Маговая темная | Составная Блестящая темная | Цельная Маговая темная |
| Углового сечения | Ромбич. сечения | Углового сечения |

Зрительная труба

| | | |
|------------------------------|-------------------------------|---|
| Астрономическая | Астрономическая | Земная |
| Длина трубы 18 см | Длина трубы 20 см | Длина трубы 22,5 см |
| Объектив \varnothing 30 мм | Объектив \varnothing 20 мм | Объектив \varnothing 20 мм |
| Увеличение 23—25 | Увеличение 19 | Увеличение 18 |
| Фокусировка внутренняя | Фокусировка движением окуляра | Фокусировка движением объектива, при этом у объектива труба двойная |
| Винты сетки закрытые | Винты сетки закрытые | Винты сетки открытые |

Труба переводится через зенит и объективом и окуляром

На концах оси вращения привинчены особые колпачки

Уровень на трубе 2,5 см
Цена деления уровня 2,4'
Размер деления уровня 2 мм

Дальномерный коэф. 100

Буссоль

| | | |
|--|--|----------------------------------|
| Круглая diam. 7,5 см | Круглая diam. (внутр.) 9,8 см | Круглая diam. 5,5 см |
| Магнитная стрелка в виде плоской поставленной на ребро пластинки | Магнитная стрелка в виде плоской поставленной на ребро пластинки | То же, но с приподнятыми концами |
| Крышка снимается | Крышка легко снимается | Крышка не снимается |

Помещена на алидадном круге между подставками трубы

Подъемные винты

| | | |
|---|---|---|
| 3 винта Закрытые | 3 винта Закрытые | 4 винта Открытые |
| Винты допускают передвижение инструмента на головке штатива | Винты допускают передвижение инструмента на головке штатива | Винты допускают передвижение инструмента на головке штатива |
| Инструмент прикрепляется к штативу станковым винтом | Инструмент прикрепляется к штативу станковым винтом | Инструмент навинчивается на головку штатива |

Высота инструмента от головы штатива до оси вращения трубы

22 см 22 см 25 см

Вес (в кг)

| | | |
|-----------------|--------------------|-----------|
| Инструмента 4,5 | 6 | 3,3 |
| Штатива 4,5 | 4,5 | 5,8 |
| Ящика 3,64 | Ящика с принадл. 6 | Ящика 2,9 |

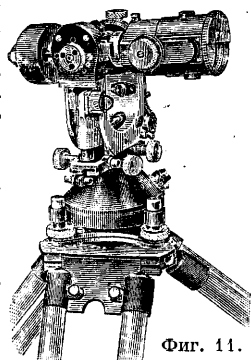
Размеры ящика (в см)

23×21×35 41×23,5×27 34×18,5×21,5

Новые американ. инструменты снабжаются преимущественно закрытыми подъемными винтами.

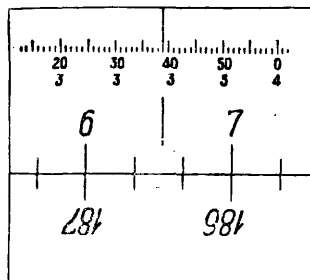
Т. с оптическими дальномерами двойного и тройного изображения получили широкое применение в Швейцарии и Германии. Принцип работы дальномеров двойного изображения основан на измерении параллактич. угла (см. Дальномеры). Наиболее распространенными Т. с оптич. дальномерами двойного изображения являются Т. Вильда и Керн (Швейцария), Цейсс, Брейтгаупт (Германия). Универсальный теодолит Вильда с оптич. дальномером двойного изображения (фиг. 11)

позволяет с помощью оптич. микрометра (см.) измерять горизонтальный и вертикальный угол до 1", а оптич. дальномер дает расстояние с точностью $\frac{1}{4000} - \frac{1}{5000}$. Центрировка инструмента делается с помощью оптического отвеса. Отсчет делается по специально изготовленной горизонтальной рейке (см.). Большую роль в конструкции этих инструментов играет оптика. Деления на обоих кругах нанесены на стекле, и их изображения передаются при помощи системы призм и линз в специальный микроскоп, общий для обоих кругов; окуляр микроскопа помещен вблизи окуляра зрительной трубы, т. ч. после визирования для производства отсчетов обоих кругов наблюдатель, не сходя с места, должен только немного пере-



Фиг. 11.

двинуть голову в сторону. Особая оптическая система позволяет наблюдать в поле зрения микроскопа изображения противоположных частей каждого круга и читать сразу среднее арифметическое (6°33'39" на фиг. 12) из отсчетов, к-рые в дру-



Фиг. 12.

гих инструментах получают раздельным отсчитыванием противоположных частей круга. Отсчеты в Т. этой системы производятся просто и с высокой точностью.

Лит.: Смирнов в К., Исследование и полевые работы редуционным Т. Босхардт-Цейсса, М., 1931; е го же, Универсальный теодолит Вильда, Л., 1931; е го же, Оптический дальномер двойного изображения Вильда и полевые работы с ним, Ленинград, 1931 (см. также Тахеометрия).

Н. Смирнов.

ТАХЕОМЕТРИЯ, вид совместной (одновременной) съемки ситуации (контуров местности) и рельефа. Т. является методом съемки как бы промежуточным между точной угломерной и мензульной инструментальной съемками, дающим возможность ускорять съемочные работы. Однако, организуя съемку значительного пространства, необходимо ставить и решать вопрос: какие именно участки д. б. сняты угломерной съемкой, какие мензульной, какие тахеометрией и наконец какие аэрофотосъемкой (см. Съемка в геодезии). Т. не исключает другие методы съемки, а находится с ними в таком сочетании, что все методы в практике взаимно дополняют друг друга. Инструментами при тахеометрич. съемке служат круговые тахеометры и тахеометры-автоматы (см. Тахеометр). Особенность тахеометрич. съемки заключается в том, что с одной точки местности (станции) одним только визированием (наведением) на рейку, установленную в другой точке, определяется относительное положение этой другой точки: расстояние, направляющий угол (угол положения), или азимут, и превышение. Первые две величины служат целям горизонтальной съемки (опре-

ции до точек ок. 300 м, и отметки этим способом определяются с точностью до 1 дм. Поэтому при тахеометрич. съемке обычно отметки реечных точек округляют до дм.

Лит.: см. Съемка.

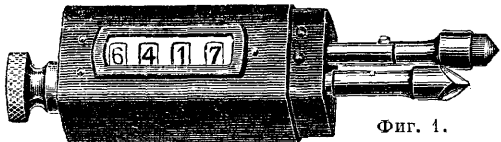
П. Шипов.

ТАХИМЕТР, см. Тахеометр.

ТАХИМЕТРИЯ, см. Тахеометрия.

ТАХОГРАФ, см. Тахометр.

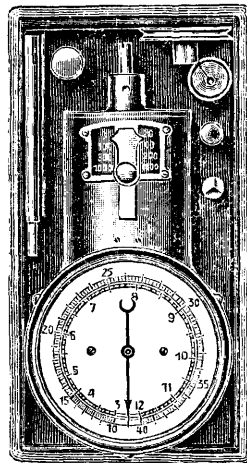
ТАХОМЕТР, прибор, служащий для измерения числа об/м. угловой скорости непрерывно вращающегося тела. Различают Т. центробежные, часовые, вибрационные, жидкостные, магнитные, электромагнитные и др. Для измерения и записи изменений угловой скорости применяют т а х о г р а ф ы. Равномерное и не очень быстрое вращение тел (до 200 об/м.) мож-



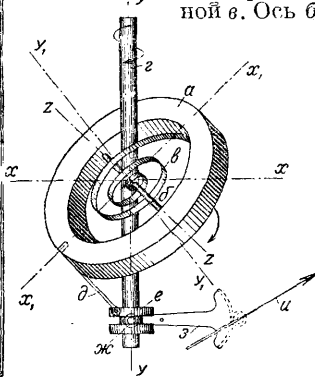
Фиг. 1.

но измерять простым счетом; сделав на вращающемся теле метку, отсчитывают, сколько раз эта метка проходит мимо неподвижного тела в единицу времени; время лучше всего отсчитывать по секундомеру. Если число оборотов значительно, но вращение равномерно в течение нескольких минут, применяют обыкновенный счетчик оборотов вместе с часами или секундомером. На фиг. 1 изображен карманный счетчик оборотов Record на 4 цифры, т. е. 9 999 оборотов. На фиг. 2 изображен ручной Т. фирмы Морелль (Лейпциг), показывающий мгновенное число оборотов и его изменения, устроенный по принципу пружинных центробежных Т.

Принцип действия центробежного Т. следующий: кольцевой груз a (фиг. 3), могущий вращаться вокруг оси b , удерживается в наклонном положении спиральной пружиной v . Ось b



Фиг. 2.



Фиг. 3.

укреплена на главном валу z , соединяемом с валом, обороты которого подлежат измерению. При вращении главного вала z кольцевой груз a стремится повернуться вокруг оси b в направлении, указанном стрелкой. Вследствие изгиба спиральной пружины v в каждой величине центробежной силы (количества оборотов) будет соответствовать некое определенное положение равновесия кольцевого груза. Перемещение кольцевого груза с помощью тяги d передается скользящей на шпонке по главному валу z муфточке e ; в выточку ее входит хвостовик $ж$ сектора $з$, к-рый вращает стрелку $и$.

Теория центробежного Т. Вращающийся момент M_u центробежной силы кольцевого груза, вращающегося с угловой скоростью ω относительно координат x, y , указанных на фиг. 3, выразится так:

$$M_u = \int \omega^2 xy \, dm, \quad (1)$$

где dm —бесконечно малая масса кольца с координатами x, y . При переходе к координатам x_1, y_1 (где OX_1 и OY_1 —главные оси инерции кольца), повернутым относительно координат x, y на угол α , мы получим:

$$M_u = \int \omega^2 (x_1 \cos \alpha - y_1 \sin \alpha) \cdot (x_1 \sin \alpha + y_1 \cos \alpha) \, dm, \quad (2)$$

что после преобразования даст:

$$M_u = \int \omega^2 [\sin \alpha \cos \alpha (x_1^2 - y_1^2) + x_1 y_1 (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)] \, dm. \quad (3)$$

Т. к. центробежный момент относительно двух плоскостей симметрии, проходящих через ось OZ , равен нулю, то

$$\int \omega^2 x_1 y_1 (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) \, dm = 0 \quad (4)$$

и так как

$$\int \omega^2 (x_1^2 - y_1^2) \, dm = I_{y_1 z_1} - I_{x_1 z_1},$$

т. е. равен разности моментов инерции относительно плоскостей $Y_1 Z_1$ и $X_1 Z_1$, и т. к.

$$I_{y_1 z_1} - I_{x_1 z_1} = I_{y_1} - I_{x_1},$$

то окончательное выражение для момента центробежной силы будет:

$$M_u = \omega^2 \sin \alpha \cos \alpha (I_{y_1} - I_{x_1}) = \frac{1}{2} \omega^2 \sin 2\alpha (I_{y_1} - I_{x_1}). \quad (5)$$

Противодействующий момент пружины будет:

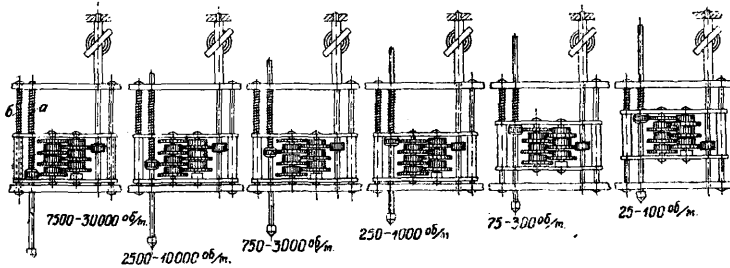
$$M_v = M_0 \alpha,$$

где M_0 —уд. момент пружины (т. е. момент, соответствующий скручиванию пружины на угловую единицу). Т. о. ур-ие для шкалы без учета влияния передаточного механизма будет:

$$\frac{1}{2} \omega^2 \sin 2\alpha (I_{y_1} - I_{x_1}) = M_0 \alpha.$$

Т. о. шкала Т. должна получиться квадратичная с большей или меньшей компенсацией этой квадратичной зависимости множителем $\sin 2\alpha$. Как оказывается, диапазон углов α можно выбрать т. о., что шкала будет значительно приближена к равномерной. Условие возможной равномерности и требование достаточной крупности делений шкалы Т. заставляют использовать для целей измерения лишь определенный диапазон угловых скоростей главного шпинделя Т., причем пределы их относятся обычно, как 1 : 4. Для расширения пределов применимости Т. в целом его снабжают коробкой скоростей, соответственным образом ускоряющей или замедляющей измеряемую скорость вращения. Так напр., Т., изображенный на фиг. 2, снабжен четырехступенной коробкой скоростей, переключаемой кнопкой и позволяющей изменять скорости в пределах: 30—120; 100—400; 300—1 200; 1 000—4 000 об/м. Неудобством этой системы является возможность порчи Т. при измерении скорости, на много превышаю-

щей предельную скорость, на к-рую поставлена кнопка. От этого недостатка свободен выпущенный фирмой д-ра Горн в 1929 г. ручной Т. с коробкой на 6 скоростей: 25—100; 75—300; 250—1 000; 750—3 000; 2 500—10 000 и 7 500—30 000; при этом переход от одной скорости к



Фиг. 4.

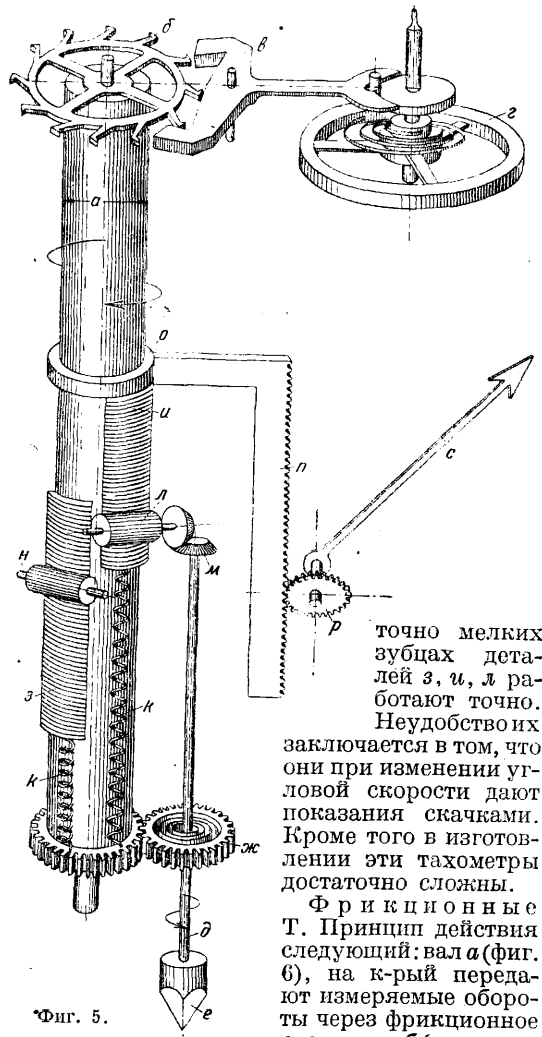
другой, а именно от наибольших к меньшим, происходит автоматически силой нажатия руки на керн Т. до достижения требуемой области скоростей. Способ действия этой коробки скоростей ясен из фиг. 4, причем существенным для правильной работы является неравная жесткость обеих пружин *a* и *b*, а именно: *a* слабее, чем *b*. При конструировании Т. должное внимание д. б. уделено их устойчивости и чувствительности; желательны равноотстоящие деления циферблата. Испытания двухпружинных центробежных Т. Рейнского з-да показали, что в отношении чувствительности и правильности показаний они удовлетворяют всем требованиям, но что изменения t° среды вызывают удлинение пружины и искажают показания; так, при изменении от 15 до 50° разница показаний ручного Т. в области низких оборотов (300) составляет 6%, в области высоких оборотов (1 200)—всего 0,17% (исследования Гофмана).

Ч а с о в ы е Т., построенные на принципе соединения обыкновенного счетчика оборотов с часовым механизмом, включающим и выключающим механизм простого счетчика через определенные равные промежутки времени, дают равномерную шкалу в любых пределах. Конструктивное выполнение Т. сист. «Тель» (фиг. 5) следующее: вал *a* вращается с постоянной скоростью (один оборот в 3 ск.) с помощью часового механизма *b*, *v*, *g*. Вращение этому валу сообщается от вала *d*, приводимого в движение через наконечник *e* от испытуемого вала через фрикционную пружинную муфточку, заключенную в цилиндре шестеренки *жс*.

Т. о. при более быстром вращении вала *d*, чем это допускается часовым механизмом, фрикционная муфта в шестерне проскальзывает, и вал *a* сохраняет постоянную скорость независимо от скорости вращения вала *d*. На валу *a* имеются зубчатые рейки *з*, *и*, которые по пазам могут скользить вдоль вала *a* и возвращаются в первоначальное положение с помощью спиральных пружин *к*. С одной стороны вала к зубчатым рейкам прижимается зубчатый валик *л*, к-рый приводится во вращение через шестерни *м* валом *д* и т. о. имеет скорость, пропорциональную измеряемому оборотам. С другой стороны к валу *a* (на расстоянии 120° от зубчатого валика *л*) прижимается второй неподвижный зубчатый валик *н*. Вследствие вращения вала *a* зубчатый валик *л* остается соединенным с каждой рейкой *з*, *и* только в течение одной трети оборота вала, т. е. 1 ск., и т. о. каждая рейка (сектор) поднимается по-

очередно валиком *л* на высоту, пропорциональную числу оборотов вала *d* за этот промежуток времени. Поднятый сектор, уходя из-под валика *л*, подходит под валик *н*, к-рый на тот же промежуток времени ($\frac{1}{3}$ оборота вала *a*) задерживает этот сектор на той высоте, на к-рой он был в момент расцепления с валиком *л*. В течение последней одной трети оборота поднятый сектор пружинкой *к* возвращается в начальное положение. Зубчатые секторы поднимают кольцо *o*, к к-рому прикреплена зубчатая рейка *п*, вращающая шестеренку *р* с насаженной на той же оси стрелкой *с*. Т. о. этот Т. показывает среднюю скорость испытуемого вала за промежуток времени в $\frac{1}{3}$ оборота вала *a*. Вследствие того что точность работы

этого Т. зависит от точности работы часового механизма, поддерживающего постоянную скорость вращения вала *a*, к-рая м. б. легко сделана достаточно большой, эти Т. при доста-



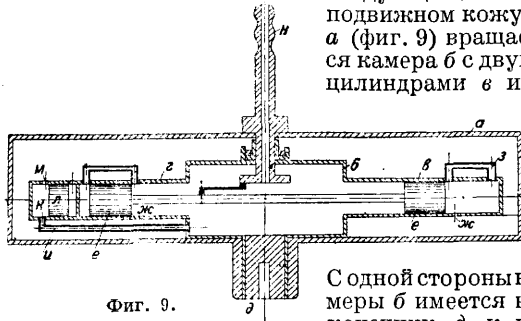
Фиг. 5.

точно мелких зубцах деталей *з*, *и*, *л* работают точно. Неудобство их

заключается в том, что они при изменении угловой скорости дают показания скачками. Кроме того в изготовлении эти тахометры достаточно сложны.

Ф р и к ц и о н н ы е Т. Принцип действия следующий: вал *a* (фиг. 6), на к-рый передают измеряемые обороты через фрикционное сцепление *б* (такое же, как и в Т. сист. «Тель»), вращает конус *в* (покрытый обыкновенно резиной) с постоянной угловой скоростью, поддерживаемой цен-

звука, получаемого в телефоне от этого тока, с высотой звука, получаемого в том же телефоне через посредство катодных ламп; метод годится для скоростей в пределах 10 000—100 000 об/м. В тех случаях, когда желательно измерять скорость удаленных валов и применение гибких валов затруднительно, значительное удобство представляют собою дистанционные пневматические Т. фирмы «Аскания» (Германия). Принцип их действия следующий: в неподвижном кожухе *a* (фиг. 9) вращается камера *b* с двумя цилиндрами *e* и *g*.



С одной стороны камеры *b* имеется наконечник *d*, к которому присоединяется вал, скорость которого подлежит измерению. В цилиндрах *e* и *g* ходят поршни *e* воздушного насоса, к-рый подает воздух, всасываемый через отверстие *юс*, по трубкам *z* в камеру *b*. Из последней воздух поступает через трубку *и* в цилиндрич. камеру *к*, в к-рой имеется свободный поршень *л*. Давление воздуха, поступающего через трубку *и*, стремится переместить поршень *л* по направлению к центру и при этом открыть отверстие *м*, через к-рое накачиваемый насосом воздух может вытекать. Центробежная же сила стремится переместить поршень *л* к периферии и т. о. перекрыть отверстие *м*. Вследствие этого в камере *к*, а вместе с тем и в камере *б* устанавливается давление, пропорциональное центробежной силе поршенька *л*. Зависимость в данном случае следующая:

$$p = \frac{m\omega^2 r}{q},$$

где *p*—давление, *m*—масса поршенька *л*, ω —угловая скорость камеры *b*, *r*—радиус вращения ц. т. поршенька *л* и *q*—площадь его. Через наконечник *n* давление, создаваемое т. о. в камере *b* приемника, передается через соединительную трубку к измерителю, являющемуся обыкновенным манометром со шкалой, разградуированной непосредственно на об/м.

Тахографы, или самопишущие Т., служат для регистрации медленных изменений числа оборотов, напр. рудничных подъемных машин. Совершенно иную цель преследуют прецизионные тахографы, служащие для записи изменений мгновенной угловой скорости, происходящих быстро друг за другом, напр. в течение одного оборота машины. Наиболее прост центробежный пружинный тахограф д-ра Горна; от вала, изменения скорости которого должны быть записаны, приводится во вращение со средней скоростью 500 об/м. горизонтальный вал тахографа, к втулке к-рого прикреплен поперечина, несущая шарнирно две симметрично расположенные гири; центробежные силы гири уравниваются винтовой стальной пружиной, а отклонения гири передаются шарнирными сочленениями и рычагами и записываются на бесконечной бумажной ленте. Если поставлена самая тугая пружина, то

можно регистрировать изменения числа оборотов до $\pm 12\%$ от среднего. Эта пружина, или пружина средней жесткости ($\pm 6\%$), применяется при изучении процесса регулирования центробежных регуляторов. Для измерения неравномерности вращения маховых колес применяется самая слабая пружина ($\pm 3\%$). Т. к. на степень точности показаний тахографа сист. Горна влияет упругость передачи к валу (ремень или лента), а также период собственных колебаний гири с пружинами, то не прекращаются попытки построить более точный прибор для измерения неравномерности вращения в течение одного оборота. Из них оформление до степени заводского измерительного инструмента получил *торзиограф* (см.) д-ра Гейгера, записывающий не самую угловую скорость, а опережения и отставания машины по сравнению с маховиком, движущимся почти равномерно с той же средней скоростью, что и машина; идея такого прибора предложена еще в 1867 году проф. Гартигом.

Стробоскопич. метод также дает только опережения и отставания и требует прекрасной фотографич. техники. Электроизмерители коэффициента неравномерности пока имеют только лабораторное значение, но по методике им принадлежит будущее. После неудачного ундграфа д-ра Мадера д-ру Риму удалось построить лабораторный прибор с фотографической записью, давший прекрасные результаты. Принцип, использованный им, тот же, что и положенный в основу магнитных Т., но вместо спиральной пружины взята тонкая стальная проволока, расположенная на самой оси качения алюминиевого цилиндрика, а вместо стрелки—луч света, отраженный от крошечного тоненького серебряного зеркала; благодаря этому собственный период колебания цилиндрика ничтожно мал по сравнению с периодом изменения угловой скорости. Рунге прикрепил к маховику прерыватель постоянного тока и, записывая перерывы на вращающемся равномерно барабане, определял время поворота маховика на одинаковые углы; дифференцирование кривой расстояний дает кривую изменения угловых скоростей. Чернышев и Шулейкин дали пример применения осциллографа Дудделя, фотографирующего изменения напряжения переменного тока, для изучения движения машин.

Лит.: Общего характера: Грамберг А., Технические измерения при испытаниях машин и контроле их в производстве, т. 1, 1927; Грамберг А., Maschinentechnisches Versuchswesen, 6 Aufl., В. 1, В., 1933; Пружинные тахометры и испытание: Станкевич, Исследование одного из типов тахометра, «ВД», 1929; Wagners, Geschwindigkeitsmesser, «Z. d. VDI», 1909; Hoffmann, Prüfung v. Geschwindigkeitsmessern, «Forschungsarbeiten», 1911, 100; Wilke, Untersuchungen über Fliehkraftachometer nach dem Drehpendelprinzip, «Z. d. VDI», 1918, p. 801—809 u. 829—835; Норт, Handtachometer, ibid., 1929, p. 347—348; Магнитные Т.: Норт, Wirbelstromtachometer mit axialer Magnetverschiebung, ibid., 1930, p. 515—17, 584; Alden, «Machinery», 1925, Dec., p. 286; Вибрационные тахометры: Франк, «Z. d. VDI», 1904, p. 1580; Тахографы. Метод камерного: Ransom, The Cyclical Velocity Variations of Steam a. Other Engines, «Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers», 1889, v. 98, p. 357—368; Ransom, Cyclo-meter, «Engineering», 1892, v. 53, p. 23; Göpel, Die Bestimmung d. Ungleichförmigkeitsgrades rotierender Maschinen durch das Stimmgabelverfahren, «Z. d. VDI», 1900, p. 1359, 1431; Стробоскопический метод: Cornu, Méthode optique, permettant de déterminer la loi de variations périodiques de la vitesse d'un mobile en rotation, «Bull. de la Société internationale des electriciens», P., 1901, p. 519—529; Wagners, Apparat zur strobographischen Aufzeichnung von Pendeldiagrammen, «Forschungsarbeiten», B., 1906, 33; Тахограф Горна: «Z. d. VDI», 1912, p. 220; Торзиограф: Rosenkrantz, Instrument zur Messung d. Ungleichförmigkeitsgrades v. Dampfmaschinen u. Transmissionen von Prof. Hartig, «Z. d. VDI», 1867,

p. 69—74; Geiger J., Der Torslograph, ein neues Instrument zur Untersuchung von Wellen, *ibid.*, 1916, p. 811, 861; Geiger J., Mechanische Schwingungen u. ihre Messung, B., 1927; Электроизмерит. методы: Madер, B., 1909, p. 529—533, 549—553, 567—571, 581—583, 597—600; Riehm W., Ueber die experimentelle Bestimmung d. Ungleichförmigkeitsgrades, «Forschungsarbeiten», B., 1913, 137, «Z. d. VDI», 1913, p. 1101—1108; Реферат, «Вестн. об-за технологов», 1913, стр. 891—892; Runge, Die experimentelle Bestimmung d. Ungleichförmigkeitsgrades u. der Winkelabweichung v. Kolbenmaschinen, «Z. d. VDI», 1915, p. 664—669, 687—692 (указана литература по «ETZ» с 1900 по 1911); Bonin H., Die experimentelle Bestimmung des Ungleichförmigkeitsgrades, «Forschungsarbeiten», Berlin, 1914, 165, «Z. d. VDI», 1914, p. 1562.

К. Рерих и С. Ноздровский.

ТВЕРДОСТЬ, работа, требующаяся для образования единицы новой поверхности твердого тела (при постоянстве остальных факторов), или усилие, численно пропорциональное этой работе. Если бы указанная работа могла быть произведена обратимо (и изотермически), то T . количественно определялась бы *свободной поверхностью энергии* (см.), или *поверхностным натяжением* (см.), твердого тела. Это однако невозможно вследствие отсутствия у частиц твердого тела легкоподвижности, присущей жидкостям (см. *Жидкости*). Поэтому T . зависит только от вида того процесса увеличения поверхности, в к-ром она определяется, напр. процесса процарапывания, шлифования. Для получения сравнимых значений T . с различными твердыми телами следует, вообще говоря, измерять T . всегда в одном и том же, по возможности стандартном, процессе образования поверхности. Однако для ряда тел (в особенности для тел хрупких) значения T ., измеренные в различных процессах, оказываются параллельными или даже пропорциональными друг другу. В связи со сказанным исторически сложилось обыкновение считать T . неопределенной величиной, не носящей характера физич. величины. Это однако неправильно, и определенная выше т. н. склерометрическая T . имеет право на самостоятельное существование и тем ближе определяется вполне физич. величиной—свободной поверхностью энергии твердого тела,—чем ближе процесс, в к-ром она измеряется, к обратимому. Для измерения T . в указанном выше смысле служат разнообразные приборы, называемые склерометрами (см. *Склерометрия*), позволяющие определять усилие, или работу, затрачиваемую на диспергирование, т. е. измельчение данного тела в каком-нибудь стандартном процессе увеличения поверхности (процарапывания, истирания, шлифования) [1]. Минералогическая T . дает только качественную порядковую шкалу (шкала Мосса) расположения тел (минералов) в порядке возрастания склерометрич. T . Каждое последующее тело этой шкалы способно процарапывать поверхность предыдущего. Абсолютная T . Герда Ауэрбаха тоже вполне аналогична склерометрич. T . Кристаллы обладают, вообще говоря, различной T . в зависимости от характера грани и от направления процарапывания на данной грани (анизотропия T ., обуславливаемая анизотропией молекулярных сил в кристаллич. решетке). Кристаллы, обладающие резкой анизотропией T . и не очень высокой T ., обнаруживают спайность, т. е. способность раскалываться при ударе по вполне определенным граням (каменная соль, кальцит, слюда, гипс, флюорит). Грани спайности являются гранями наименьшей T . От T . в собственном смысле этого слова (склерометрич. T .) необходимо от-

личать величины, называемые T . в терминологии: T . по Бринелю, T . по Шору, Герберту и т. д. Эти величины не связаны непосредственно со склерометрич. T . и измеряют совокупность пластических (T . по Бринелю) и упругих (T . по Шору) свойств данного твердого тела. Возникающая при этом путаница в определениях весьма вредна и ведет к дискредитированию представления о T . как об определенной физич. величине в широких технич. кругах, приводя иногда к абсурдам (T . каучука по Шору—по отскокиванию шарика, определяемая только модулем упругости материала, выше T . некоторых сортов стали). Понятно, что пластич. и упругие свойства твердых тел, определяясь так же, как и склерометрич. T ., характером молекулярных сил, действующих в данном теле—его молекулярно-силовым полем,—м. б. приведены с этой последней в определенную зависимость, по крайней мере для определенного класса тел, что и объясняет иногда наблюдаемый параллелизм склерометрич. T ., т. е. истинной T . и T . по Бринелю. T . зависит не только от природы самого твердого тела, но и от окружающей среды, возрастая с увеличением разности полярностей, т. е. поверхностной энергией на границе твердое тело—среда (см. *Полярность*). При *адсорбции* (см.) поверхностью твердого тела веществ, содержащихся (растворенных) в окружающей среде, T . тела всегда понижается, т. е. диспергируемость его увеличивается, облегчается его перевод в дисперсное (измельченное) состояние вплоть до коллоидно-дисперсного (облегчение механич. диспергирования адсорбционными слоями, переходящее в пептизацию тела при адсорбции). Являясь мерой свободной поверхности энергии твердого тела, T . измеряет интенсивность междумолекулярных сил, не компенсированных на поверхности. Поэтому чем больше различие в междумолекулярных силах на границе твердое тело—окружающая среда, чем больше разность полярностей (см. *Полярность*, *Поверхностное натяжение*, *Капиллярные явления*), тем больше T .—поверхностная прочность тела. Следовательно T . должна, вообще говоря, возрастать с уменьшением растворимости тела в данной среде или с уменьшением его летучести. Действительно наиболее твердыми являются наименее летучие, напр. наиболее тугоплавкие, или наименее растворимые тела.

Рассматривая влияния физико-химич. природы внешней среды на T . данного тела, мы должны вывести T . из числа вопросов, изучаемых одной механикой (сопротивление материалов), и рассматривать проблему T . в качестве одной из важнейших проблем физико-химии—дисперсных систем. Такой метод рассмотрения приводит к важному результату, заключающемуся в том, что, как мы уже указывали, при адсорбции на поверхности твердого тела из окружающей его среды T . должна всегда понижаться вместе с понижением его свободной поверхностной энергии. Термодинамически необходимость такого понижения вытекает из ур-ня Гиббса, являющегося следствием II закона термодинамики. Для малых концентраций c адсорбирующегося вещества

$$-\frac{\partial \sigma_{12}}{\partial c} \cdot \frac{c}{RT} = \Gamma,$$

где Γ —адсорбция вещества в моль/см² (см. *Поверхностное натяжение*). В настоящее время экспериментально доказано (Рейндер и Калиновская) [2], что поверхностно-активные

вещества, т. е. вещества, адсорбирующиеся на данной поверхности, своим присутствием в окружающей среде, напр. в растворенном состоянии, всегда вызывают понижение T тела, облегчая работу его диспергирования, проапарывания и т. д. С ростом концентрации понизителя T падает параллельно возрастанию адсорбции сначала линейно, а затем приближается к предельному наименьшему значению, отвечающему полному насыщению адсорбционного слоя ориентированными молекулами поверхностно-активного вещества (см. *Адсорбция*). Для достижения наибольшего понижения T с данным понизителем должны применяться растворы его в той жидкой среде, из которой адсорбция идет наиболее интенсивно. Для гидрофильных тел (см. *Смачивание, Флотация*)—стекло, многие минералы (гипс, кальцит)—адсорбция идет сильнее всего из неполярных жидкостей (углеводородов, напр. из минеральных масел, керосина, бензола). Гидрофобные же тела (угли, графит, сульфиды) адсорбируют значительно сильнее из водных растворов. Соответственно этому полярные понизители T разделяются на три класса: применяемые в углеводородных средах—олеиновая и стеариновая к-ты, канифоль, терпентин; применяемые в водной среде—мыла, желчь, некоторые красители, напр. ализаринрот. К третьему классу относятся понизители, растворимые как в водной, так и в углеводородной средах, напр. камфора, некоторые жирные и нафтенные к-ты, растворимые, хотя и мало, в воде, напр. продукты окисления парафина и нефтяных масел. Все это позволяет выработать рецептуру для наиболее значительного понижения T по отношению к данному процессу диспергирования, напр. шлифование, сверление, фрезание или помол (истирание), с целью облегчить и ускорить механич. обработку. Эмпирич. рецептуры, известные напр. в металлообработке под названием с мазы ваю щих, или о х л а ж д а ю щ их, ж и д к о с т ей, в действительности несомненно основаны на понижении T адсорбционными слоями. Таково действие водных растворов мыла и минеральных масел со специальными добавками полярных примесей (сверлильные масла, фрезволи). При понижении T повышается и степень дисперсности получаемого при механич. обработке (при диспергировании) продукта (напр. суспензии). Облегчением диспергирования объясняется наблюдаемое еще Гурвичем потемнение минеральных масел, служащих для смазки трущихся металл. частей, при добавлении к ним полярных примесей, увеличивающих при адсорбции количество металла, диспергируемого при трении. Механизм понижения T адсорбционными слоями сводится к ослаблению сил, связывающих поверхностные частицы твердого тела, «отвлекаемые» на адсорбцию. Поэтому в присутствии адсорбционных слоев на поверхности начинают возникать микротрещины при меньших усилиях, и дальнейшее расширение уже имеющихся и вновь образованных трещин требует меньшей затраты работы (надо считать, что по мере расширения трещины молекулы поверхностно-активного вещества проникают вглубь ее и адсорбируются на вновь образующейся поверхности).

Лит.: 1) Кузнецов В., Физика твердого тела, Томск, 1932 (дана библиография); 2) Ребиндер П. и Калиповская Н., «Журнал технич. физики», Л., 1932, т. 2, 7—8, стр. 726; Миневич Н., «ЖРМО», 1911, стр. 660, 731; Ребиндер П., в книге, Наумов В., Химия коллоидов, 3 изд., глава 9, Л., 1932; Rebin-

der P., «Ztschr. f. Physik», B., 1931, p. 191; Robin L. F., «Revue de metallurgie», 1911, p. 47; Winkelmann; Handbuch d. Physik, 2 Aufl., B. 1, p. 597, 859, Lpz., 1908. Reiss A. u. Zimmermann, «Ztschr. f. phys. Chemie», Lpz., 1922, B. 102, p. 298; Smekal A., Handb. d. physikalischen u. technischen Mechanik, hrsg. v. F. Auerbach u. W. Hort, B. 4, Hälfte 2, Lpz., 1931; Benedicks C., «Ann. d. Physik», Lpz., 1913, B. 42, p. 146; Griffiths A., «Philosophical Transactions of the Royal Society», L., 1920, v. 221 A, p. 163.

П. Ребиндер.

Т. металлов. В заводской практике T обычно считают сопротивлением металла проникновению извне. Большинство приборов для определения T основано на последнем принципе.

Теория и Т. Основной причиной T металлов, так же как и прочности их, надо считать абсолютное сцепление атомов. При деформации металлов не происходит одновременного разрыва всех атомных связей: разрыв последних происходит постепенно, чем и объясняется низкая практич. T и прочность металлов в сравнении с теоретической, вычисленной на основании суммирования всех сил сцепления атомов. Деформация металлов происходит по плоскостям легчайшего скольжения с плотным размещением атомов. Все, что препятствует этим скольжениям, увеличивает T металлов; этот принцип, известный как препятствие (интерференция) скольжениям, был выдвинут в свое время Джеффрисом и Арчером и получил признание среди громадного большинства металл. ученых. Однако по вопросу о самой природе интерференции скольжениям мнения исследователей металлов самые разнообразные. Одни главной причиной увеличения T , т. е. интерференции скольжениям у металлов и сплавов после термич. или после холодной обработки, считают искажение их кристаллич. решетки, другие—присутствие мельчайших твердых частиц, состоящие перенасыщенного твердого раствора и мелкозернистость, наконец третьи повышение T объясняют внутренними напряжениями и т. д. Действительно очень многие сплавы металлов увеличивают свою T благодаря выделению после закалки в процессе старения из твердого раствора мельчайших частиц твердого компонента, к-рые можно рассматривать как шипы, механически противодействующие движению вдоль плоскостей легчайшего скольжения и в состоянии т. н. критического рассеяния из твердого раствора придающие ему наибольшую T . В сталях таким твердым компонентом является Fe_3C или более сложные карбиды, вследствие чего после закалки стали старение (выдержка или отпуск при низкой t°) увеличивает ее T . Старение известных дуралюминов и большое увеличение их T при этом объясняются выделением из твердого раствора твердых частиц $CuAl_2$ и Mg_2Si . У сплавов меди с бериллием или с кремнием и никелем или с железом или чистого железа с молибденом при старении T также увеличивается благодаря выделению мелких твердых частиц. T же самих частичек межметаллич. компонентов во всех вышеперечисленных случаях объясняется большой сложностью их кристаллич. решеток по сравнению с решетками чистых металлов и твердых растворов, большими силами притяжения между несходными атомами и невозможностью их взаимного обмена в решетке. Т. о. ясно, что многие сплавы твердеют при старении, однако для этого необходимо, чтобы они были твердыми растворами с ограниченной растворимостью, и кроме того должна существовать достаточная разница между их точкой плавления и t° , при к-рой начи-

нается выделение твердых частиц из раствора. Увеличение T сплавов многими современными металлами объясняется также состоянием перенасыщенного раствора, у которого между соседними атомами силы сцепления больше. T вследствие мелкозернистости объясняется изменением направления плоскостей скольжения от зерна к зерну; если агрегат мелкозернист, то благодаря резким изменениям ориентации его зерен образование сплошной плоскости скольжения затрудняется, что препятствует скольжениям. Искажение решетки, вызывающее изгибы на кристаллографич. плоскостях, также препятствует скольжениям.

Методы испытания T металлов. За последнее время испытание T металлов получило громадное распространение на заводах благодаря простоте, точности и удобству целого ряда методов испытания для целей массового заводского контроля сырья, полуфабрикатов в разных стадиях производства и готовых изделий. Вместе с тем и научные лаборатории очень часто пользуются разными методами испытания T , включая и самые сложные. В настоящее время известны следующие приборы для определения T металлов, основанные на принципе проникновения: Бринеля, Виккерса, Роквелла, и многочисленные подражания им — фирт, тестор, дуrometer, монотрон. Интересным с теоретич. стороны является маятниковый прибор Герберта, позволяющий измерять четыре вида T , в том числе и T проникновения. Еще известны методы определения T проникновения паразитом (способ Мартенса) и появившийся в самое последнее время метод снятия микроскопич. стружки. Кроме того можно определять T металлов по T отскока и вмятин; для этого служат прибор Шора, дуrometer Совера и контроль стальных закаленных шариков по отскокаванию их от плиты. Несколько особняком среди приборов для испытания металлов на T стоит дождевой прибор Герберта, определяющий T сразу по всей поверхности и позволяющий повышать T изделий путем их холодного наклепа.

Метод Бринеля основан на вдавлении очень твердого шарика в испытываемый материал. T по Бринелю численно равна величине нагрузки на шарик в кг, разделенной на площадь поверхности отпечатка в мм². Она вычисляется по ф-ле:

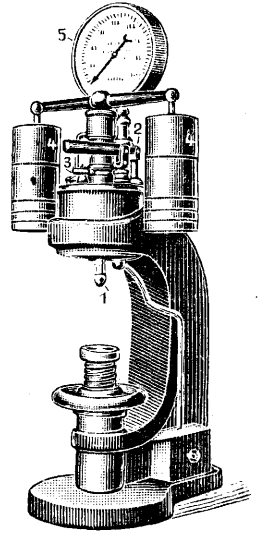
$$H = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})},$$

где H — T по Бринелю, P —нагрузка на шарик, D —диам. шарика и d —диам. остающегося отпечатка. T по Бринелю принято писать в виде отвлеченного числа. Приборы Бринеля строят разных типов как с гидравлич., так и с механич. приводом; измерение нагрузки может производиться самыми разнообразными способами: манометрами, рычажными весами, маятниковым динамометром и т. д.

На фиг. 1 изображен оригинальный масляный пресс Альфа для определения T по Бринелю, где 1—шарик из твердой закаленной стали, сменный, 2—насос для накачивания масла в гидравлич. цилиндр, 3—кляпан, сообщающий гидравлич. цилиндр с атмосферой, 4—предохранительные (контрольные) грузы, поднимающиеся при достижении обусловленной нагрузки и указывающие ее, 5—манометр, измеряющий давление шарика на испытываемый материал. В последнее время из америк. за-

для массового контроля изделий применяют гидравлические прессы Бринеля с приводом от электромотора большой производительности.

В прессах Бринеля обычно диаметр шарика равен 10 мм, а нагрузка для стали и чугуна берется равной 3 000 кг; для материала толщиной 6—3 мм применяется шарик диам. 5 мм и нагрузка в 750 кг; для мягких материалов применяют нагрузки в 3 и даже в 12 раз меньше. Шарик изготовляется из самой твердой закаленной и наклепанной стали, а за последнее время появились шарики для определения T по Бринелю из твердых металлов, содержащие большие количества карбида вольфрама («видиа» и пр.). Перед испытанием поверхность испытываемого материала зачищается напильником или наждачным кругом.



Фиг. 1.

Расстояние отпечатка от края образца д. б. достаточным, чтобы не было выпучивания края. Нагрузка при испытании прилагается постепенно в течение 10—15 сек. и выдерживается при очень мягких материалах и при исследовательской работе в течение 30 сек., а при заводских массовых испытаниях и материалах с T выше 150 по Бринелю—10 сек. При работе необходимо следить, чтобы нагрузка прикладывалась к образцу строго нормально; в случае испытания кривых поверхностей на них надо сделать запил гладкой плоскости. Диаметр отпечатка рекомендуется измерять с точностью до 0,05 мм при помощи (маленького) измерительного микроскопа (с электрич. лампочкой). Для самых точных работ в условиях лабораторной работы при измерении диаметров отпечатков с точностью до 0,01 мм применяют измерительные микроскопы с внешней шкалой. В их поле зрения T о. шкалы не видно, но сам микроскоп передвигается посредством микрометрич. винта, и видимая в поле зрения нить м. б. установлена сначала на один, а потом на другой край отпечатка. Диаметр отпечатка берется отсчетом по микрометрич. винту.

Ниже в табл. 1 приведены числа твердости по Бринелю в зависимости от диаметра отпечатка при нагрузках 750 кг для шарика диам. 5 мм и 3 000 кг для шарика диам. 10 мм.

Прибор Польди. Наиболее распространенным в СССР простым прибором для определения T по Бринелю является аппарат Польди, к-рый настолько портативен, что удобно помещается в кармане. Испытание на нем производится при помощи шарика 1 (фиг. 2); диам. шарика 10 мм. Аппарат ставится на испытываемую поверхность этим шариком; поверхность предварительно д. б. зачищена напильником или наждачным кругом. Затем по верхней выступающей части шпинделя 2 производят сильный удар молотком; удар должен быть возможности строго центральным. Шарик 1 производит отпечаток на испытываемом материале и кроме того на призматич. бруске 3, к-рый вкладывается между шариком и нижним кон-

Табл. 1.—Числа твердости по Бринелю.

| Ø отпечатка, мм | H _{Br,750} | Ø отпечатка, мм | H _{Br,750} | Ø отпечатка, мм | H _{Br,750} |
|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| 1,25 | 601 | 1,65 | 341 | 2,05 | 217,3 |
| 1,30 | 555 | 1,70 | 321 | 2,10 | 205,6 |
| 1,35 | 514 | 1,75 | 302 | 2,15 | 196,5 |
| 1,40 | 477 | 1,80 | 285 | 2,20 | 187,2 |
| 1,45 | 441 | 1,85 | 239,2 | 2,25 | 178,5 |
| 1,50 | 415 | 1,90 | 255,0 | 2,30 | 170,4 |
| 1,55 | 388 | 1,95 | 241,8 | 2,35 | 162,8 |
| 1,60 | 363 | 2,00 | 228,9 | 2,40 | 156,0 |

| Ø отпечатка, мм | H _{Br,3000} | Ø отпечатка, мм | H _{Br,3000} | Ø отпечатка, мм | H _{Br,3000} |
|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|
| 2,45 | — | 149,0 | 3,00 | 415 | 95,5 |
| 2,50 | 602 | 142,5 | 3,05 | 401 | 92,0 |
| 2,55 | 578 | 136,5 | 3,10 | 388 | 88,5 |
| 2,60 | 555 | 130,5 | 3,15 | 375 | 85,1 |
| 2,65 | 534 | 125,6 | 3,20 | 363 | 82,5 |
| 2,70 | 515 | 120,8 | 3,25 | 352 | 79,5 |
| 2,75 | 495 | 115,5 | 3,30 | 341 | 76,5 |
| 2,80 | 478 | 111,0 | 3,35 | 330 | 74,1 |
| 2,85 | 461 | 107,1 | 3,40 | 321 | 71,6 |
| 2,90 | 444 | 103,0 | 3,45 | 311 | 69,0 |
| 2,95 | 429 | 99,0 | 3,50 | 302 | 66,8 |

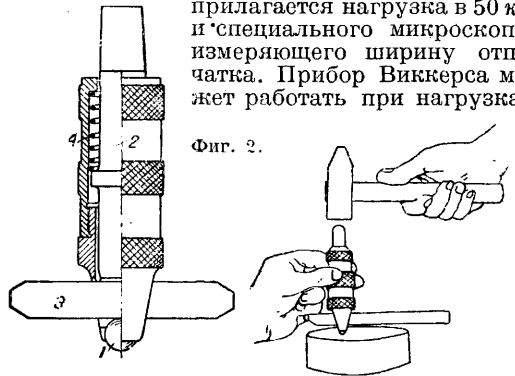
| Ø отпечатка, мм | H _{Br,3000} | Ø отпечатка, мм | H _{Br,3000} | Ø отпечатка, мм | H _{Br,3000} |
|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|
| 3,55 | 298 | 4,70 | 163 | 5,85 | 101 |
| 3,60 | 285 | 4,75 | 159 | 5,90 | 99,2 |
| 3,65 | 277 | 4,80 | 156 | 5,95 | 97,3 |
| 3,70 | 269 | 4,85 | 152 | 6,00 | 95,5 |
| 3,75 | 262 | 4,90 | 149 | 6,05 | 93,7 |
| 3,80 | 255 | 4,95 | 146 | 6,10 | 92,0 |
| 3,85 | 248 | 5,00 | 143 | 6,15 | 90,3 |
| 3,90 | 241 | 5,05 | 140 | 6,20 | 88,7 |
| 3,95 | 235 | 5,10 | 137 | 6,25 | 87,1 |
| 4,00 | 229 | 5,15 | 134 | 6,30 | 85,5 |
| 4,05 | 223 | 5,20 | 131 | 6,35 | 83,9 |
| 4,10 | 217 | 5,25 | 128 | 6,40 | 82,5 |
| 4,15 | 212 | 5,30 | 126 | 6,45 | 81,0 |
| 4,20 | 207 | 5,35 | 123 | 6,50 | 79,6 |
| 4,25 | 201 | 5,40 | 121 | 6,55 | 78,1 |
| 4,30 | 197 | 5,45 | 118 | 6,60 | 76,8 |
| 4,35 | 192 | 5,50 | 116 | 6,65 | 75,4 |
| 4,40 | 187 | 5,55 | 114 | 6,70 | 74,1 |
| 4,45 | 183 | 5,60 | 111 | 6,75 | 72,8 |
| 4,50 | 179 | 5,65 | 109 | 6,80 | 71,6 |
| 4,55 | 174 | 5,70 | 107 | 6,85 | 70,2 |
| 4,60 | 170 | 5,75 | 105 | 6,90 | 69,1 |
| 4,65 | 167 | 5,80 | 103 | 6,95 | 68,0 |

H_{Br,750}—Т. при P=750 кг и шарике диаметром в 5 мм; H_{Br,3000}—Т. при P=3 000 кг и шарике в 10 мм.

цом шпинделя 2. От выпадения брусок 3 удерживается пружиной 4. Брусок является эталоном известной Т., обычно ок. 200 по Бринелю. Имея от одного и того же удара два отпечатка—на таком эталоне с известной Т. и на испытуемом материале, мы определяем искомую Т. материала путем сравнения диаметров этих отпечатков. К прибору приложены таблицы, к-рые дают Т. по Бринелю соответственно диаметру отпечатка на испытуемом материале и отпечатка на эталоне. Измерение диаметра отпечатка при работе с прибором Польди производится простой маленькой измерительной лупой.

Прибор Виккерса подобно прибору Бринеля измеряет Т. проникновения. Алмазная пирамида с углом в 136° в вершине производит под нагрузкой в 50 кг отпечаток на испытуемом материале; ширина полученного отпечатка измеряется специальным микроскопом, монтированным на приборе, и по ней в специальных таблицах находится Т., к-рая там же пере-

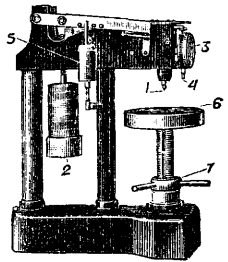
водится в числа Т. по Бринелю. Прибор Виккерса состоит из следующих важнейших частей: алмазной пирамиды, стола, на к-рый кладется испытуемый образец, рычага, с помощью к-рого прилагается нагрузка в 50 кг, и специального микроскопа, измеряющего ширину отпечатка. Прибор Виккерса может работать при нагрузках



Фиг. 2.

10—100 кг; поэтому при нагрузках, меньших стандартной (в 50 кг), на нем можно измерить Т. очень тонкого материала (до 0,15 мм толщиной). Прибор Виккерса очень удобен для испытания Т. цементированных и особенно нитрированных изделий. Для испытания Т. шестерен Виккерс выпустил специальное приспособление.

Прибор Роквелла определяет Т. по глубине проникновения стального шарика диаметром 1,59 мм ($1/16''$) или алмазного конуса с углом 120° в испытуемый материал при определенных постоянных условиях. Общий вид прибора Роквелла, модель 3 Н, изображен на фиг. 3, где 1—шарик или конус, 2—груз, который через систему рычагов производит давление на шарик, равное 100 кг или после соответствующей добавки при применении алмазного конуса 150 кг, 3—индикатор, показывающий глубину проникновения шарика или конуса, 4—штифт индикатора, указывающий на сжатие пружины и приложение предварительной нагрузки



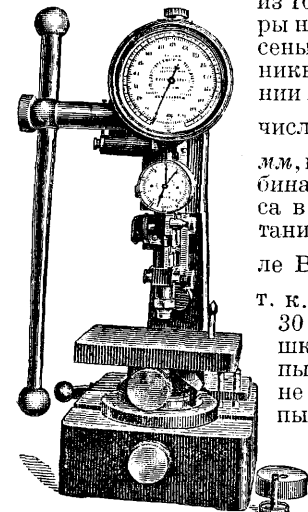
Фиг. 3.

около 10 кг, 5—масляный тормоз для регулировки скорости приложения нагрузки, 6—стол для испытуемого образца, 7—маховичок подъемного винта. Испытуемый образец или деталь помещается на специальную подставку; имеются специальные подставки для плоских и круглых образцов. Образец легким вращением маховичка 7 подъемного винта приводится в соприкосновение с шариком или с конусом 1. Потом вращением того же маховичка образец прижимается к шарiku или конусу до тех пор, пока канавка на штифте 4 индикатора не достигнет края своей внешней втулки. Затем, не обращая внимания на эту канавку, надо смотреть на стрелку циферблата индикатора 3. Дальнейшим более осторожным вращением маховичка стрелку индикатора приводят в вертикальное положение. При обычной работе допустимо отклонение стрелки вправо или влево от вертикали на 5 делений. Совпадение канавки штифта индикатора с краем ее втулки и вертикальное с допуском отклонением в ±5 делений положение стрелки индикатора показывают, что образец прижат к шарiku или конусу т. н. предварительной нагрузкой ок. 10 кг. Теперь производится установка цифер-

блата индикатора вращением его до тех пор, пока стрелка не совпадет с пометкой «Set», соответствующей делениям С—0, В—30. На циферблате индикатора имеются две шкалы. Одна применяется для испытаний с помощью шарика $\varnothing 1,59$ мм ($1/16''$) при нагрузке 100 кг и нанесена красными цифрами с буквой В (Ball) впереди, вторая—для испытаний алмазным конусом при нагрузке в 150 кг и нанесена черными цифрами с буквой С (Cone) впереди. После установки циферблата по «Set» поворотом боковой рукоятки, имеющейся в верхней части прибора, приводится в действие система рычагов с соответствующим грузом и достигается приложение основной нагрузки в 100 кг для шарика $\varnothing 1,59$ мм ($1/16''$) и 150 кг для алмазного конуса. Скорость приложения основной нагрузки (5—7 ск.) регулируется масляным тормозом, к-рый кроме того служит для устранения ударов. После приложения основной нагрузки поворотом той же рукоятки вверх прибора основная нагрузка снимается, а предварительная остается, и по циферблату индикатора берется отчет Т. для шарика по шкале В, а для конуса по шкале С, после чего прибор окончательно разгружается и образец снимается.

Т. по Роквеллу измеряется по глубине вдавливания шарика или конуса в испытуемый металл. Чем меньше вдавливание, тем выше Т. по Роквеллу. Значение одного деления шкалы Роквелла является чисто условной величиной и соответствует глубине проникновения шарика или конуса на 0,002 мм. Вся шкала состоит из 100 таких делений. Цифры на шкале прибора нанесены обратно глубине проникновения. При испытании конусом Т. по шкале С численно равна $100 - \frac{h}{0,002}$ мм, где h —остаточная глубина проникновения конуса в материал. При испытании шариком Т. по шкале В будет $130 - \frac{h}{0,002}$ мм,

т. е. шкала В смещена на 30 единиц в сравнении со шкалой С. Толщина испытуемого материала д. б. не менее 0,5 мм при испытании шариком и 0,8 мм при испытании алмазным конусом. Материалы тверже В 112 должны испытываться алмазным конусом; материалы мягче С 20 должны испытываться стальным закаленным шариком.



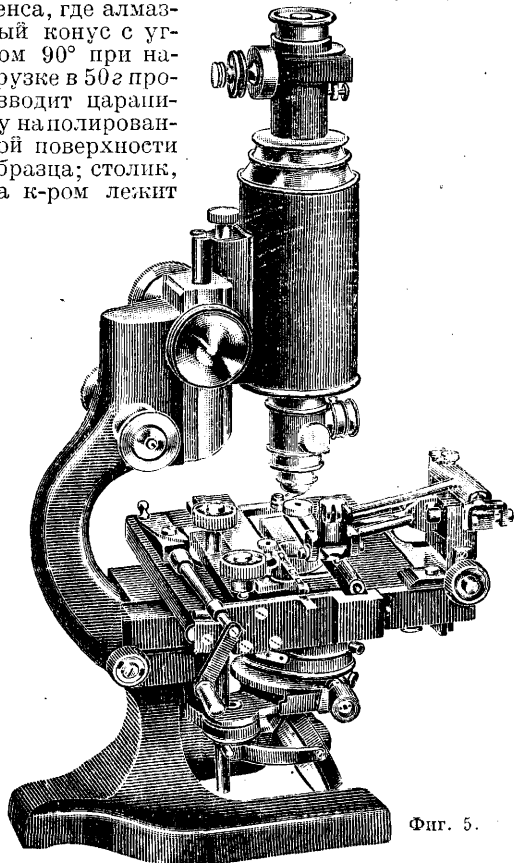
Фиг. 4.

Успешное распространение на 3-дах приборов Роквелла и Виккерса вызвало целый ряд подражаний: в Германии появился прибор тестор, измеряющий Т. по вдавливанию алмазного острья, в Швеции появился прибор д у р о м е т р, измеряющий Т. как по Роквеллу, так и по Бринелю, и т. д.

М о н о т р о н Ш о р а (фиг. 4) измеряет Т. проникновения. При испытании им в материал вдавливается алмаз со сферич. концом, диаметр закругления его равен $3/8$ мм. Глубина проникновения измеряется индикатором. Прибор также измеряет и нагрузку, приложенную к сфере; приложение нагрузки производится руч-

ным рычагом. Монотрон может измерять Т. по измерению глубины проникновения при постоянной нагрузке, а равно и Т. по измерению нагрузки, необходимой для проникновения алмаза на постоянную глубину. Это прибор новый и большого распространения в лабораториях СССР пока еще не получил.

Метод царапания. Испытание на Т. по этому методу производится на приборе Мартенса, где алмазный конус с углом 90° при нагрузке в 50г производит царапину на полированной поверхности образца; столлик, на к-ром лежит



Фиг. 5.

образец, для образования на последнем царапины передвигается с помощью микрометрич. винта. О Т. судят по ширине царапины, которая измеряется на металлографич. микроскопе. Часто при этом способе из-за неровных (рваных) краев черты невозможно получить надежных результатов, и широкого распространения не только в заводских, но и в научных лабораториях этот способ не получил.

Методы снятия микроскопической стружки. Общий вид микрохарактеризатора—прибора, изобретенного Вирбаумом для определения Т. по измерению ширины следа от снятой микроскопич. стружки,—изображен на фиг. 5. Это—микроскоп, на предметном столике к-рого помещается испытуемый образец. Здесь же находится алмаз, укрепленный на пружине и нагруженный стандартной нагрузкой. Режущие острья алмаза отшлифованы в виде угла куба. Вращая рукоятку предметного столика и передвигая образец при помощи микрометрич. винта, с поверхности образца снимают стружку, измеряют ее ширину и вычисляют по ф-ле $k = \lambda^2 \cdot 10^4$, где k —число микротвердости, λ —ширина следа снятой стружки в μ . На фиг. 6 изображена кривая, построенная по этой ф-ле. Способ микростружки осо-

звонкого устройства призматич. контактом 2. Момент соприкосновения очень хорошо определяется по изменению звука, издаваемого этим вибрирующим контактом, т. к. в момент соприкосновения замыкание тока прекращает его колебания.

Соотношения между различными видами Т. Это соотношение не м. б. одинаковым для всех материалов, т. к. даже приборы, основанные на проникновении, меряют Т. разными способами. Особенно это справедливо для крупнозернистых материалов с неоднородной структурой, например из крупных зерен мягкого феррита и твердого перлита. Прибор Бринеля при большом шарике, 10 мм в диам., измеряет макротвердость, т. е. среднюю Т. нескольких зерен; приборы же Виккерса, Роквелла и пр. с очень маленьким шариком или острием измеряют микротвердость одного мягкого или одного твердого зерна, и результаты измерений будут совсем другие, чем на прессе Бринеля. Что касается прибора Герберта, то здесь результаты измерений зависят не только от остаточной деформации, но и от упругой, и поэтому Т. по существу другого характера. Приборы, основанные на отскакивании, меряют также совершенно другой вид Т., чем основанные на проникновении. То же справедливо и относительно приборов, действующих на принципе царапания и снятия микростружки. Ниже приведена табл. 2, дающая соотно-

Табл. 2.—Соотношения между твердостями по Роквеллу С, склероскопу Шора и Бринелю.

| Роквелл С | Склероскоп Шора | Бринель, 3 000 кг | Роквелл С | Склероскоп Шора | Бринель, 3 000 кг |
|-----------|-----------------|-------------------|-----------|-----------------|-------------------|
| — | — | — | 37 | 50 | 347 |
| — | — | — | 38 | 51 | 357 |
| — | — | — | 39 | 52 | 367 |
| 10 | 29 | 183 | 40 | 53 | 377 |
| 11 | 29 | 186 | 41 | 54 | 387 |
| 12 | 29 | 190 | 42 | 56 | 398 |
| 13 | 30 | 193 | 43 | 57 | 408 |
| 14 | 30 | 197 | 44 | 58 | 419 |
| 15 | 30 | 201 | 45 | 59 | 430 |
| 16 | 31 | 203 | 46 | 61 | 442 |
| 17 | 32 | 210 | 47 | 62 | 453 |
| 18 | 32 | 215 | 48 | 63 | 464 |
| 19 | 33 | 220 | 49 | 65 | 476 |
| 20 | 33 | 225 | 50 | 66 | 488 |
| 21 | 34 | 230 | 51 | 67 | 500 |
| 22 | 35 | 235 | 52 | 69 | 512 |
| 23 | 36 | 241 | 53 | 70 | 524 |
| 24 | 36 | 247 | 54 | 71 | 536 |
| 25 | 37 | 253 | 55 | 73 | 548 |
| 26 | 38 | 259 | 56 | 74 | 561 |
| 27 | 39 | 265 | 57 | 76 | 574 |
| 28 | 40 | 272 | 58 | 77 | 587 |
| 29 | 41 | 277 | 59 | 78 | 600 |
| 30 | 42 | 283 | 60 | 80 | 613 |
| 31 | 43 | 294 | 61 | 81 | 627 |
| 32 | 44 | 301 | 62 | 82 | — |
| 33 | 45 | 309 | 63 | 84 | — |
| 34 | 46 | 318 | — | — | — |
| 35 | 47 | 327 | — | — | — |
| 36 | 48 | 337 | — | — | — |

шения между Т. по Роквеллу С, склероскопу Шора и Бринелю (3 000 кг); цифры ее рекомендованы проф. Муром, Петренко и Коудреем для Америк. об-ва обработки стали. Эта табл. может применяться ко всем простым углеродистым, никелевым, хромоникелевым, хромомолибденовым, хромистым и хромованадиевым сталям с однородными структурой, составом и термич. обработкой. К быстрорежущим сталям и высокохромистым нержавеющей, также как и к цветным металлам, она применяться не должна. Кроме того для перевода Т. по Роквеллу В и С

в Т. по Бринелю существуют ф-лы Петренко. В них означают: BN —число Т. по Бринелю; Rb —по Роквеллу В; Rc —по Роквеллу С.

$$BN = \frac{7\ 300}{130 - Rb}$$

для всех Rb от 35 до 100;

$$BN = \frac{1\ 420\ 000}{(100 - Rc)^2}$$

для всех Rc от 20 до 40;

$$BN = \frac{25\ 000}{100 - Rc}$$

для всех Rc выше 40.

Для перевода Т. по Герберту в Т. по Бринелю Герберт рекомендует следующие ф-лы (в них означают T —число Т. по времени по Герберту при стальном шарике диам. в 1 мм и D —при алмазной сфере в 1 мм): $BN = 0,36 T$ при $T < 28$; $BN = 10 T$ при $T > 28$; $BN = 13,5 D$ для твердой закаленной стали.

Кроме соотношений между различными видами Т. существуют еще зависимости между Т. и другими механич. свойствами металлов. В табл. 3 приведена зависимость между числами Т. по Бринелю и временным сопротивлением на разрыв для простой незакаленной углеродистой стали. Сложные стали, напр. хромоникелевые, при той же Т. имеют временное сопротивление несколько выше.

Табл. 3.—Зависимость между твердостью по Бринелю и временным сопротивлением на разрыв для простой незакаленной углеродистой стали.

| Т. по Бринелю, H_{Br} | Врем. сопротив. на разрыв, $кг/мм^2$ | Т. по Бринелю, H_{Br} | Врем. сопротив. на разрыв, $кг/мм^2$ |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 280 | 100 | 170 | 61 |
| 270 | 97 | 160 | 58 |
| 260 | 94 | 150 | 54 |
| 250 | 90 | 140 | 50 |
| 240 | 86 | 130 | 47 |
| 230 | 83 | 120 | 43 |
| 220 | 79 | 110 | 40 |
| 210 | 75 | 100 | 36 |
| 200 | 72 | 90 | 32 |
| 190 | 68 | 80 | 29 |
| 180 | 65 | — | — |

Обычно считается для углеродистой стали: врем. сопротив. на разрыв $= H_{Br} \times 0,36$ $кг/мм^2$ вдоль волокна и $H_{Br} \times 0,311$ $кг/мм^2$ —поперек волокна.

Характеристика и выбор различных методов испытания Т. Наиболее распространенным, в особенности для испытания незакаленной стали и серого чугуна в заводских условиях, является прибор Бринеля благодаря своей простоте и большой надежности в работе. Его большой шарик (10 мм), как уже было упомянуто, меряет среднюю Т. и поэтому является незаменимым для материалов с неоднородной структурой. К сожалению испытание закаленных сталей с Т. выше 400 не дает достаточно надежных результатов, т. к. сам шарик (из твердой закаленной стали) начинает деформироваться, становится плоским и искажает показания; помимо этого малые отпечатки получаются с неясными границами и точно измерить их диаметр невозможно. К этому надо прибавить, что по способу Бринеля можно испытывать материал толще 3 мм; испытание тонких или цементированных и нитрированных изделий и проволоки на нем производить нельзя. Для этих целей—испытание закаленных или цементированных изделий, а также тонких деталей, листов и проволоки—широко применя-

of the Institute of Electrical Engineers», N. Y., 1914, p. 1543; «Télémechanique», P., 1933. С. Таубман.

ТЕЛЕСКОП, астрономич. инструмент, предназначенный для рассматривания или фотографирования небесных объектов. Т. подразделяются на *рефлекторы* (см.) и *рефракторы* (см.). Основное различие обеих систем этих астрономич. приборов заключается в следующем. Рефрактор имеет обращенный к наблюдаемому на небе предмету *объектив* (см.) с большим фокусным расстоянием, дающий изображение, рассматриваемое затем в *окуляр* (см.). В рефлекторе объектив заменен *параболическим зеркалом* (см.), находящимся на конце трубы, отдаленном от наблюдаемого предмета; даваемое зеркалом изображение рассматривается затем в окуляр.

Лит.: см. Рефлектор и Рефрактор.

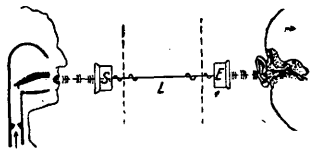
ТЕЛЕТАЙП, *буквопечатющий телеграфный аппарат* (см.), принадлежащий к асинхронным системам, не требующим в отличие от аппаратов Юза или Бодо поддержания синхронизма на передающей и приемной станциях. В Т. механизмы передатчика и приемника не вращаются безостановочно, а перед началом передачи буквы останавливаются на определенной точке. При посылке знаков какой-либо буквы они начинают вращаться с этой точки и, сделав один оборот, на ней же останавливаются. За один оборот передатчик посылет в линию знаки, соответствующие букве, а приемник их примет и отпечатает на ленте в виде буквы. Передача производится путем нажатия клавиш, соответствующих передаваемой букве. Клавиатура такая же, как у пишущей машинки. Прием осуществляется путем отпечатания букв на ленте. Телеграфный код—пятизначный, подобный азбуке Бодо. Производительность Т. в среднем 240 знаков в мин. (выше аппарата Юза или одного сектора Бодо на 30%). Впервые Т. сконструирован в США. В СССР Трестом з-дов слабого тока (теперь ВЭСО) построен советский Т. сист. инж. Шорина.

ТЕЛЕФОН, см. *Телефонные аппараты*.

ТЕЛЕФОННАЯ ВЫСОКАЯ ЧАСТОТА, см.

Электротехника слабых токов.

ТЕЛЕФОННАЯ ПЕРЕДАЧА. Теория телефонной передачи, обобщение явлений и законов по восприятию речи в одном пункте и по ее передаче и воспроизведению в другом пункте, находящемся на определенном



Фиг. 1.

расстоянии от первого, причем передача происходит электрич. путем по проводной линии. До настоящего времени нет объективного средства, которым можно было бы численно оценить одно телефонное сообщение по сравнению с другим; аналогично дело обстоит в вопросе улучшения телефонного сообщения: мы можем улучшить или ухудшить качество сообщения, но выразить это изменение качества численной величиной мы еще не можем. Иначе говоря, нет общепринятой меры качества передачи речи. Чем же это объясняется? Фиг. 1 (S—передатчик, E—приемник, L—линия) представляет схему Т. п. Микрофон преобразовывает звуковые колебания в электрические; на обязанности линии лежит перенос этих колебаний (по возможности неослабленными и неискаженными) к телефону, и наконец телефон имеет

только одно назначение—преобразовать воспринятую электрическую энергию в акустическую, причем требуется, чтобы звуковые волны, воспроизводимые телефоном, ничем не отличались от волн, воспринимаемых микрофоном; в этом случае передачу можно назвать неискаженной. Техника имеет в настоящее время все средства к разрешению этой идеальной задачи. Но чем ближе мы подходим к поставленному идеалу, тем сильнее растут денежные затраты; иными словами: чем качество передачи хуже, тем дешевле устройство сообщения. Поэтому необходимо выяснить, до какой степени мы можем уменьшить стоимость устройства сообщения, т. е. ухудшать качество передачи. Какой же фактор является доминирующим при оценке телефонного сообщения? На этот вопрос имеем лишь один ответ: понятливость (артикуляция), т. е. в какой мере один абонент понимает другого. Поэтому измерение понятливости д. б. положено в основу при оценке телефонного сообщения. Если бы можно было построить «понятливость-метр» наподобие напр. вольтметра, с помощью к-рого измерялась бы понятливость (хотя бы в %), то поставленная задача была бы решена. Но впредь до постройки такого прибора надо идти обходными путями. Если не принимать во внимание того обстоятельства, что один человек поймет с трех слов больше, чем другой после часового объяснения, то измерение понятливости можно производить путем передачи слогов, составленных так, что каждый из них сам по себе не имеет никакого смысла и следовательно не м. б. воспринят по догадке. Для удобства счета искусственные слоги собираются в таблицы по 100 слов, и отношение правильно принятых слогов к общему числу передаваемых м. б. легко выражено в %. Описанным методом был выяснен поставленный выше основной вопрос при проектировании телефонного сообщения: до какого предела телефонное сообщение м. б. ухудшено, причем ответ на этот вопрос дан в косвенной форме, а именно: 1) спектр передаваемых частот должен лежать от $f=300$ до $f=2400$ Hz; 2) полное *затухание* (см.) для средних частот ($f=800$ Hz) всего телефонного сообщения (от микрофона одного абонента до телефона другого) не должно превышать 3,3 непер; 3) разность между величинами полного затухания сообщения (от микрофона одного абонента до телефона другого) для любых двух частот в спектре от $f=500$ до $f=2400$ Hz не должна превышать 2 неперов.

Неперы и децибелы. В теории Т. п. принято выражать отношения двух величин, имеющих одну и ту же размерность, логарифмом этих отношений. На практике пользуются системой и натуральных и десятичных логарифмов. Если дело идет о двух мощностях P_1 и P_2 , то пользуются выражениями:

$$а) \text{ в натуральной системе } \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_2};$$

$$б) \text{ в десятичной системе } 10 \lg \frac{P_1}{P_2}.$$

Если говорят о двух напряжениях V_1 и V_2 или о двух токах I_1 и I_2 , то пользуются выражениями:

$$а) \text{ в натуральной системе } \ln \frac{V_1}{V_2} \text{ или } \ln \frac{I_1}{I_2};$$

$$б) \text{ в десятичной системе } 20 \lg \frac{V_1}{V_2} \text{ или } 20 \lg \frac{I_1}{I_2}.$$

Числа, полученные в результате вычисления по вышеприведенным ф-лам, должны сопровождаться словом «непер» в случае применения натуральной системы и словом «децибел» в случае десятичной системы. Следовательно указания «непер» или «децибел» служат для напоминания о том, какая применена система логарифмов.

Телефонные линии. Постоянные величины, характеризующие линию. Двухпроводная телефонная линия, состоящая из прямого и обратного проводов, имеет четыре постоянные величины, влияющие на передачу разговорного тока, а именно: 1) Омич. сопротивление R_1 1 км линии, измеряемое в Ω , обуславливается размерами и материалом провода; следовательно под величиной R_1 подразумевают омич. сопротивление двух км провода (прямого и обратного). 2) Самоиндукция L одного км линии, измеряемая в Н, обуславливается взаимным расположением, размерами и материалом проводов; следовательно под величиной L подразумевается самоиндукция двух км провода (прямого и обратного). Если обозначить буквами r —радиус провода и a —расстояние между проводами, то для меди, бронзы и алюминия при тональных частотах (примерно до $f = 10\ 000$ Hz)

$$L = \left(9,21 \lg \frac{a}{r} + 1 \right) \cdot 10^{-4}.$$

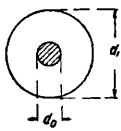
Для $f \geq 10\ 000$ Hz коэф. самоиндукции медных, бронзовых и алюминиевых линий несколько понижается, но весьма незначительно. Для искусственной четырехпроводной линии коэф. самоиндукции определяется по следующей ф-ле:

$$L_4 = \left(2,3 \lg \frac{4 a_{13} a_{14} a_{23} a_{24}}{a_{12} a_{34} d^2} + 0,5 \right) \cdot 10^{-4} \text{ Н/км.}$$

Здесь a_{13} , a_{14} , a_{23} и т. д.—расстояния между проводами 1—3, 1—4, 2—3 и т. д., а d —диам. провода. 3) Емкость C на 1 км линии прямого и обратного проводов по отношению друг к другу, в том смысле, что оба провода можно рассматривать как обкладки конденсатора емкостью C . Величина емкости зависит от размеров проводов, от расстояния между ними и от природы диэлектрика. Если d см—диам. проводов и a см—расстояние между ними, то емкость воздушной двухпроводной линии выразится в Ф/км сл. обр.:

$$C = \frac{10^{-6}}{82,9 \lg \frac{2a}{d}},$$

причем в этой ф-ле предполагается, что a значительно меньше расстояния между проводом и землей. При подсчетах емкости линии необходимо учитывать емкость изоляторов, которая на 1 км линии м. б. принята равной $C_{из.} = 0,0003 \times 10^{-6}$. Для кабелей с достаточной степенью точности можем пользоваться ф-лой:



Фиг. 2.

$$C = \frac{0,0161 \epsilon}{\lg \frac{1,25(2d_1 - d_0)}{d_0}} 10^{-6}.$$

Здесь d_1 и d_0 усматриваются из фиг. 2. Диэлектрическая постоянная ϵ для кабелей с воздушной бумажной изоляцией не является постоянной величиной, а зависит от величины d_1 , что видно из данных, приведенных в нижеследующей таблице:

| d_0 | d_1 | ϵ | d_0 | d_1 | ϵ |
|-------|-------|------------|-------|-------|------------|
| 0,5 | 1,03 | 1,43 | 0,9 | 1,25 | 1,94 |
| 0,6 | 1,15 | 1,53 | 0,9 | 1,76 | 1,27 |
| 0,6 | 1,39 | 1,51 | 1,3 | 2,48 | 1,19 |
| 0,7 | 1,45 | 1,35 | 1,4 | 2,51 | 1,25 |
| 0,8 | 1,39 | 1,45 | 1,4 | 2,04 | 1,21 |
| 0,9 | 1,64 | 1,40 | 1,5 | 2,79 | 1,22 |
| 0,9 | 1,82 | 1,42 | 2,0 | 3,15 | 1,15 |
| 0,9 | 1,88 | 1,36 | 2,0 | 3,09 | 1,11 |

Емкость искусственной четырехпроводной линии вычисляется по следующей ф-ле:

$$C = \frac{0,049 \times 10^{-10}}{\lg \frac{4 a_{13} a_{14} a_{23} a_{24}}{a_{12} a_{34} d^2}}.$$

Здесь a_{13} , a_{14} и т. д.—расстояния между проводами 1—3, 1—4 и т. д., d —диам. провода. 4) Проводимость изоляции A на 1 км линии измеряется в мо (сименсах); ее можно представить, вообразив, что вследствие несовершенства изоляции обоих проводов (прямого по отношению к обратному) на длину одного км линии от одного провода к другому происходит утечка тока; проводимость изоляции равна обратной величине сопротивления изоляции прямого и обратного проводов по отношению друг к другу. Для вычисления проводимости изоляции в мо/км м. б. применены сл. ф-лы: а) для воздушных линий

$$A = 10^{-6} \left(1 + \frac{20}{\sqrt{4 + \frac{10^{11}}{\omega^2}}} \right);$$

б) для кабельных линий (с воздушно-бумажной изоляцией)

$$A = (0,005 \cdot \omega C).$$

На основании изложенного R , L , C и A являются в полном смысле слова постоянными величинами и могут (практически) считаться ими только в спектре тональных частот для воздушных медных, бронзовых и алюминиевых линий. Что касается железных воздушных линий, то необходимо подчеркнуть весьма большую зависимость между R , L и частотой переменного тока.

В табл. 1 приведены значения R и L железных линий при различных диаметрах проводов и при $\omega = 5\ 000$.

Табл. 1.—Значения R и L железных линий при $\omega = 5\ 000$.

| d , мм | Ω * | ar | $\frac{R'}{R}$ | $\frac{\omega L'}{R}$ | $R' \Omega$ | $L' \text{ Н}$ |
|----------|------------|------|----------------|-----------------------|-------------|----------------|
| 3 | 34 | 1,79 | 1,521 | 1,206 | 52 | 0,0082 |
| 4 | 19 | 2,40 | 1,97 | 1,663 | 37 | 0,0063 |
| 5 | 12,5 | 3,00 | 2,40 | 2,10 | 30 | 0,00525 |
| 6 | 9 | 3,58 | 2,80 | 2,50 | 25,5 | 0,0045 |

* Сопротивление постоянному току.

Для частот, лежащих выше $f = 10\ 000$ Hz, можно пользоваться следующей ф-лой:

$$R = \frac{2 \sqrt{\rho l \mu}}{r} \cdot 10^{-4} \text{ } \Omega/\text{км.}$$

Для твердотянутой меди $\rho = 1\ 800$; для железа $\rho = 13\ 500$; для алюминия $\rho = 2\ 800$. Напр. для медной двухпроводной линии с проводами диам. 4 мм при $f = 30\ 000$ Hz получим

$$R = \frac{2 \sqrt{1\ 800 \times 30 \cdot 10^3}}{0,2} \cdot 10^{-4} = 7,35 \text{ } \Omega/\text{км.}$$

Симметричные и несимметричные телефонные линии. Симметричной двухпроводной линией назовем такую, в обеих половинах к-рой R , L , C и A равны между собой. На практике это требование можно считать выполненным, если вся линия является или воздушной или кабельной и если провода на всем протяжении линии сделаны из одного и того же материала, имеют одинаковый диаметр и расположены на одинаковом расстоянии друг от друга; в этом случае линия будет симметричной и однородной. Равным образом симметричной линией будет напр. такая, к-рая состоит

из воздушной линии, к началу и концу к-рой присоединены кабельные линии равной длины (симметричная неоднородная линия). Как пример несимметричной линии можно привести воздушную линию, к-рая одним своим концом переходит в кабельную. Несимметричные линии однородными быть не могут. Ур-ия, определяющие законы, к-рым подчиняются распространение тока и напряжения вдоль проводов, при установившемся режиме имеют следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} V_a &= V_e \frac{e^{\gamma l} + e^{-\gamma l}}{2} + I_e Z \frac{e^{\gamma l} - e^{-\gamma l}}{2} \\ I_a &= I_e \frac{e^{\gamma l} + e^{-\gamma l}}{2} + \frac{V_e}{Z} \frac{e^{\gamma l} - e^{-\gamma l}}{2} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Здесь V_a и I_a —напряжение и сила тока в начале линии, V_e и I_e —напряжение и сила тока в конце линии, $\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(A + j\omega C)}$ —постоянная распространения, $Z = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{A + j\omega C}}$ —волновое сопротивление (характеристика) линии. Ур-ия (1) можно представить иначе, а именно:

$$\left. \begin{aligned} V_a &= \frac{V_e + I_e Z}{2} e^{\gamma l} + \frac{V_e - I_e Z}{2} e^{-\gamma l} \\ I_a &= \frac{V_e + I_e Z}{2Z} e^{\gamma l} - \frac{V_e - I_e Z}{2Z} e^{-\gamma l} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Первый член правой части ур-ий является падающей волной, а второй член—отраженной; ур-ия (2) можно переписать так:

$$\left. \begin{aligned} V_a &= V_n e^{\gamma l} + V_0 e^{-\gamma l} \\ I_a &= \frac{V_n}{Z} e^{\gamma l} - \frac{V_0}{Z} e^{-\gamma l} \end{aligned} \right\}$$

Для какой-либо точки, отстоящей от конца линии на длину x , получим:

$$\left. \begin{aligned} V_x &= V_n e^{\gamma x} + V_0 e^{-\gamma x} \\ I_x &= \frac{V_n}{Z} e^{\gamma x} - \frac{V_0}{Z} e^{-\gamma x} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Волновое сопротивление. Отношение падающей волны напряжения к падающей волне тока и соответственно отношение отраженной волны напряжения к отраженной волне тока является волновым сопротивлением линии; действительно

$$\frac{\frac{V_e + I_e Z}{2} e^{\gamma l}}{\frac{V_e + Z I_e}{2Z} e^{\gamma l}} = Z \quad \text{и} \quad \frac{\frac{V_e - I_e Z}{2} e^{-\gamma l}}{\frac{V_e - Z I_e}{2Z} e^{-\gamma l}} = Z.$$

Преобразуем ур-ие для Z сл. обр.:

$$Z = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{A + j\omega C}} = \sqrt{\frac{RA + \omega^2 LC}{A^2 + \omega^2 C^2}} + j\omega \frac{LA + CR}{A^2 + \omega^2 C^2} = Ze^{-i\varphi_z}.$$

Т. к. для всех существующих линий $LA < CR$, то мнимая часть отрицательна, что указывает на то, что угол φ_z имеет отрицательный знак. Если постоянные линии таковы, что $R < \omega L$ и $A < \omega C$, то приближенно имеем:

$$Z = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{A + j\omega C}} \approx \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Поэтому для воздушных медных, бронзовых и алюминиевых линий

$$Z = 120 \sqrt{\ln \frac{a}{r} \left[\ln \frac{a}{r} + \frac{1}{4} \right]} \Omega,$$

где $2r$ —диам. проводов и a —расстояние между проводами. Напр. для алюминиевой, медной и бронзовой линий при $a = 20$ см $Z = 600; 552; 524$ при $2r$ соответственно равных 3; 4; 5 см. Для кабельных линий, для к-рых $\omega L \ll R$, прибли-

женное значение вычисляется по следующей формуле:

$$Z = \sqrt{\frac{R}{\omega C}} \cdot e^{-j\frac{\pi}{4}}$$

Постоянная распространения γ , километрическое затухание β и угловой измеритель α .

$$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(A + j\omega C)} = \beta + j\alpha,$$

β (километрич. затухание) определяет собой затухание волны тока или напряжения, т. е. уменьшение ее амплитуды на единицу длины линии (на 1 км); α определяет собой фазный угол и скорость распространения волны вдоль линии, причем

$$\beta = \sqrt{\frac{1}{2} [V\omega^2 L^2 + R^2)(\omega^2 C^2 + A^2) - (\omega^2 CL - AR)]}, \quad (4)$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{2} [V(\omega^2 L^2 + R^2)(\omega^2 C^2 + A^2) + (\omega^2 CL - AR)]}. \quad (5)$$

Эти ф-лы м. б. упрощены в зависимости от характера линии. Для воздушных бронзовых, медных и алюминиевых линий, т. е. при $\frac{R}{\omega L} < 1$ и $\frac{A}{\omega C} < 1$,

$$\left. \begin{aligned} \beta &= \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{A}{2} \sqrt{\frac{L}{C}}, \\ \alpha &= \omega \sqrt{LC}. \end{aligned} \right\}$$

Для кабельных линий, т. е. при $\frac{\omega L}{R} < 1$ и $\frac{A}{\omega C} < 1$,

$$\beta = \alpha = \sqrt{\frac{\omega CR}{2}}.$$

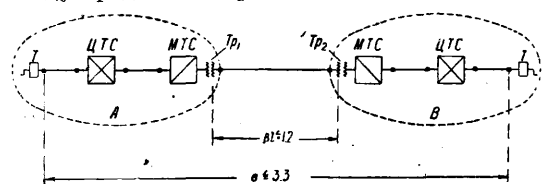
Обозначая $\text{tg } \varepsilon = \frac{R}{\omega L}$ и $\text{tg } \delta = \frac{A}{\omega C}$, можем ур-ия (4) и (5) представить сл. обр.:

$$\left. \begin{aligned} \beta &= \omega \sqrt{LC} \sqrt{\frac{1}{\cos \varepsilon \cdot \cos \delta} \cdot \sin \frac{\varepsilon + \delta}{2}} \\ \alpha &= \omega \sqrt{LC} \sqrt{\frac{1}{\cos \varepsilon \cdot \cos \delta} \cdot \cos \frac{\varepsilon + \delta}{2}} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Т. к. для всех видов линий $\omega C \gg A$, то как для кабельных, так и для воздушных линий получим:

$$\left. \begin{aligned} \beta &= \omega \sqrt{CL} \frac{1}{\sqrt{\text{ctg}^2 \frac{\varepsilon}{2} - 1}}; \quad \alpha = \omega \sqrt{LC} \frac{1}{\sqrt{1 - \text{tg}^2 \frac{\varepsilon}{2}}} \\ Z &= \sqrt{\frac{L}{C}} \cdot \sqrt{\frac{1}{\cos \varepsilon}} \cdot e^{-j\frac{\varepsilon}{2}} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Абсолютное затухание βl . Обычная междугородная телефонная цепь состоит из сле-



Фиг. 3.

дующих составных частей (фиг. 3). В районе города А: 1) Т—телефонный аппарат, 2) ЦТС—центральная телефонная станция, 3) МТС—междугородная телефонная станция, 4) кабельная линия между Т и ЦТС, 5) кабельная линия между ЦТС и МТС и 6) трансформатор Tr_1 . В районе города В имеется то же самое. Междугородная станция в городе А соединяется с междугородной станцией в городе В междугородной телефонной линией, к-рая начинается

от первичных клемм трансформатора Tr_1 и кончается первичными клеммами трансформатора Tr_2 . Полное затухание b между микрофоном одного аппарата и телефоном другого (практически—между телефонными аппаратами) для средних разговорных частот ($\omega = 5000$) не должно превышать: 1) для магистральных линий $b < 3,3$ непера, 2) для второстепенных линий $b < 4,5$ непера. Величина $b = 3,3$ непера распределяется сл. обр.: а) затухание линии $b_x = \beta l$ (называемое абсолютным затуханием) не должно превышать $\beta l = 1,2$ непера, б) затухание междугородной станции не должно превышать $b_m < 0,15$ непера, в) затухание центральной станции не должно превышать $b_y < 0,2$ непера, г) затухание трансформатора не должно превышать $b_m < 0,05$ непера, е) затухание городской линии (в районе одного города) не должно превышать $b_x = 0,65$ непера. Следовательно

$$3,3 = 2(0,2 + 0,15 + 0,05 + 0,65) + 1,2.$$

Если $b = 4,5$, то абсолютное затухание βl м. б. увеличено до $\beta l < 2,4$ непера. Для железных линий при вычислении β и a можно пользоваться лишь ф-лами (4), (5), (6) и (7).

В табл. 2 приведены значения Z , β и a железной и биметаллической линий, полученные измерением.

Табл. 2.—Значения Z , β и a для железной и биметаллической линий.

| f | Z | φ_z | $\beta \cdot 10^{-3}$ | $a \cdot 10^{-3}$ | R | $L \cdot 10^{-3}$ |
|--|------|-------------|-----------------------|-------------------|-------|-------------------|
| Железная двухпроводная линия с проводами диам. 4 мм | | | | | | |
| 300 | 1560 | -24° 37' | 7,19 | 14,44 | 19,43 | 8,32 |
| 500 | 1415 | -22° 02' | 9,75 | 24,00 | 26 | 8,23 |
| 800 | 1279 | -19° 06' | 12,63 | 34,2 | 28,85 | 6,93 |
| 1200 | 1199 | -17° 40' | 18,11 | 47,35 | 38,85 | 6,15 |
| 1600 | 1130 | -17° 22' | 19,35 | 60,0 | 42,65 | 5,655 |
| 2400 | 1037 | -17° 06' | 25,19 | 83,90 | 52,4 | 4,85 |
| Биметаллич. двухпроводная линия с проводами диам. 4 мм | | | | | | |
| 300 | 871 | -26° 39' | 3,65 | 7,88 | 5,8 | 0,0025 |
| 600 | 772 | -16° 10' | 4,4 | 13,78 | 6,20 | 0,0025 |
| 800 | 735 | -13° 09' | 4,6 | 18,10 | 6,31 | 0,0025 |
| 1200 | 717 | -10° 00' | 4,8 | 26,48 | 6,7 | 0,0025 |
| 1600 | 696 | -7° 14' | 4,95 | 35,0 | 6,72 | 0,0025 |
| 2400 | 683 | -5° 32' | 5,0 | 52,15 | 6,94 | 0,0025 |

Зная километр. затухание β и абсолютное затухание βl , найдем длину междугородной линии $\beta l = l$. В табл. 3 приведены ориентировочные величины дальностей телефонирования по различным линиям при $\beta l = 1,2$.

Табл. 3.—Величины дальностей телефонирования при $\beta l = 1,2$.

| Медные воздушные линии | | Дюралюминиевые возд. линии | | Железные возд. линии | | Биметаллич. возд. линии | |
|------------------------|-----|----------------------------|-----|----------------------|-----|-------------------------|-----|
| *1 | *2 | *1 | *2 | *1 | *2 | *1 | *2 |
| 2,0 | 180 | 2,0 | 100 | 2,0 | 55 | 2,0 | — |
| 2,5 | 240 | 2,5 | 150 | 2,5 | 65 | 2,5 | — |
| 3,0 | 320 | 3,0 | 220 | 3,0 | 75 | 3,0 | — |
| 3,5 | 400 | 3,5 | 280 | 3,5 | — | 3,5 | — |
| 4,0 | 500 | 4,0 | 350 | 4,0 | 94 | 4,0 | 320 |
| 5,0 | 700 | 5,0 | 500 | 5,0 | 100 | 5,0 | 440 |

*1 Диам. проводов, мм. *2 Дальность, км.

При $\beta l = 2,4$ дальность телефонирования увеличивается вдвое. Если телефонные аппараты включены непосредственно в междугородную линию, то полное затухание b надо приравнять абсолютному затуханию βl , которое не должно быть больше $\beta l \leq 4,5$ непера. При расчете дальности телефонирования нельзя исходить лишь из величины допустимого полного затухания; необходимо принимать во внимание также величину допустимого искажения речи.

Теория четырехполюсников. Определены и е. Под четырехполюсником (фиг. 4) подразумевается любой электрич. контур, к-рый служит для передачи электрич. энергии; необходимым ограничительным условием является наличие двух входных (начальных) и двух выходных (конечных) клемм (поллюсов); с помощью первых двух энергия подводится к четырехполюснику, а от последних направляется из четырехполюсника далее. Совершенно очевидно, что сила тока I_1 и напряжение V_1 у входных клемм четырехполюсника находятся в определенной зависимости от силы тока I_2 и напряжения V_2 у выходных клемм, иначе говоря

$$V_1 = f(V_2, I_2), \\ I_1 = F(V_2, I_2).$$

В дальнейшем рассматриваются только такие четырехполюсники, в которых между V_1, V_2, I_1 и I_2 существует линейная зависимость. Поэтому из рассмотрения исключены четырехполюсники, содержащие: 1) катушки с железным сердечником, работающие на криволинейной части кривой намагничивания; 2) электронные лампы, работающие не на прямолинейной части характеристики, и 3) механические реле. Таким образом можно написать

$$V_1 = A_1 V_2 + B I_2, \\ I_1 = C V_2 + A_2 I_2, \quad (8)$$

где A_1, A_2, B и C —некие комплексные коэф-ты, зависящие от частоты переменного тока, но независимые от V_1, I_1 и V_2 и I_2 . В общем случае эти коэф-ты независимы друг от друга; но мы сперва рассмотрим такие четырехполюсники, коэф-ты к-рых находятся в определенной зависимости между собой. Назовем симметричными четырехполюсниками такие, к-рые характеризуются тем, что в их ур-иях (8) коэф-ты A_1 и A_2 равны между собой, т. е. $A_1 = A_2 = A$, и кроме того детерминант ур-ия

$$\Delta = \begin{vmatrix} AB \\ CA \end{vmatrix} = A^2 - BC = 1.$$

Если же $A_1 \neq A_2$, но $\Delta = A_1 A_2 - BC = 1$, то такие четырехполюсники называются несимметричными.

Симметричный четырехполюсник. Ур-ия симметричного четырехполюсника

$$V_a = A V_e + B I_e, \\ I_a = C V_e + A I_e.$$

Кроме того детерминант ур-ий равен единице, т. е.

$$\Delta = \begin{vmatrix} AB \\ CA \end{vmatrix} = A^2 - BC = 1.$$

Эти ур-ия можно представить в следующем виде: обозначим $A = \operatorname{ch} g$ и $\sqrt{BC} = \operatorname{sh} g$ и найдем с помощью ур-ий такую величину Z , к-рая равна

$$Z = \frac{V_e}{I_e} = \frac{V_a}{I_a};$$

тогда

$$Z = \sqrt{\frac{B}{C}},$$

следовательно

$$A = \operatorname{ch} g; B = Z \operatorname{sh} g; C = \frac{1}{Z} \operatorname{sh} g.$$

Поэтому

$$V_a = V_e \operatorname{ch} g + Z I_e \operatorname{sh} g, \\ I_a = \frac{V_e}{Z} \operatorname{sh} g + I_e \operatorname{ch} g.$$

Сравнивая эти ур-ия с ур-иями (1) однородной линии, находим, что величина g является постоянной распространения четырехполюсника, а Z — волновым сопротивлением его. Для определения g и Z имеем следующие выражения:

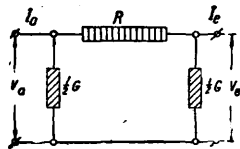
$$U_0 = Z \operatorname{th} g = \frac{B}{A}; U_{\infty} = Z \operatorname{cth} g = \frac{A}{C},$$

$$\sqrt{\frac{U_0}{U_{\infty}}} = \operatorname{th} g = \operatorname{th}(b + ja) = M e^{j\varphi},$$

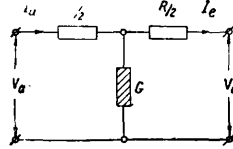
$$\operatorname{th} 2b = \frac{2M \cos \varphi}{1 + M^2} \text{ и } \operatorname{tg} 2a = \frac{2M \sin \varphi}{1 - M^2},$$

$$Z = \sqrt{U_{\infty} U_0}.$$

Примеры. Дан четырехполюсник (фиг. 5), в котором R — кажущаяся сопротивлени-



Фиг. 5.



Фиг. 6.

а G — кажущаяся проводимость. Ур-ия имеют следующий вид:

$$V_a = V_e \left(1 + \frac{1}{2} GR\right) + I_e R = V_e A + I_e B;$$

$$I_a = I_e \left(1 + \frac{1}{2} GR\right) + V_e G \left(1 + \frac{GR}{4}\right) = I_e A + V_e C;$$

т. о.

$$A = 1 + \frac{1}{2} GR; B = R; C = G \left(1 + \frac{GR}{4}\right);$$

$$U_{\infty} = \frac{A}{C} = \frac{1 + \frac{1}{2} GR}{G \left(1 + \frac{GR}{4}\right)}; U_0 = \frac{B}{A} = \frac{R}{1 + \frac{1}{2} GR};$$

$$Z = \sqrt{\frac{R}{G}} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{1}{2} GR\right)}; \operatorname{th} g = \sqrt{\frac{RG \left(1 + \frac{GR}{4}\right)}{\left(1 + \frac{1}{2} GR\right)^2}};$$

$$\operatorname{sh} \frac{g}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{RG}.$$

Если $R = r + j\omega L$ и $G = A + j\omega C$, то

$$\operatorname{sh} \frac{g}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{(r + j\omega L)(A + j\omega C)};$$

$$Z = \sqrt{\frac{r + j\omega L}{A + j\omega C}} \cdot \frac{1}{\left[1 + \frac{(r + j\omega L)(A + j\omega C)}{2}\right]}.$$

В том случае когда четырехполюсником является однородная линия, то постоянная распространения

$$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(A + j\omega C)},$$

а волновое сопротивление

$$Z = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{A + j\omega C}}.$$

т. о. в зависимости от того, являются ли «постоянные» величины R, L, C и A сосредоточенными или распределенными величинами, для постоянной распространения и для волнового

сопротивления имеют место различные величины, а именно: в случае сосредоточенных постоянных

$$\operatorname{sh} \frac{g}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{(R + j\omega L)(A + j\omega C)};$$

$$Z = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{A + j\omega C}} \cdot \frac{1}{\left[1 + \frac{(R + j\omega L)(A + j\omega C)}{2}\right]};$$

в случае распределенных постоянных

$$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(A + j\omega C)}; Z = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{A + j\omega C}}.$$

При малом значении g имеем $\gamma = g$. Пусть теперь

$R = R$ и $G = \frac{1}{W}$, где R и W — омич. сопротивления. Тогда

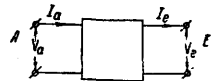
$$Z = \sqrt{RW} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{R}{4W}}}; \operatorname{sh} \frac{b}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{R}{W}},$$

откуда

$$R = Z \operatorname{sh} L; W = \frac{Z}{2} \operatorname{ch} \frac{b}{2}.$$

Проведя аналогичные расчеты для четырехполюсника по фиг. 6, получим

$$R = 2Z \operatorname{th} \frac{b}{2}; W = \frac{Z}{\operatorname{sh} b}.$$



Фиг. 7.

Несимметричные четырехполюсники

Несимметричные четырехполюсники в направлении от A к E (фиг. 7) характеризуются следующими ур-иями:

$$V_a = A_1 V_e + B I_e; I_a = C V_e + A_2 I_e,$$

причем детерминант Δ_a равен

$$\Delta_a = \begin{vmatrix} A_1 & B \\ C & A_2 \end{vmatrix} = A_1 A_2 - BC = 1,$$

откуда

$$U_{1\sim} = \frac{A_1}{C}, U_{10} = \frac{B}{A_2} \text{ и } Z_A = \sqrt{\frac{A_1}{A_2}} \cdot \frac{B}{C}.$$

Для обратного направления, т. е. от E к A (фиг. 7), имеем:

$$V_E = V_A A_2 + B I_A; I_E = A_1 I_A + V_A C;$$

$$\Delta_a = \Delta_a = A_1 A_2 - BC = 1;$$

$$U_{2\sim} = \frac{A_2}{C}; U_{20} = \frac{B}{A_1}; Z_E = \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \cdot \frac{B}{C}.$$

При замыкании зажимов E сопротивлением, равным волновому сопротивлению Z_E , входное сопротивление U_a у зажимов A будет равно $U_a = Z_A$. Обратно, если замкнуть зажимы A сопротивлением, равным Z_A , то входное сопротивление U_e у зажимов E будет равно Z_E . Ур-ия несимметричного четырехполюсника можно представить также в следующем виде:

$$V_a = q [V_e \operatorname{ch} g + Z_E I_e \operatorname{sh} g],$$

$$I_a = \frac{1}{q} \left[I_e \operatorname{ch} g + \frac{1}{Z_E} V_e \operatorname{sh} g \right],$$

$$V_E = \frac{V_A}{q} \operatorname{ch} g + Z_E q I_A \operatorname{sh} g,$$

$$I_E = q I_A \operatorname{ch} g + \frac{V_A}{Z_E} \cdot \frac{1}{q} \operatorname{sh} g,$$

где $q = \sqrt{\frac{A_1}{A_2}} = \sqrt{\frac{Z_A}{Z_E}}$ и g — постоянная распространения. Из ур-ий видно, что несимметричный четырехполюсник можно рассматривать состоящим из симметричного четырехполюсника и некоего устройства, к-рое, имея постоянную распространения $g = 0$, соединяет два различных сопротивления т. о., что ни на одной стороне не получается отражений. Это устройство в отличие от идеального транс-

форматора называется идеальным преобразователем. Величины g , Z_E и Z_A м. б. определены измерениями входного сопротивления холостого хода и короткого замыкания

$$Z_A = \sqrt{U_{1\sim} U_{10}} \text{ и } \text{th } g = \sqrt{\frac{U_{10}}{U_{1\sim}}};$$

$$Z_E = \sqrt{U_{2\sim} U_{20}} \text{ и } \text{th } g' = \sqrt{\frac{U_{20}}{U_{2\sim}}}.$$

Так как

$$\frac{U_{10}}{U_{1\sim}} = \frac{U_{20}}{U_{2\sim}}, \text{ то } g = g'.$$

Следовательно постоянная распространения несимметричного четырехполюсника в обоих направлениях одна и та же.

Четырехполюсники с независимыми коэффициентами характеризуются следующими уравнениями: в направлении от A к E

$$V_a = A_1 V_e + B I_e; I_a = C V_e + A_2 I_e; \\ \Delta_a = A_1 A_2 - BC \neq 1;$$

в направлении от E к A

$$V_E = (V_A A_2 + B I_A) \frac{1}{\Delta_a}; \\ I_E = (V_A C + A_1 I_A) \frac{1}{\Delta_a}; \Delta_E = \frac{1}{\Delta_a}.$$

Следовательно $\Delta_E \cdot \Delta_a = 1$.

Эти ур-ия м. б. представлены в следующем виде:

$$V_a = q e^\delta [V_e \text{ch } g + Z_E I_e \text{sh } g],$$

$$I_a = \frac{1}{q} e^\delta \left[\frac{V_e}{Z_E} \text{sh } g + I_e \text{ch } g \right],$$

$$V_E = e^{-\delta} \frac{1}{q} [V_A \text{ch } g + Z_A I_A \text{sh } g],$$

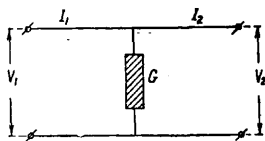
$$I_E = e^{-\delta} q \left[\frac{V_A}{Z_A} \text{sh } g + I_A \text{ch } g \right],$$

где $\delta = \frac{g_1 - g_2}{2}$; $q = \sqrt{\frac{A_1}{A_2}}$. Т. о. четырехполюсник с независимым коэф-том также м. б. заменен симметричным четырехполюсником и идеальным преобразователем. Ур-ия отличаются множителями e^δ и $e^{-\delta}$. Здесь выясняется физическое значение детерминанта Δ_A , так как

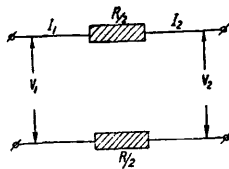
$$\ln \Delta_A = 2\delta = g_1 - g_2,$$

т. е. равняется разности постоянных распространения g_1 и g_2 для различных направлений передачи энергии в четырехполюснике. До сего времени известен только один четырехполюсник с независимыми коэффициентами— это электронная лампа в качестве одностороннего усилителя.

Неполноценные четырехполюсники. Типичными представителями этих



Фиг. 8.



Фиг. 9.

четырехполюсников являются такие, к-рые не имеют продольных сопротивлений (фиг. 8), или, наоборот, не имеют поперечного ответвления (фиг. 9). Для первого типа имеют место следующие ур-ия:

$$V_1 = V_2,$$

$$I_1 = V_2 G + I_2.$$

Сравнивая эти уравнения с уравнениями четы-

рехполюсника с независимыми коэффициентами, видим, что

$$A_1 = A_2 = 1, B = 0 \text{ и } C = G.$$

Отсюда получаем, что постоянная распространения $g = \text{arc ch } 1 = 0$. Для четырехполюсника по фиг. 9 имеем:

$$V_1 = V_2 + R I_2,$$

$$I_1 = I_2.$$

В этом случае $A_1 = A_2 = 1, B = R$ и $C = 0$; очевидно, что и здесь $g = 0$.

Практические измерители Т. п. При сравнении четырехполюсников (напр. двух систем Т. п.) между собой для оценки качества передачи необходимо иметь определенную единицу меры. Выясним, не может ли этой мерой быть затухание в четырехполюснике. Включим генератор, эдс к-рого равна E , а внутреннее сопротивление равно R_A , к клеммам A несимметричного четырехполюсника, а клеммы E замкнем сопротивлением R_e ; тогда сила тока в сопротивлении R_e будет

$$|I_e| = e^{-b} \frac{|E| \cdot |2 \sqrt{Z_A Z_E}|}{|(Z_A + R_A)(Z_E + R_e) - (Z_A - R_A)(Z_E - R_e) e^{-2g}|}. \quad (9)$$

В том случае, когда $Z_A = Z_E = Z$, будем иметь:

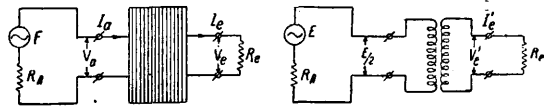
$$\left| \frac{I_e}{E} \right| = e^{-b} \frac{2|Z|}{|(Z + R_A)(Z + R_e) - (Z - R_A)(Z - R_e) e^{-2g}|}.$$

Даже если бы $R_A = R_e = Z$, т. е. при

$$\left| \frac{I_e}{E} \right| = e^{-b} \frac{1}{2|Z|},$$

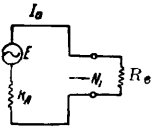
то и в этом случае величина b не характеризует передачи, т. к. отношение $\left| \frac{I_e}{E} \right|$ находится еще в зависимости от Z . Только в том лишь случае, если бы Z для всех четырехполюсников было выбрано раз навсегда и для всего спектра частот имело бы одно и то же значение, при данных R_A и R_e , величина $\left| \frac{I_e}{E} \right|$ зависела бы исключительно от b , и величина b являлась бы величиной, характеризующей передачу речи как по громкости, так и в отношении ее искажения. Но волновое сопротивление Z , во-первых, неодинаково для различных линий, и кроме того его величина изменяется в зависимости от частоты. Следовательно величина Z за постоянную величину принята быть не может, а потому и величина собственного затухания четырехполюсника b не характеризует качества передачи. Очевидно, что коэффициенты A_1, A_2, B и C , постоянная распространения и волновое сопротивление также не могут характеризовать качества передачи, т. к. они являются параметрами передачи. Отсюда следует, что нам надо изобрести меру качества передачи. Выясним, каким требованиям она должна удовлетворять. 1) Эта мера качества должна характеризовать способность четырехполюсника к передаче установившихся процессов. 2) При одной определенной частоте она должна служить для оценки силы звука. 3) Для всей совокупности разговорных частот показывать, в какой степени передается полоса частот и с какой равномерностью звука. Мерой этой будем пользоваться, сравнивая испытуемый четырехполюсник со стандартным, в качестве к-рого выбираем идеальный преобразователь, соединяющий между собой вполне определенные сопротивления. Меру качества передачи назовем эффективным затуханием. Т. о. имеем две

системы (фиг. 10). В первой—генератор (E, R_a) работает на четырехполюсник, замкнутый сопротивлением R_e ; во второй системе вместо четырехполюсника включен идеальный преобразователь, что соответствует тому, что генератор замкнут внешним сопротивлением, рав-



Фиг. 10.

ным своему внутреннему сопротивлению. Тогда эффективное затухание определится следующим образом: эффективное затухание k четырехполюсника, замкнутого с обеих сторон соответственно сопротивлениями R_a и R_e , равно половине натурального логарифма дроби, числитель которой равен кажущейся мощности N_0 , отдаваемой генератором (с внутренним сопротивлением R_a) внешнему (приемному) сопротивлению, равному также R_a , а знаменатель равен кажущейся мощности N_2 , к-рую отдает тот же генератор, но внешнему (приемному) сопротивлению, равному R_e , причем между генератором и приемным сопротивлением включен четырехполюсник. Следовательно



Фиг. 11.

$$k = \frac{1}{2} \ln \frac{N_0}{N_2} \quad (10)$$

Обозначим входное сопротивление на первичных зажимах четырехполюсника буквой W в том случае, если вторичные зажимы замкнуты сопротивлением R_e (фиг. 11). Тогда кажущаяся мощность N_1 , воспринятая четырехполюсником, будет равна

$$N_1 = \frac{|E|^2 \cdot W}{|R_a + W|^2} = \frac{|E|^2}{4|R_a|} \cdot \frac{1}{\left| \frac{R_a + W}{2\sqrt{R_a W}} \right|}$$

Обозначим

$$\left| \frac{R_a + W}{2\sqrt{R_a W}} \right| = M.$$

Если $R_a = W$, то $M = 1$ и $N_1 = N_0 = \frac{|E|^2}{4(R_a)}$.

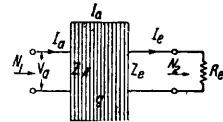
В общем же случае, когда $R_a \neq W$,

$$N_1 = N_0 \frac{1}{M} \text{ и } \frac{N_0}{N_1} = M,$$

откуда по аналогии с ур-ем (10) напомним

$$k' = \frac{1}{2} \ln \frac{N_0}{N_1} = \frac{1}{2} \ln \left| \frac{R_a + W}{2\sqrt{R_a W}} \right|;$$

величину k' назовем затуханием вследствие отражения, которое имеет место при $R_a \neq W$. Теперь проследим распределение энергии между четырехполюсником и приемным сопротивлением R_e (фиг. 12). Четырехполюсник воспринимает кажущуюся мощность N_1 , а отдает приемнику N_2 . Отношение кажущейся мощности N_1 является кпд η четырехполюсника. Для вывода η воспользуемся ур-ями несимметричного четырехполюсника, замкнутого на сопротивление R_e :



Фиг. 12.

$$V_a = \sqrt{\frac{Z_a}{Z_e}} \left(\operatorname{ch} g + \frac{Z_e}{R_e} \operatorname{sh} g \right) V_e,$$

$$I_a = \sqrt{\frac{Z_e}{Z_a}} \left(\operatorname{ch} g + \frac{R_e}{Z_e} \operatorname{sh} g \right) I_e.$$

Умножая эти уравнения друг на друга и огра-

ничиваясь абсолютным значением, получим:

$$|V_a| \cdot |I_a| = \left| \left(\operatorname{ch} g + \frac{Z_e}{R_e} \operatorname{sh} g \right) \cdot \left(\operatorname{ch} g + \frac{R_e}{Z_e} \operatorname{sh} g \right) \right| \cdot |V_e| \cdot |I_e|.$$

Т. к. $|V_a| \cdot |I_a| = N_1$ и $|V_e| \cdot |I_e| = N_2$, то после простых преобразований

$$\frac{N_1}{N_2} = \eta = \left| e^{2g} \left(\frac{R_e + Z_e}{2\sqrt{R_e Z_e}} \right)^2 \left[1 - e^{-2g} \frac{R_e - Z_e}{R_e + Z_e} \right] \right|.$$

Так как

$$e^{-2g} \cdot \frac{R_e - Z_e}{R_e + Z_e} = \frac{W - Z_a}{W + Z_a},$$

то

$$e^{2k''} = \frac{N_1}{N_2} = \left| e^{2g} \left(\frac{R_e + Z_e}{2\sqrt{R_e Z_e}} \right)^2 \left(\frac{W + Z_a}{2\sqrt{W Z_a}} \right)^2 \right|,$$

откуда

$$k'' = \frac{1}{2} \ln \frac{N_1}{N_2} = b - \ln \left| \frac{W + Z_a}{2\sqrt{W Z_a}} \right| + \ln \left| \frac{R_e + Z_e}{2\sqrt{R_e Z_e}} \right|,$$

но

$$e^{2k} = \frac{N_0}{N_2} = \frac{N_0}{N_1} \cdot \frac{N_1}{N_2} = e^{2k'} \cdot e^{2k''} = e^{2(k' + k'')} \text{ или}$$

$$k = k' + k''.$$

Следовательно эффективное затухание равно

$$k = b + \ln \left| \frac{R_a + W}{2\sqrt{R_a W}} \right| + \ln \left| \frac{R_e + Z_e}{2\sqrt{R_e Z_e}} \right| - \ln \left| \frac{W + Z_a}{2\sqrt{W Z_a}} \right|.$$

Рассмотрим несколько частных случаев:

1) Если $R_a = W$, то

$$k = b + \ln \left| \frac{R_e + Z_e}{2\sqrt{R_e Z_e}} \right| - \ln \left| \frac{W + Z_a}{2\sqrt{W \cdot Z_a}} \right| = k''.$$

2) Если $R_a = Z_a$, то

$$k = b + \ln \left| \frac{R_e + Z_e}{2\sqrt{R_e \cdot Z_e}} \right|.$$

3) $W = Z_a$.

Т. к. в этом случае д. б. $R_e = Z_e$, то

$$k = b + \ln \left| \frac{R_a + Z_a}{2\sqrt{R_a \cdot Z_a}} \right|.$$

4) Если $R_a = Z_a$ и $R_e = Z_e$, то $k = b$.

5) $R_a = |R_a| e^{j\varphi_a} = r_a + jS_a$; $R_e = |R_e| e^{j\varphi_e} = r_e + jS_e$; $Z_a = |Z_a| e^{j\alpha_a} = X_a + jY_a$; $Z_e = |Z_e| e^{j\alpha_e} = X_e + jY_e$.

Если

$$r_a = X_e; \quad r_e = X_e; \\ S_a = -Y_a; \quad S_e = -Y_e,$$

то

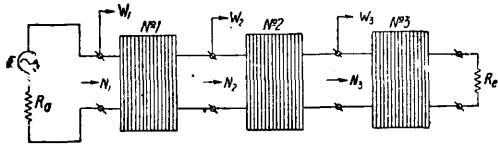
$$\left| \frac{R_e + Z_e}{2\sqrt{Z_e R_e}} \right| = \cos \varphi_e \text{ и } \left| \frac{R_a + Z_a}{2\sqrt{Z_a R_a}} \right| = \cos \varphi_a.$$

В условиях Т. п. $\cos \varphi_a$ и $\cos \varphi_e$ всегда меньше единицы; следовательно $\ln \cos \varphi_a$ и $\ln \cos \varphi_e$ являются отрицательными величинами; т. о. в этом случае благодаря отражению происходит усиление, т. к. эффективное затухание системы будет меньше собственного затухания четырехполюсника. Пользуясь ур-ем (9), можно вывести выражение для эффективного затухания в другом виде, а именно:

$$k = b_0 + \ln \left| \frac{R_e + Z_e}{2\sqrt{R_e Z_e}} \right| + \ln \left| \frac{R_a + Z_a}{2\sqrt{R_a Z_a}} \right| + \ln \left| 1 - e^{-2g} \frac{R_e - Z_e}{R_e + Z_e} \cdot \frac{R_a - Z_a}{R_a + Z_a} \right|.$$

До сих пор мы рассматривали систему передачи в виде одного четырехполюсника; на практике же приходится иметь дело с рядом последовательно включенных четырехполюсников;

поэтому выведем выражение для эффективного затухания при любом числе последовательно включенных четырехполюсников (фиг. 13). Пусть первый четырехполюсник воспринимает кажущуюся мощность N_1 , второй— N_2 , последний— N_r и наконец приемное сопротивление— N_{r+1} . Попреемнеу обозначим буквой N_0 мощ-



Фиг. 13.

ность, отдаваемую генератором в том случае, если он нагружен сопротивлением R_a , равным внутреннему сопротивлению генератора. Тогда эффективное затухание всей системы определится из ур-ия:

$$e^{2k} = \frac{N_0}{N_{r+1}}$$

Это ур-ие можно переписать так:

$$e^{2k} = \frac{N_0}{N_1} \cdot \frac{N_1}{N_{r+1}} = e^{2k'} \cdot e^{2k''} = e^{2(k'+k'')}$$

Но

$$e^{2k''} = \frac{N_1}{N_{r+1}} = \frac{N_1}{N_2} \cdot \frac{N_2}{N_3} \cdot \frac{N_3}{N_4} \dots \frac{N_k}{N_{k+1}} \dots \frac{N_r}{N_{r+1}} = e^{2k_1''} \cdot e^{2k_2''} \cdot e^{2k_3''} \dots$$

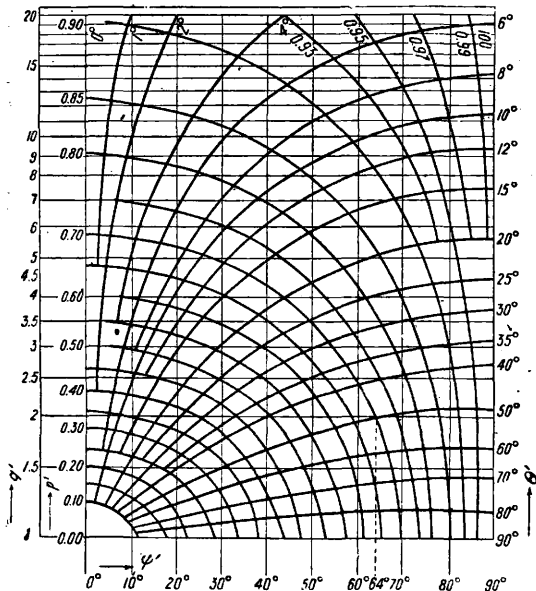
Следовательно

$$k'' = k_1'' + k_2'' + k_3'' + \dots + k_n'' + \dots + k_r'',$$

причем

$$k_k'' = b_k - \ln \left| \frac{W_n + Z_{na}}{2\sqrt{W_n Z_{an}}} \right| + \ln \left| \frac{W_{n+1} + Z_{en}}{2\sqrt{W_{n+1} Z_{en}}} \right|,$$

где W_n —входное сопротивление n -го четырехполюсника при нагрузке его $(n+1)$ -ым четы-



Фиг. 14.

рехполюсником и т. д.; последний же четырехполюсник нагружен приемным сопротивлением R_a . Что же касается затухания k' , то такое попрежнему равно

$$k' = \ln \left| \frac{R_a + W_1}{2\sqrt{R_a \cdot W_1}} \right|.$$

Для облегчения расчетов служат фиг. 14 и

табл. 4 и 5 для перехода от q и ψ к p и θ и для перехода от p и θ к q и ψ .

Таблицы построены на нижеследующем расчете. Коэф. отражения в общем виде м. б. представлен в виде:

$$p = \frac{R_1 - R_2}{R_1 + R_2}.$$

Так как

$$\text{th } x = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}},$$

где x —любое действительное или комплексное число, то

$$\text{th}(\ln x) = \frac{x^2 - 1}{x^2 + 1}.$$

Пусть

$$x = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}},$$

тогда

$$\text{th}(\ln \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}) = \frac{R_1 - R_2}{R_1 + R_2} = p.$$

Следовательно коэф. отражения можно написать также в такой форме:

$$p = \text{th} \left[\ln \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} \right].$$

Так как

$$R_1 = |R_1| e^{j\varphi_1}; \quad R_2 = |R_2| e^{j\varphi_2}; \quad \frac{R_1}{R_2} = q = |q| e^{j\psi},$$

то

$$|q| = \left| \frac{R_1}{R_2} \right| \quad \text{и} \quad \psi = \varphi_1 - \varphi_2.$$

Обозначим $p = |p| e^{j\theta}$, тогда

$$|p| e^{j\theta} = \text{th}(\ln \sqrt{q}) = \text{th}_i \left(\ln \sqrt{|q|} + j \frac{\psi}{2} \right),$$

откуда

$$|p| = \sqrt{\frac{\text{ch}(\ln |q|) - \cos \psi}{\text{ch}(\ln |q|) + \cos \psi}} \quad \text{и} \quad \text{tg } \theta = \frac{\sin \psi}{\text{sh}(\ln |q|)};$$

выражение для (p) можно еще упростить:

$$\frac{|p|^2 - 1}{|p|^2 + 1} = -\frac{\cos \psi}{\text{ch}(\ln |q|)};$$

следовательно

$$\text{th}(\ln |p|) = -\frac{\cos \psi}{\text{ch}(\ln |q|)}.$$

Т. о. для $|p|$ и θ , т. е. для модуля и угла коэф-та отражения, имеем два независимых ур-ия. С помощью этих ур-ий построена система кривых (фиг. 14) для модуля $|p|$ и угла θ коэф-та отражения в том случае, когда $|q| \geq 1$ и угол ψ лежит в первом квадранте ($0^\circ < \psi < 90^\circ$); ось абсцисс является осью x -ов; она дана в линейном масштабе; по оси ординат нанесены деления $|q|$ в логарифмич. масштабе. Напр. при $\psi = 64^\circ$ и $q = 2$ получим $\theta = 50^\circ$ и $|p| = 0,70$, т. е.

$$p = 0,70^{j50^\circ}.$$

Для того чтобы воспользоваться этой системой кривых для $|q| < 1$ и $\theta > 90^\circ$ (см. табл. 4), приведем пример. Пусть $R_1 = 360 e^{-j45^\circ}$; $R_2 = 1260 e^{j80^\circ}$; найти коэф. отражения p .

$$p = |p| e^{j\theta} = \frac{R_1 - R_2}{R_1 + R_2}.$$

Находим

$$|q| = \left| \frac{R_1}{R_2} \right| = \frac{360}{1260} = \frac{1}{3,5};$$

$$\psi = -45^\circ - 80^\circ = -125^\circ.$$

Итак $|q| < 1$ и $\angle \psi$ лежит в третьем квадранте (III кв.). Сперва мы должны обратиться к табл. 4.

Для третьего квадранта и при $|q| < 1$ имеем:
 $|q'| = \frac{1}{|q|} = 3,5$; $\psi' = 180^\circ + \psi = 180^\circ - 125^\circ = 55^\circ$.

Табл. 4. — Переход от q и ψ к p и θ .

| ψ | III кв. | IV кв. | I кв. | II кв. |
|------------|---|---|--|--|
| | $-180^\circ \leq \psi \leq -90^\circ \leq \psi \leq 0^\circ \leq \psi \leq +90^\circ \leq \psi \leq +180^\circ$ | | | |
| $q \geq 1$ | $\begin{cases} q' = q \\ \psi' = 180^\circ + \psi \\ p = \frac{1}{p'} \\ \delta = \delta' \end{cases}$ | $\begin{cases} q' = q \\ \psi' = -\psi \\ p = p' \\ \delta = \delta' \end{cases}$ | $\begin{cases} q' = q \\ \psi' = \psi \\ p = p' \\ \delta = \delta' \end{cases}$ | $\begin{cases} q' = q \\ \psi' = 180^\circ - \psi \\ p = \frac{1}{p'} \\ \delta = \delta' \end{cases}$ |
| $q < 1$ | $\begin{cases} q' = \frac{1}{q} \\ \psi' = 180^\circ + \psi \\ p = \frac{1}{p'} \\ \delta = -(180^\circ - \delta') \end{cases}$ | $\begin{cases} q' = \frac{1}{q} \\ \psi' = -\psi \\ p = p' \\ \delta = 180^\circ - \delta' \end{cases}$ | $\begin{cases} q' = \frac{1}{q} \\ \psi' = \psi \\ p = p' \\ \delta = 180^\circ - \delta' \end{cases}$ | $\begin{cases} q' = \frac{1}{q} \\ \psi' = 180^\circ - \psi \\ p = \frac{1}{p'} \\ \delta = 180^\circ - \delta' \end{cases}$ |

Для этих значений q' и ψ' находим

$$|p'| = 0,73 \text{ и } \theta' = 27^\circ,$$

откуда

$$|p| = \left| \frac{1}{p'} \right| = 1,37; \theta = -(180 - \theta') = -153^\circ,$$

следовательно $p = 1,37 e^{-j153^\circ}$.

В том случае, когда даны значения p и θ , а требуется найти $|q|$ и $\angle \psi$, служат та же система кривых (фиг. 14) и табл. 5.

Табл. 5. — Переход от p и θ к q и ψ .

| θ | III кв. | IV кв. | I кв. | II кв. |
|------------|---|---|--|--|
| | $-180^\circ \leq \delta \leq -90^\circ \leq \delta \leq 0^\circ \leq \delta \leq +90^\circ \leq \delta \leq +180^\circ$ | | | |
| $p \leq 1$ | $\begin{cases} p' = p \\ \delta' = 180^\circ + \delta \\ q = \frac{1}{q'} \\ \psi = -\psi' \end{cases}$ | $\begin{cases} p' = p \\ \delta' = -\delta \\ q = q' \\ \psi = -\psi' \end{cases}$ | $\begin{cases} p' = p \\ \delta' = -\delta \\ q = q' \\ \psi = \psi' \end{cases}$ | $\begin{cases} p' = p \\ \delta' = 180^\circ - \delta \\ q = \frac{1}{q'} \\ \psi = \psi' \end{cases}$ |
| $p > 1$ | $\begin{cases} p' = \frac{1}{p} \\ \delta' = 180^\circ + \delta \\ q = \frac{1}{q'} \\ \psi = -(180^\circ - \psi') \end{cases}$ | $\begin{cases} p' = \frac{1}{p} \\ \delta' = \delta \\ q = q' \\ \psi = -(180^\circ - \psi') \end{cases}$ | $\begin{cases} p' = \frac{1}{p} \\ \delta' = \delta \\ q = q' \\ \psi = 180^\circ - \psi' \end{cases}$ | $\begin{cases} p' = \frac{1}{p} \\ \delta' = 180^\circ - \delta \\ q = \frac{1}{q'} \\ \psi = 180^\circ - \psi' \end{cases}$ |

Теперь перейдем к построению системы кривых для нахождения затухания вследствие отражения. В общем виде величина затухания вследствие отражения выражается т. о.:

$$k = \ln \left| \frac{R_1 + R_2}{2\sqrt{R_1 R_2}} \right|.$$

Преобразуем это выражение.

$$\text{Т. к. } \operatorname{ch} x = \frac{1}{2}(e^x + e^{-x}) \text{ и } \operatorname{ch}(\ln x) = \frac{1}{2}\left(x + \frac{1}{x}\right),$$

то, обозначая $x = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$, получим:

$$\operatorname{ch} \left[\ln \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} \right] = \frac{R_1 + R_2}{2\sqrt{R_1 R_2}};$$

откуда при $\frac{R_1}{R_2} = q = |q| e^{j\psi}$

$$\begin{aligned} \left| \frac{R_1 + R_2}{2\sqrt{R_1 R_2}} \right| &= \left| \operatorname{ch} \ln \left(\sqrt{\frac{R_1}{R_2}} \right) \right| = \\ &= \left| \operatorname{ch} \left(\ln \sqrt{|q|} + j \frac{\psi}{2} \right) \right|, \end{aligned}$$

$$\left| \frac{R_1 + R_2}{2\sqrt{R_1 R_2}} \right| = \sqrt{\frac{1}{2} (\operatorname{ch} \ln |q| + \cos \psi)},$$

$$k = \ln \left| \frac{R_1 + R_2}{2\sqrt{R_1 R_2}} \right| = \frac{1}{2} \ln \left[\frac{1}{2} (\operatorname{ch} \ln |q| + \cos \psi) \right],$$

$$2e^{2k} = \operatorname{ch} \ln |q| + \cos \psi.$$

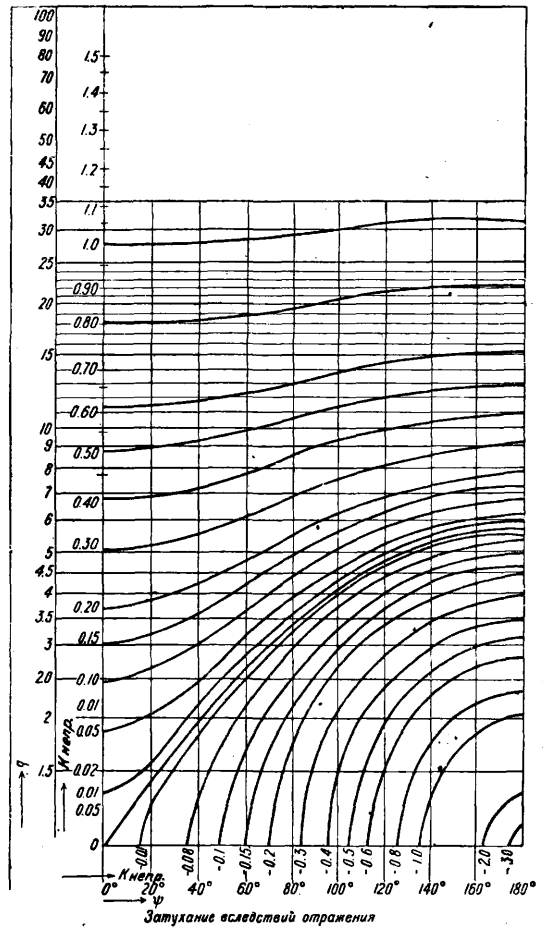
Т. к. $\cos \psi = \cos(-\psi)$, то k зависит только от абсолютного значения разности углов $\varphi_1 - \varphi_2$, т. е. мы можем положить

$$\psi = |\varphi_1 - \varphi_2|.$$

Так как

$$\operatorname{ch}(\ln |q|) = \operatorname{ch}(-\ln |q|) = \operatorname{ch} \left(\ln \frac{1}{|q|} \right),$$

то k остается без изменения при замене $|q|$ своей обратной величиной $\left| \frac{1}{q} \right|$. Поэтому для определения величины k достаточно иметь один график, на котором даны значения $|q| \geq 1$ и для



Фиг. 15.

углов ψ от 0 до 180° . Такой график изображен на фиг. 15. Напр. при

$$R_1 = |R_1| e^{j\varphi_1} = |600| e^{-j10^\circ}$$

и

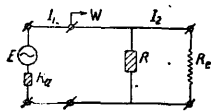
$$R_2 = |R_2| e^{j\varphi_2} = |1400| e^{-j20^\circ}$$

найдем

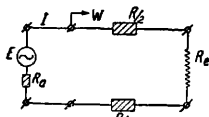
$$q = |q| e^{j(\varphi_1 - \varphi_2)} = \left| \frac{600}{1400} \right| e^{+j10^\circ},$$

следовательно $|q| = 0,43$ и $\psi = 10^\circ$ или $\frac{1}{|q|} = 2,3$, $\psi = 10^\circ$ и $k = 0,085$.

Эффективное затухание неполноценных четырехполюсников. Четырехполюсник по фиг. 16 будем для сокращения называть «поперечным» четырехполюсником, а по фиг. 17—«продольным». Обозначим буквой N_0 кажущуюся мощность, отдаваемую генератором в том случае, если он нагружен сопротивлением R_a , равным внутреннему сопротивлению генератора, а буквой N_2 —кажущуюся мощность, воспринимаемую приемным



Фиг. 16.



Фиг. 17.

сопротивлением R_2 , если между генератором и этим сопротивлением R_2 включен четырехполюсник. Тогда эффективное затухание определится из ур-ия

$$e^{2k} = \frac{N_0}{N_2}$$

Так как

$$N_0 = \frac{|E|^2}{4|R_a|};$$

$$N_2 = \frac{|E|^2 \cdot |R_e|}{|R + R_a + R_e|^2}$$

для продольного четырехполюсника и

$$N_2 = \frac{|E|^2 \cdot |R_1|^2 \cdot |R_e|}{|R(R_a + R_e) + R_a R_e|^2}$$

для поперечного четырехполюсника, поэтому для продольного четырехполюсника:

$$\frac{N_0}{N_2} = \left| \frac{R_a + R_e}{2\sqrt{R_a R_e}} \right|^2 \cdot \left| 1 + \frac{R}{R_a + R_e} \right|^2,$$

$$k = \ln \left| \frac{R_a + R_e}{2\sqrt{R_a R_e}} \right| + \ln \left| 1 + \frac{R}{R_a + R_e} \right|;$$

для поперечного четырехполюсника

$$\frac{N_0}{N_2} = \left| \frac{R_a + R_e}{2\sqrt{R_a R_e}} \right|^2 \cdot \left| 1 + \frac{1}{R} \frac{R_a R_e}{R_a + R_e} \right|^2,$$

$$k = \ln \left| \frac{R_a + R_e}{2\sqrt{R_a R_e}} \right| + \ln \left| 1 + \frac{1}{R} \cdot \frac{R_a R_e}{R_a + R_e} \right|.$$

Если $R_a = R_e = R$, то в обоих случаях

$$k = \ln \frac{3}{2} = 0,405.$$

Ур-ия для k можно преобразовать сл. обр. Введем понятие о входном сопротивлении W поперечного и продольного четырехполюсников при нагрузке их сопротивлением R_2 . Нетрудно видеть, что для поперечного четырехполюсника $W = R + R_2$, а для продольного четырехполюсника $W = \frac{R \cdot R_2}{R + R_2}$. Подставляя в формулы для k соответственно значения $R = W - R_2$ и $R = \frac{R_e W}{R_e - W}$, получим: для продольного четырехполюсника

$$k = \ln \left| \frac{R_a + W}{2\sqrt{R_a W}} \right| - \frac{1}{2} \ln \left| \frac{R_e}{W} \right|,$$

для поперечного четырехполюсника

$$k = \ln \left| \frac{R_a + W}{2\sqrt{R_a W}} \right| + \frac{1}{2} \ln \left| \frac{R_e}{W} \right|.$$

Влияние отражения на входное сопротивление и на затухание линии и. Падающая волна напряжения V_n и падающая волна тока I_n , распространяясь вдоль линии, находятся в определенном соотношении друг к другу, а именно:

$$\frac{V_n}{I_n} = Z,$$

где Z —волновое сопротивление линии. Если линия на своем конце замкнута нек-рым сопротивлением $R_e \neq Z$, то между напряжением V_e и током I_e в конце линии будет уже другое соотношение, а именно: $\frac{V_e}{I_e} = R_e$, причем из ур-ий (3) для конца линии, т. е. при $x = 0$, получим:

$$\left. \begin{aligned} I_e R_e = V_e = V_n + V_0 \\ I_e = \frac{V_n}{Z} - \frac{V_0}{Z} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Иначе говоря, в результате несогласованности Z и R_e в конце линии возникают отраженные волны тока и напряжения. Деля одно ур-ие на другое, получим

$$\frac{R_e I_e}{I_e} = R_e = \frac{V_n + V_0}{V_n - V_0} Z$$

или

$$V_n (R_e - Z) = V_0 (R_e + Z).$$

Назовем отношение отраженной волны к падающей коэф-том отражения и обозначим буквой p ; тогда

$$p = \frac{V_0}{V_n} = \frac{R_e - Z}{R_e + Z}$$

при $R_e = Z$, $p = 0$; при $R_e = 0$, $p = -1$; при $R_e = \infty$, $p = 1$. В случае несимметричной линии

$$p_e = \frac{R_e - Z E}{R_e + Z E}; \quad p_a = \frac{R_a - Z A}{R_a + Z A}.$$

Явление отражения сказывается на входном сопротивлении линии и на ее затухании. Сперва разберем влияние отражения на входном сопротивлении линии. Из ур-ий (2) имеем $V_a = V_n e^{\gamma l} (1 + p e^{-2\gamma l})$ и $I_a = I_n e^{\gamma l} (1 - p e^{-2\gamma l})$, откуда входное сопротивление равно

$$U_a = \frac{V_a}{I_a} = Z \frac{1 + p e^{-2\gamma l}}{1 - p e^{-2\gamma l}}.$$

Т. к. $\gamma = \beta + ja$, то входное сопротивление зависит от частоты и имеет максимум, когда $2al$ является кратным 2π . Обозначим

$$p = \frac{R_e - Z}{R_e + Z} = e^{-2m} = e^{-2(\tau + is)}.$$

С другой стороны, $p = |p| e^{-i\varphi}$; поэтому

$$e^{-2\tau} \cdot e^{-i2s} = |p| \cdot e^{-i\varphi}$$

или

$$e^{-2\tau} = |p| \quad \text{и} \quad 2s = \varphi$$

или

$$|p| = \frac{1}{e^{2\tau}}.$$

Тогда:

$$A_a = Z \frac{1 + e^{-2m - 2\gamma l}}{1 - e^{-2m - 2\gamma l}} = Z \frac{1 + e^2(m + \gamma l)}{1 - e^{-2(m + \gamma l)}}.$$

Обозначим $m + \gamma l = g$, тогда

$$A_a = Z \frac{1 + e^{-2g}}{1 - e^{-2g}} = Z \frac{e^g + e^{-g}}{e^g - e^{-g}} = Z \operatorname{cth} g.$$

Это ур-ие можно представить в несколько более удобном виде для вычислений. Так как $g = (b + ia)$, то

$$A_a = Z \operatorname{cth} (b + ia) = Z \frac{\operatorname{ch} (b + ia)}{\operatorname{sh} (b + ia)} =$$

$$= Z \frac{\operatorname{ch} b \cos a + i \operatorname{sh} b \sin a}{\operatorname{sh} b \cos a + i \operatorname{ch} b \sin a} = Z \frac{\operatorname{sh} 2b - i \sin 2a}{\operatorname{ch} 2b - \cos 2a}$$

или

$$\frac{A_a}{Z} = \frac{\operatorname{sh} 2b - i \sin 2a}{\operatorname{ch} 2b - \cos 2a}. \quad (12)$$

Построим графически это ур-ие в зависимости

от частоты. Прежде всего выясним, чему будет равно отношение $\frac{A_n}{Z}$ при изменении a . Если $2a = 0$, то

$$\frac{A_n}{Z} = \frac{\text{sh } 2b}{\text{ch } 2b - 1} = \frac{\text{sh } 2b}{2 \text{sh}^2 b} = \frac{2 \text{sh } b \text{ ch } b}{2 \text{sh}^2 b} = \text{cth } b.$$

Если $2a = \frac{\pi}{2}$, то

$$\left| \frac{A_n}{Z} \right| = \left| \frac{\text{sh } 2b - i}{\text{ch } 2b} \right| = \sqrt{\frac{\text{sh}^2 2b + 1}{\text{ch}^2 2b}} = 1.$$

Если $2a = \pi$, то

$$\frac{A_n}{Z} = \frac{\text{sh } 2b}{\text{ch } 2b + 1} = \frac{2 \text{sh } b \text{ ch } b}{2 \text{ch}^2 b} = \text{th } b$$

и т. д.; дальнейший расчет приведен в следующей таблице, где также вычислен угол между

| | | | | | | |
|-----------------------|---------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| $2a \rightarrow$ | 0 | $\frac{\pi}{2}$ | π | $\frac{3}{2}\pi$ | 2π | $\frac{5}{2}\pi$ |
| $a \rightarrow$ | 0 | $1 \cdot \frac{\pi}{4}$ | $2 \cdot \frac{\pi}{4}$ | $3 \cdot \frac{\pi}{4}$ | $4 \cdot \frac{\pi}{4}$ | $5 \cdot \frac{\pi}{4}$ |
| $ A_n \rightarrow$ | $ Z \text{cth } b$ | $ Z $ | $ Z \text{th } b$ | $ Z $ | $ Z \text{cth } b$ | $ Z $ |
| $\text{tg } \epsilon$ | 0 | $-\frac{1}{\text{sh } 2b}$ | 0 | $+\frac{1}{\text{sh } 2b}$ | 0 | $-\frac{1}{\text{sh } 2b}$ |

векторами $|A_n|$ и $|Z|$ по ф-ле

$$\text{tg } \epsilon = -\frac{\sin 2a}{\text{sh } 2b}.$$

Величина $|A_n| = |Z| \text{cth } b$ больше, чем $|Z|$, а величина $|A_n| = |Z| \text{th } b$ меньше, чем $|Z|$. Т. о.

Табл. 6.—Данные для вычисления $|A_n|$.

| ω | $ Z $ | βl | $r_1 + \beta l$ | $r_2 + \beta l$ | $\text{th } b_1$ | $\text{cth } b_1$ | $\text{th } b_2$ | $\text{cth } b_2$ | $ Z \text{th } b_1$ | $ Z \text{cth } b_1$ | $ Z \text{th } b_2$ | $ Z \text{cth } b_2$ |
|----------|-------|-----------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| 2 000 | 1 600 | 0,83 | 1,63 | 1,29 | 0,926 | 1,08 | 0,85 | 1,15 | 1 480 | 1 740 | 1 380 | 1 860 |
| 4 000 | 1 645 | 0,87 | 1,67 | 1,33 | 0,93 | 1,078 | 0,8633 | 1,15 | 1 540 | 1 780 | 1 440 | 1 900 |
| 6 000 | 1 700 | 0,90 | 1,70 | 1,36 | 0,9354 | 1,07 | 0,8761 | 1,142 | 1 600 | 1 820 | 1 500 | 1 940 |
| 8 000 | 1 800 | 0,95 | 1,75 | 1,41 | 0,94 | 1,06 | 0,8875 | 1,12 | 1 700 | 1 900 | 1 600 | 2 000 |
| 9 000 | 1 875 | 0,97 | 1,77 | 1,43 | 0,944 | 1,055 | 0,8917 | 1,118 | 1 760 | 1 980 | 1 680 | 2 100 |
| 10 000 | 2 000 | 1,00 | 1,80 | 1,46 | 0,947 | 1,05 | 0,8977 | 1,10 | 1 900 | 2 100 | 1 800 | 2 200 |

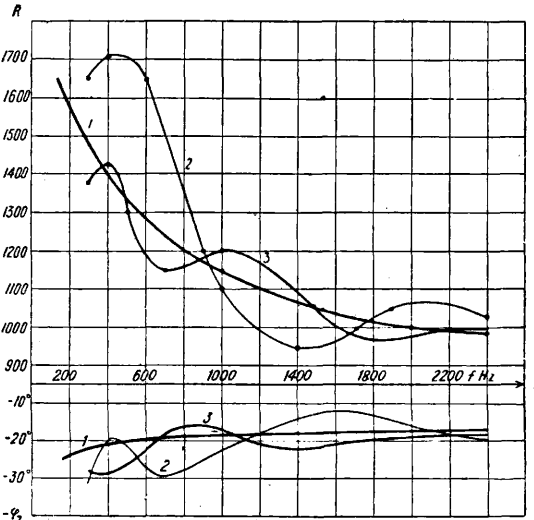
входное сопротивление в зависимости от частоты колеблется около значения волнового сопротивления, становясь то больше то меньше его. Что же касается угла ϵ , то таковой колеблется около нулевого значения, принимая величины $\pm \text{arc tg } \frac{1}{\text{sh } 2b}$. Для того чтобы представить графически взаимное расположение векторов $|A_n|$ и $|Z|$, отложим по оси OX частоты: на плоскости YOX —вектора $|Z|$, а на плоскости YOZ —вектора $|A_n|$ (фиг. 18). Кривая OO' показывает, как изменяется $|Z|$ в зависимости от частоты.

Фиг. 18.



Как видно, конец вектора $|A_n|$ описывает в зависимости от частоты винтообразную кривую в плоскостях, параллельных плоскости ZOY , вокруг линии волнового сопротивления. Отдельные витки этой винтовой линии с увеличением частоты уменьшаются, т. к. вследствие увеличения затухания $b_1 - \text{th } b$ и $\text{cth } b$ приближаются к единице, а угол ϵ —к нулю. С помощью ур-ня (12) очень легко выяснить форму кривой входного сопротивле-

ния при различных величинах коэф-та отражения $|p|$. Выясним напр., как изменяется модуль входного сопротивления в зависимости



Фиг. 19.

от частоты при $|p| = 0,2$ и при $|p| = 0,4$. Выше мы имели

$$g = m + \gamma l = r + is + \beta l + ial = r + \beta l + i(s + al) = b + ia;$$

следовательно $b = r + \beta l$. Т. к. $|p| = \frac{1}{e^{2\gamma l}}$, то

при $|p| = 0,2$ получим $\frac{1}{e^{2\gamma l}} = 0,2$ или $r = 0,8$. Если $|p| = 0,4$, то $r = 0,46$. Для отличия обозначим $r_1 = 0,8$ и $r_2 = 0,46$. Задаваясь $|Z|$ и βl , теперь можем вычислить $|A_n|$ (табл. 6).

На основании изложенного мы можем вывести следующие заключения: 1) Входное сопротивление однородной телефонной линии в зависимости от частоты носит плавный характер и постепенно изменяет свое значение только в том случае, если линия замкнута на своем конце сопротивлением, равным волновому сопротивлению линии. В этом случае входное сопротивление равно волновому сопротивлению. 2) С большой степенью точности приближения заключение предыдущего пункта относится также к электрически длинным линиям, т. е. к таким, абсолютное затухание k -рых превышает $1,5 (\beta l > 2)$. 3) При наличии отраженной волны, т. е. при наличии стоячих волн в линии, входное сопротивление в зависимости от частоты теряет свою плавную форму и принимает волнообразную форму; волна эта колеблется около значений Z , как около нулевой линии. Чем больше коэф. отражения p , тем больше «амплитуды» волнообразной кривой входного сопротивления. Выше приведены (фиг. 19: 1—волновое сопротивление железной

линии, $2-l = 60$ км, $3-l = 100$ км) результаты вычислений входного сопротивления неоднородной линии, состоящей из железной линии и кабеля, замкнутого своим волновым сопротивлением, причем входное сопротивление вычислялось при изменении длины l железной линии. Чтобы выяснить влияние отражения на затухание, воспользуемся выражением для эффективного затухания:

$$k = b + \ln \left| \frac{R_e + Z_E}{2\sqrt{R_e Z_E}} \right| + \ln \left| \frac{R_a + \frac{1}{2\sqrt{Z_A R_a}}}{2\sqrt{Z_A R_a}} \right| + \ln \left| 1 - e^{-2\gamma l} \frac{R_e - Z_E}{R_e + Z_E} \cdot \frac{R_a - Z_A}{R_a + Z_A} \right|;$$

$$k = b + \frac{1}{2} \ln \left| \frac{1}{1 - p_a^2} \right| + \frac{1}{2} \ln \left| \frac{1}{1 - p_b^2} \right| + \ln |1 - p_a p_b e^{-2\gamma l}|;$$

$$k = b + \sigma_1 + \sigma_2,$$

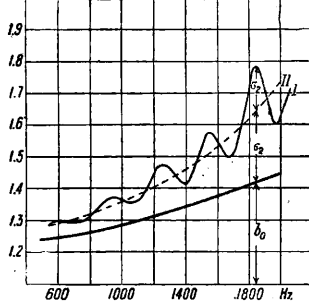
где

$$\sigma_1 = \frac{1}{2} \ln \left| \frac{1}{1 - p_a^2} \right| + \frac{1}{2} \ln \left| \frac{1}{1 - p_b^2} \right|,$$

$$\sigma_2 = \ln |1 - e^{-2\gamma l} p_a p_b|.$$

Величины σ_1 и σ_2 являются затуханиями вследствие отражения, причем первый член σ_1 в зависимости от частоты изменяется по плавной кривой (фиг. 20, кривая II), а второй член σ_2 — по волнистой кривой I, причем максимумы соответствуют тем частотам, при к-рых $2al$ является кратным 2π . Особенное значение явление отражения имеет в линиях, оборудованных промежуточными усилителями; в этом случае в ф-ле коэф-та отражения под величиной R_e подразумевают входное сопротивление линии U , т. е. $p = \frac{U-Z}{U+Z}$. Как известно, коэф. точности настройки промежуточного усилителя δ , равный

Фиг. 20.



Фиг. 20.

обуславливает собой явление эхо, для измерения к-рого введено понятие об экозатухании b_E , причем

$$e^{-b_E} = \left| \frac{\delta}{2} \right| = |p|,$$

откуда

$$b_E = \ln \frac{1}{|p|} = \ln \frac{1}{\left| \frac{\delta}{2} \right|} = \left| \frac{U+Z}{U-Z} \right|.$$

Кривые постоянных значений экозатухания b_E в плоскости $\frac{U}{Z}$ являются окружностями (фиг. 21), положение центра к-рых определяется из ур-ий:

$$x_0 = \frac{1+|p|^2}{1-|p|^2} \text{ и } y_0 = 0,$$

радиус же окружностей находится из ур-ия

$$r = \frac{2|p|}{1-|p|^2}.$$

Действительно

$$e^{-b_E} = \left| \frac{\frac{U}{Z} - 1}{\frac{U}{Z} + 1} \right| = |p|.$$

Так как

$$\frac{U}{Z} = x + jy,$$

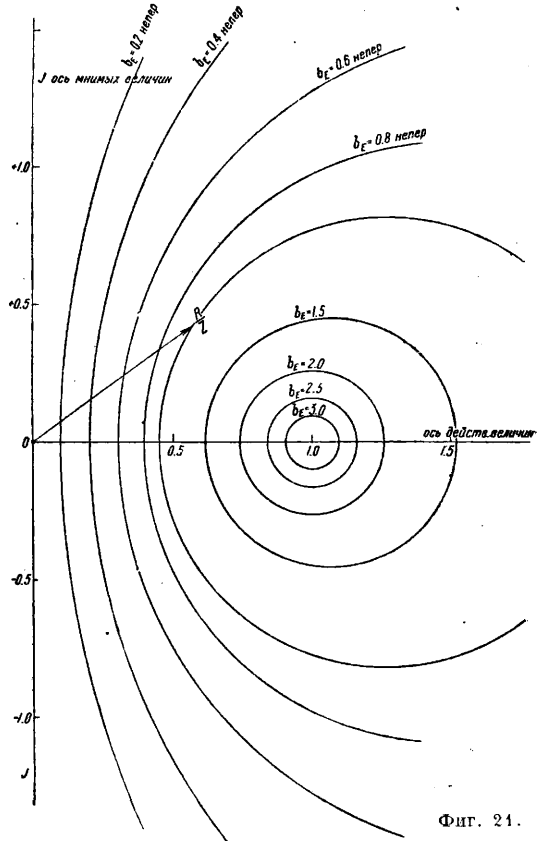
то

$$|p|^2 = \frac{(x-1)^2 + y^2}{(x+1)^2 + y^2},$$

откуда получаем ур-ие окружности:

$$x - \left[\frac{1+|p|^2}{1-|p|^2} \right]^2 + y^2 = \left[\frac{2|p|}{1-|p|^2} \right]^2.$$

Искажение речи. Искажение первого рода. Изменение формы кривой разго-



Фиг. 21.

ворного тока вследствие неодинакового затухания различных частот называется искажением первого рода. Мерой искажения первого рода служит разница Δb между величинами полного затухания при различных частотах, а именно при $\omega_1 = 15000$ ($f = 2400$) и $\omega_2 = 3000$ ($f = 500$), т. е.

$$\Delta b \ll b_{\omega = 15000} - b_{\omega = 3000}.$$

Эта разница для первостепенных сообщений не должна превосходить двух неперов. Величина искажения $\Delta b \ll 2$ непера распределяется сл. обр.: а) величина искажения, обуславливаемая междугородной линией, не д. б. больше 0,7 неперов; б) величина искажения, обуславливаемая городскими линиями (в обоих городах), не должна превышать 1,3 непера; в) искажениями, обуславливаемыми МТС и ЦТС, можно пренебречь. Необходимо иметь в виду, что воздушные медные, бронзовые и дуралюминиевые линии практически не вызывают искажений речи; поэтому при применении перечисленных линий в качестве составных частей телефонной цепи искажениями, обуславливаемыми

ими, можно пренебречь. Например рассчитаем искажение, имеющее место между двумя абонентами различных городов, связанных междугородной медной линией; в обоих городах связь абонентов с ЦТС и МТС осуществляется кабельной линией с жилами диам. 0,5 мм. Расстояние наиболее удаленного абонента от МТС как в одном, так и в другом городе равно 5 км. Следовательно искажение, обусловливаемое кабельной линией в районе обоих городов, равно

$$\Delta\beta = l(\beta_{15\ 000} - \beta_{3\ 000}) = 10 \times (0,23 - 0,10) = 1,3.$$

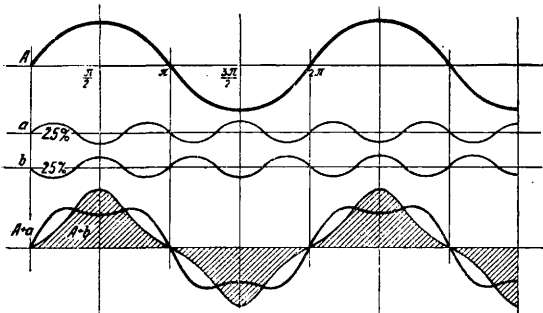
Отсюда видим, что длина l м. б. увеличена до

$$l = \frac{2}{0,13} \cong 15 \text{ км},$$

т. е. по 7,5 км в каждом городе. Для второстепенных сообщений величина искажения, обусловливаемая междугородной линией, м. б. увеличена до 1,5 непер. Ниже приведена разность $\Delta\beta = \beta_{15\ 000} - \beta_{3\ 000}$ для различных линий:

| Название линий | Диаметр, мм | $\Delta\beta$ |
|----------------------------------|-------------|---------------|
| Медная (бронзовая) | 3 | 0,00023 |
| | 1 | 0,00009 |
| Железная | 4 | 0,008 |
| | 2 | 0,0089 |
| Обыкновенная кабельная | 0,8 | 0,0256 |
| | 0,7 | 0,035 |
| | 0,6 | 0,045 |
| | 0,5 | 0,057 |

Искажение второго рода. Если какое-либо периодич. колебание дойдет до уха, то оно в нем разлагается по закону Фурье. Ухо сортирует основное колебание и гармоники по их амплитудам, но не может различать



Фиг. 22.

их по сдвигу фаз. На фиг. 22 изображено основное колебание A и ее третья гармоника a , амплитуда k -рой равна 25% от основной. Результирующая кривая обозначена $(A + a)$. Если по какой-либо причине третья гармоника будет сдвинута на 180° (см. кривую b), то результирующая кривая будет $(A + b)$. Как видим, форма кривой совершенно различна, но ухо не в состоянии различить эти кривые. Ухо слышит $(A + a)$ так же, как $(A + b)$. Т. о. сдвиг фаз не вызывает искажения речи. Искажение же второго рода вызывается удлинением передаваемого сигнала, что вызывается различными групповыми скоростями, т. е. скоростями, с k -рыми двигаются группы волн различных частот. Мерой искажения второго рода принимается разность

$$\Delta t = l \left(\frac{da_2}{d\omega} - \frac{da_1}{d\omega} \right) \leq 30 \times 10^{-3} \text{ ск.},$$

где l —длина линии в км, a_2 и a_1 —угловые из-

мерители волн при двух любых круговых частотах ω_2 и ω_1 в спектре от $\omega = 2\ 000$ до $\omega = 15\ 000$.

Искажения третьего рода—нелинейные искажения. Основные уравнения телефонной линии были выведены в том предположении, что постоянные линии зависят только от частоты, но не от величины (амплитуды) тока. Это условие означает, что постоянные электромагнитные поля линий, в частности магнитная проницаемость μ , не зависят от силы тока. Этому условию удовлетворяют телефонные линии, если в них не включены например катушки с железным сердечником, усилители, характеристика k -рых имеет лишь приближенно прямолинейный характер, и т. п.; в противном случае параметры передачи безусловно зависят от силы тока. Вследствие такой зависимости на линии возникают кроме разговорных частот еще новые частоты, т. н. комбинированные колебания. Следствием этого является искажение речи, называемое нелинейным, или искажением третьего рода. Т. к. искажение третьего рода в линиях практически возникает лишь при значительной силе тока, то считается с ним приходится при телефонировании с усилителями по пупинизированным кабелям (см. *Пупинизация*).

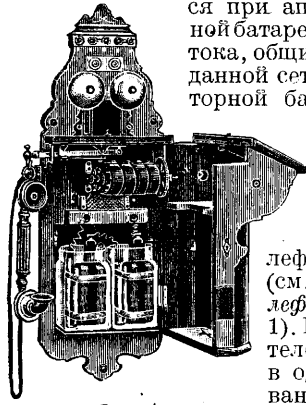
Искажение четвертого рода вследствие отражения. Даже при передаче по линии, свободной от искажений, речь искажается также в том случае, если кажущееся сопротивление приключенного к линии аппарата не равно волновому сопротивлению линии. Как известно, в этом случае в конце линии возникают отраженные волны, величина k -рых изменяется с частотой; благодаря этому изменяется воспринимаемая приемником мощность в зависимости от частоты. Равенство сопротивлений аппаратов волновому сопротивлению отнюдь не совпадает с условием максимальной отдачи мощности линией аппарату. До введения усилителей при передаче на большие расстояния нужно было считаться с k -д линии и мириться с искажением передачи. В настоящее время отсутствие искажений является главным условием, тем более, что при наличии усилителей k -д линии значения не имеет. По этой причине стремятся посредством уточнения соответствия между аппаратами и волновым сопротивлением линии уменьшить отражение на конце и зависимость его от частоты. При неоднородных линиях этого нельзя достигнуть вследствие большого и совершенно неуправляемого колебания кажущегося сопротивления линии от частоты; для устранения этого необходимо включать в месте соединения линий надлежаще подобранные переходные трансформаторы.

Лит.: Юрьев М., Теория телефонной передачи, М., 1931; Коваленков В., Основы теории связи, М., 1931; Цимбалистый М., Основы теории телефонной передачи, М., 1932; Breisig F., Theoretische Telegraphie, 2 Aufl., Brschw., 1924; Hill J., Telephonic Transmission, L., 1920; Holcke G., Zur Theorie u. Berechnung d. Betriebsdämpfung in einfachen u. zusammengesetzten Übertragungssystemen, «ETZ», 1932, 3; Fühner R., Stosstraktor u. Stossdämpfung, *ibid.*, 1932, 10; Schmidt K., Neubildung von unterdrückten Sprachfrequenzen durch ein nichtlinear verzerrendes Glied, *ibid.*, 1933, 1.

М. Юрьев.

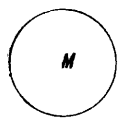
ТЕЛЕФОННЫЕ АППАРАТЫ, приборы, предназначенные для передачи речи на расстояние; в них приемником является телефон, а передатчиком микрофон. Для действия Т. а. необходимо питание микрофона его постоянным током. В виду этого в зависимости от способа питания Т. а. подразделяются на две системы:

местной батареей МБ (фиг. 1), когда источник тока в виде 1—2 гальванических элементов находится при аппарате, и центральной батареей ЦБ, когда источник тока, общий для всех абонентов данной сети, в виде аккумуляторной батареи находится на центральной станции. К системе ЦБ также относятся Т. а., предназначенные для включения в автоматические телефонные станции—АТС (см. Автоматическая телефонная станция, фиг. 1). Помимо микрофона и телефона, объединенных в один прибор под названием микротелефона, в зависимости от системы

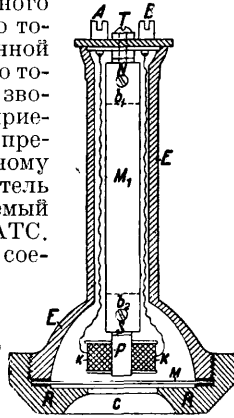


Фиг. 1.

в состав Т. а. должны входить следующие приборы: индукционная катушка, играющая роль трансформатора телефонного тока, источник постоянного тока для питания микрофонной цепи, индуктор переменного тока для послыски вызова, звонок переменного тока для приема вызова, конденсатор для предотвращения пути постоянному току, рычажный переключатель и номерной диск, применяемый лишь в аппаратах сист. АТС. Перечисленные приборы, сое-



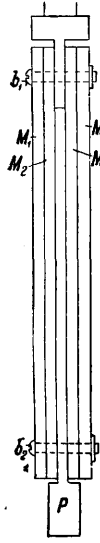
Фиг. 2.



Фиг. 3.

диненные в том или ином порядке, составляют схему Т. а. В каждой схеме отличают две части: вызывную часть, состоящую из цепи приема и послыски вызова, и разговорную часть. Переход от одной части схемы к другой осуществляется при помощи рычажного переключателя в момент снятия микротелефона с крюка последнего.

Независимо от конструкции телефон представляет собой совокупное применение постоянного магнита NS (фиг. 2), железного сердечника P, снабженного обмоткой из медной изолированной проволоки K, и кругообразной тонкой железной пластинки M, расположенной перед свободным концом сердечника P, носящей название мембраны (см.). На фиг. 3 изображен однополюсный телефон Белля. Постоянный магнит этого телефона представляет собой систему четырех стальных намагниченных брусков M_1, M_2, M_3, M_4 (фиг. 4), скрепленных винтами b_1 и b_2 между собой и сердечником P, изготовленным из мягкого железа. Вся система заключена в эбонитовый чехол E (фиг. 3). Сердечник P, обладающий магнитными свойствами под влиянием постоян-



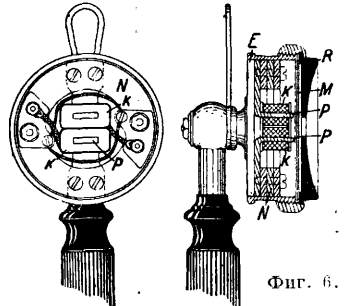
Фиг. 4.

ных магнитов, снабжен катушкой, несущей на себе обмотку K в 1 415 витков тонкой медной изолированной проволоки диам. 0,14 мм, общим сопротивлением 75 Ω , концы которой подведены к зажимам A и B. Система постоянных магнитов $M_1—M_4$ (фиг. 4) прикреплена к дну чехла при помощи винта T (фиг. 3), дающего возможность регулировать расстояние между сердечником P и мембраной M, зажатой против этого сердечника между слуховой раковиной R и чехлом E. В раковине имеется отверстие C, через которое распространяются звуковые волны, производимые колеблющейся мем-



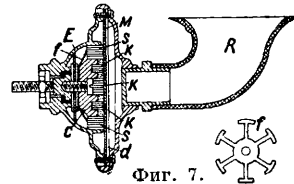
Фиг. 5.

браной. В микротелефоне (фиг. 5: микрофон M и телефон T, смонтированные на общей эбонитовой рукоятке K) в качестве приемника служит плоский телефон (фиг. 6), постоянный магнит к-рого N состоит из четырех или трех рядов колец или полуколец, наложенных одно на другое и свинченных между собой и с полюсными наконечниками P. Постоянные магниты N с наконечниками P, снабженными катушками K из изолированной медной проволоки, и мембрана M заключены в латунный никелированный чехол E со слуховой раковиной R. На фиг. 7 приведен микрофон Эриксона. В металлич. футляре E, снабженном говорной раковиной R, поющей название а м б у ш у ра (рожок) и предназначенной для направления звуковых колебаний на мембрану, находится угольная колодка



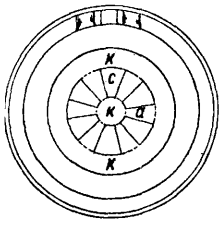
Фиг. 6.

C цилиндрической формы, в которой имеются гнезда K, расположенные со стороны, обращенной к угольной мембране M. В эти гнезда вставляются фланелевые цилиндрики, которые дают на мембрану M. Угольная колодка C прикреплена изолированно к металлу, основанию микрофона при помощи винта и снабжена фланелевым кольцом S. При помощи звездообразной пружины f указанное кольцо прижимается к мембране M. На поверхность колодки C насыпается зернистый уголь. С целью предохранения внутренних частей микрофона от сырости и пыли перед мембраной M помещается водонепроницаемая перепонка d. Для ускорения и облегчения работы по исправлению повреждений в современном типе микрофона применяется т. н. микрофонный капсюль, представляющий собою следующее устройство: угольная колодка C (фиг. 8) с вырезами a изолированно при помощи винта b, изоляционной втулки R и кружка T прикреплена к металлу коробки E, на заплечики

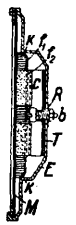


Фиг. 7.

к-рой наложена угольная мембрана *М*. Промежутки между мембраной и колодкой заполнены зернистым угольным порошком, предохраненным от высыпания фланелевым кольцом *К*, надетым на колодку *С* и прижимаемым к мембране двумя плоскими пружинами f_1 и f_2 .

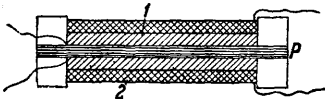


Фиг. 8.



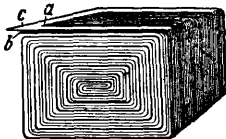
Одним полюсом капсуля служит угольная колодка, а другим — мембрана, находящаяся в контакте с корпусом капсуля *Е*. Сопротивление микрофона для аппаратов ЦБ в спокойном вертикальном его положении д. б. 100—400 Ω при силе

питающего микрофон тока 15 мА, для аппаратов МБ, также при спокойном положении микрофона, должно составлять 20—60 Ω . Толщина угольной мембраны в капсуле микрофона ЦБ равна 0,45—0,53 мм при диам. 48 мм, а в капсуле для микрофона ЦБ — не более 0,53 мм при диам. 47,5—48,5 мм. Индукционная катушка состоит из сердечника *Р* (фиг. 9), изготовляемого из пучка тонких проволок отожженного мягкого железа диам. каждая 0,5 мм, несущего на себе первичную *1* и вторичную *2* обмотки. В Т. а. сист. МБ сопротивление обмоток: первичной равно 1,5 Ω и вторичной 75 Ω ; в аппаратах же сист. ЦБ индукционные катушки содержат *2* обмотки сопротивлением каждая 80 Ω . Как источник постоянного тока в разговорной части Т. а. сист. МБ применяются почти исключительно гальванические элементы (см.), наиболее употребительными из к-рых являются элемент Лекланше и различные типы сухих элементов. Генератором вызывного переменного тока в аппарате МБ служит индуктор (см.). В Т. а. сист. ЦБ индуктор отсутствует, так как вызов абонентом центральной станции производится автоматически после снятия микрофона или телефона с приспособления, его поддерживающего. Приемником вызова как в аппаратах МБ, так и ЦБ является поляризованный звонок (см. *Звонок электрический*). В качестве приборов, преграждающих путь постоянному току, в Т. а. применяются конденсаторы, изготовленные из

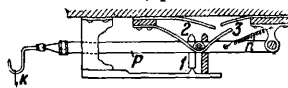


Фиг. 9.

двух станиолевых обкладок *а* и *б* (фиг. 10) шириною 5—11 см, разделенных изолирующей прослойкой *с* и свернутых в трубку. Для изолирующей прослойки в этом типе конденсаторов применяется парафинированная бумага. Благодаря тому что для изготовления конденсаторов используются весьма тонким материалом (толщина станиоля до 0,007 мм, толщина бумаги до 0,016—0,02 мм), к тому же сильно прессуемым, они, имея сравнительно небольшие размеры, обладают емкостью до 2 μ Ф. Переключение Т. а. с вызова на разговор производится



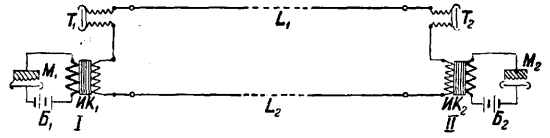
Фиг. 10.



Фиг. 11.

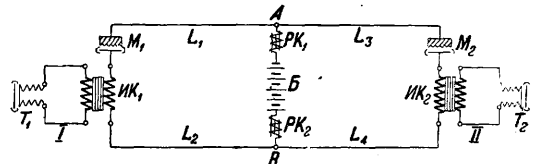
при посредстве рычажного переключателя *Р* (фиг. 11), на крюке *К* к-рого поκειται микрофон. При снятии микрофона рычаг *Р* под действием пружины *п* поднимается, замыкая контакты *2* и *3* и размыкая контакт *1*. При замыкании контакта *3* включается цепь батареи аппарата МБ через первичную обмотку индукционной катушки и микрофон. Замыкание контакта *2*, как увидим ниже, включает части аппарата для разговора, а замыкание контакта *1* — для вызова.

На фиг. 12 приведена принципиальная схема включения в линию двух Т. а. сист. МБ. Если абонент *I* говорит перед мембраной микрофона *М*₁, то ток от батареи *Б*₁ циркулирует в цепи последнего по схеме: полюс батареи *Б*₁, микрофон *М*₁, первичная обмотка индукционной катушки *ИК*₁ и другой полюс батареи *Б*₁. Во время разговора абонента *I* вследствие изменения сопротивления микрофона *М*₁ ток, циркулирующий в цепи, будет то уси-



Фиг. 12.

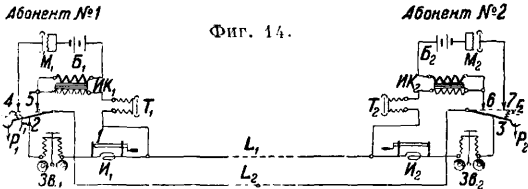
ливаясь то ослабляться. Эти изменения тока возбуждают во вторичной обмотке индукционной катушки *ИК*₁ под влиянием электромагнитной индукции переменный ток, к-рый, пройдя по проводам *L*₁ и *L*₂, достигнет телефона абонента *II* по схеме: один конец вторичной обмотки индукционной катушки *ИК*₁, телефон *T*₁, провод *L*₁, телефон *T*₂, вторичная обмотка индукционной катушки *ИК*₂, провод *L*₂ и другой конец вторичной обмотки индукционной катушки *ИК*₁. В зависимости от направления этот ток будет усиливать или ослаблять магнетизм сердечников телефона *T*₂, вследствие чего мембрана последнего придет в колебательное движение, производящее звук. Схема включения микрофона и телефона при сист. ЦБ ука-



Фиг. 13.

зана на фиг. 13, где микрофон *М*₁ через одну из обмоток индукционной катушки *ИК*₁ включен в цепь батареи *Б*, находящейся на центральной станции. Когда абонент *I* говорит, то под действием колебания мембраны в микрофоне *М*₁ возбуждается пульсирующий ток, который направляется по проводам *L*₁ и *L*₂. Подойдя к точкам *А* и *В*, пульсирующий ток в дальнейшем направляется по проводам *L*₃ и *L*₄, т. к. путь между точками *А* и *В* благодаря реактивным катушкам (см.) *РК*₁ и *РК*₂ представляет указанному току очень большое кажущееся сопротивление. Соединение между собой отдельных частей Т. а. сист. МБ осуществляется по нескольким схемам; здесь рассматриваются наиболее характерные: американская, шведская и немецкая. Американская система (фиг. 14). Посылка вызова: абонент № 1 вращает рукоятку индуктора *И*₁; при этом контакт *1* размыкается и ток индуктора про-

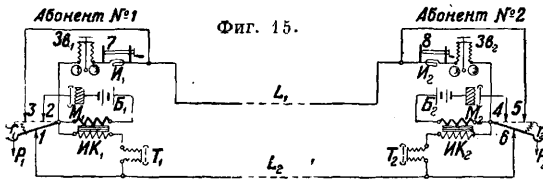
ходит по пути: один конец обмотки I_1 , обмотка звонка $Z\beta_1$, контакт 2, рычаг P_1 , провод L_2 , рычаг P_2 , контакт 3, обмотка звонка $Z\beta_2$, шунт индуктора I_2 (эту роль выполняет его массив), провод L_1 и другой конец обмотки индуктора I_1 . Под действием тока индуктора



Фиг. 14.

I_1 звонки обоих абонентов дают сигнал вызова. После вызова абоненты снимают с рычагов P_1 и P_2 микрофоны. Под действием пружин r_1 и r_2 рычаги P_1 и P_2 занимают положения, показанные на фиг. 14 пунктиром. Абонент № 1 говорит; ток батареи B_1 направляется по схеме: микрофон M_1 , контакт 4, рычаг P_1 , контакт 5, первичная обмотка индукционной катушки IK_1 , батарея B_1 . Во вторичной обмотке индукционной катушки IK_1 развивается разговорный ток по схеме: один конец вторичной обмотки индукционной катушки IK_1 , контакт 5, рычаг P_1 , провод L_2 , рычаг P_2 , контакт 6, вторичная обмотка индукционной катушки IK_2 , телефон T_2 , провод L_1 , телефон T_1 , другой конец индукционной катушки IK_1 .

Шведская схема (фиг. 15). Посылка вызова: абонент № 1 вращает рукоятку индуктора

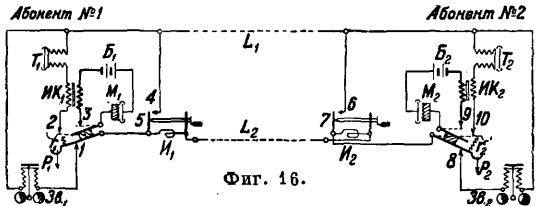


Фиг. 15.

I_1 , при этом контакт 7 размыкается, и вызывной ток идет по пути: один конец обмотки индуктора I_1 , звонок $Z\beta_1$, рычаг P_1 , контакт 1, провод L_2 , контакт 6, рычаг P_2 , звонок $Z\beta_2$, шунт индуктора I_2 , провод L_1 и другой конец обмотки индуктора I_1 . Абоненты снимают микрофоны с рычагов P_1 и P_2 для разговора, при этом последние занимают положения, указанные на фиг. 15 пунктиром, вследствие чего контакты 2, 3, а также 4 и 5 замыкаются. Разговор: абонент № 1 говорит; ток от полюса батареи B_1 идет через микрофон M_1 , контакт 2, рычаг P_1 , первичную обмотку индукционной катушки IK_1 и другой полюс батареи B_1 . Во вторичной обмотке индукционной катушки IK_1 развивается разговорный ток, к-рый направляется по пути: один конец вторичной обмотки индукционной катушки IK_1 , рычаг P_1 , контакт 3, провод L_1 , контакт 5, рычаг P_2 , вторичная обмотка индукционной катушки IK_2 , телефон T_2 и провод L_2 , телефон T_1 и другой конец вторичной обмотки индукционной катушки IK_1 .

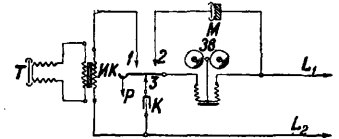
Немецкая схема (фиг. 16). Посылка вызова: абонент № 1 вращает рукоятку индуктора I_1 , при этом контакт 4 замыкается, а контакт 5 размыкается. Вызывной ток независимо от того, опущен или поднят рычаг P_1 , т. к. контактом 4 шунтируются все остальные приборы аппарата, направится по пути: один конец обмотки индуктора I_1 , контакт 4, провод L_1 ,

звонок $Z\beta_2$, контакт 8, рычаг P_2 , контакт 7, шунт индуктора I_2 , провод L_2 и другой конец обмотки индуктора I_1 . Разговор: абонент № 1 говорит; ток от полюса батареи B_1 идет через микрофон M_1 , контакт 3, первичную обмотку индукционной катушки IK_1 и другой полюс батареи B_1 . Во вторичной обмотке катушки IK_1 развивается ток, который направляется по пути: один конец вторичной обмотки катушки IK_1 , телефон T_1 , провод L_1 , телефон T_2 , вторичная обмотка катушки IK_2 , контакт 10, рычаг P_2 , контакт 7, шунт индуктора I_2 , провод L_2 , шунт индуктора I_1 , контакт 5, рычаг P_1 , контакт 2 и другой конец обмотки катушки IK_1 . В аппаратах сист. ЦБ телефон не включается непосредственно в линию, как это осуществляется в сист. МБ, а присоединяется ко



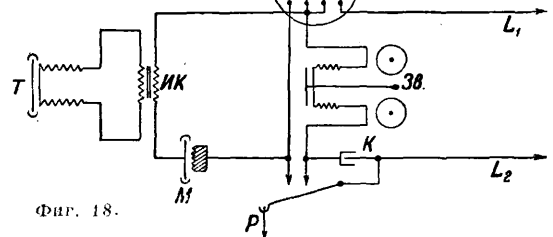
Фиг. 16.

вторичной обмотке индукционной катушки. Такое включение необходимо для того, чтобы устранить влияние постоянного тока центральной батареи на телефон, так как в противном случае понижалась бы чувствительность последнего для восприятия сравнительно незначительных колебаний телефонного тока. На фиг. 17 приведена схема телефонного аппарата сист. ЦБ. Посылка вызова: абонент снимает микрофон с рычага аппарата P , при этом контакты 1 и 2 замыкаются, а контакт 3 размыкается. Ток от центральной батареи, протекая через вызывное приспособление на станции и приводя его в действие, замыкается по схеме: провод L_1 , микрофон M , контакт 2, массив рычага P , контакт 1, обмотка индукционной катушки IK , провод L_2 . Прием вызова: вызывной ток станции идет по пути: провод L_1 , звонок $Z\beta$, контакт 3, конденсатор K и провод L_2 . Разговор—путь разговорного переменного тока: провод L_1 , микрофон M , контакт 2, рычаг P , контакт 1, обмотка индукционной катушки IK , провод L_2 , во второй же обмотке IK индуктируется ток, к-рый в телефоне T производит звук. На фиг. 18 дана схема



Фиг. 17.

телефонного аппарата сист. АТС, где D —номерной диск с контактом 1 для короткого замыкания микрофона и с контактом 2, прерывающим линию абонента при вращении диска. Контакт



Фиг. 18.

телефонного аппарата сист. АТС, где D —номерной диск с контактом 1 для короткого замыкания микрофона и с контактом 2, прерывающим линию абонента при вращении диска. Контакт

1, замыкающий накоротко микрофон M в момент перерывов линии, предназначается для предотвращения треска в телефоне, могущего возникнуть вследствие быстрых перерывов тока в цепи аппарата. Другой причиной применения шунтирующего контакта 1 является желание изъять из импульсной цепи переменное сопротивление микрофона.

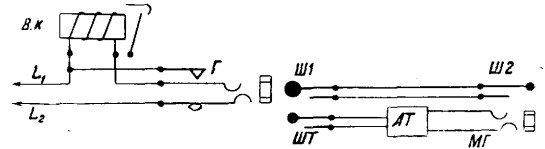
Лит.: Китаев Е., Телефония, М., 1926; Коваленков В., Телефония, ч. 1, М., 1932; Матов Г., Телефония в схемах, вып. 1, М., 1923. Е. Китаев.

ТЕЛЕФОННЫЕ СТАНЦИИ, устройства для соединения абонентов между собой. В городах, где много абонентов, необходимо иметь центральные Т. с., к-рые были бы непосредственно связаны с каждым абонентом в отдельности так, чтобы каждый абонент мог в любой момент вызвать центральную Т. с., а также чтобы и центральная Т. с. могла вызывать каждого абонента. По характеру обслуживания городских Т. с. разделяются на *автоматические телефонные станции*. (см.), сокращенно АТС, и станции ручного обслуживания, сокращенно РТС, где все операции по соединению абонентов между собой производится руками телефонистки. Ниже излагаются данные, относящиеся к городским РТС, и попутно приводятся сведения, касающиеся АТС. По системе питания электрич. током городские Т. с. разделяются на: 1) РТС местной батареи, сокращенно МБ, когда для питания микрофонов абонентских аппаратов устанавливаются при последних обычно гальванич. элементы, и 2) РТС центральной батареи, сокращенно ЦБ, когда микрофоны абонентских аппаратов получают питание током с центральной Т. с. (батарея аккумуляторов или динамомашин). Вторая система питания имеет место на крупных телефонных сетях с большим количеством абонентов, технич. надзор за которыми в значительной степени усложняется, влияя на исправное состояние сети. Практика показывает, что до 80% повреждений у абонентов вызывается неисправностью местных батарей. Применение центральных батарей на городских Т. с. дает следующие преимущества. 1) У абонента ставится упрощенный более дешевый телефон без батареи и индуктора. 2) Вызов и отбой у абонентов автоматический (первый получается при снятии микрофона, второй—при подвеске его). 3) Технич. надзор за сетью значительно облегчается. 4) Питание от одной центральной батареи обуславливает уменьшение расхода на эксплуатацию. 5) Увеличивается продуктивность центральной станции, т. к. упрощена работа телефонистки: а) сигнал вызова на центральной Т. с. исчезает автоматически, лишь только абонент повесит трубку на место; б) отбой от абонента автоматически показывает телефонистке, снята или повешена трубка у каждого из абонентов (при наличии двухстороннего отбоя), и в) автоматически же исчезает по вынуги телефонисткой соединительных штепселей.

На центральной Т. с. должны быть приспособления, с помощью к-рых происходит соединение абонентов между собой. Это достигается постановкой на Т. с. телефонных *коммутаторов* (см.), размещаемых в коммутаторном зале. Классификация коммутаторов (важнейшие виды). 1. Коммутаторы местной батареи (МБ): а) коммутаторы-номерники (б. ч. не свыше чем на 12 номеров) одно-

проводных или двухпроводных систем; б) стенные коммутаторы—однопроводные или двухпроводные (преимущественно до 50 номеров); в) столовые коммутаторы (емкостью свыше 50 номеров)—однопроводные и двухпроводные; г) коммутаторы МБ с световой сигнализацией и автоматич. отбоем; д) коммутаторы МБ с многократным полем. 2. Коммутаторы центральной батареи (ЦБ): а) без многократного поля, б) с многократным полем, в) групповой системы, г) распределительной системы, д) бесключевые (без опросно-вызывных ключей). Простейшими из всех вышеперечисленных коммутаторов являются номерники. Они отличаются от коммутаторов тем, что не имеют: 1) индуктора для вызова, 2) микрофонной трубки для опроса и 3) отбойных клапанов. Для выполнения роли коммутатора центральной станции номерник должен иметь отдельный индукторный телефон.

1-а. Коммутаторы-номерники МБ содержат для каждого включенного абонента пружинное гнездо и вызывной клапан. Для опросов абонентов телефонисткой при номернике располагается нормальный телефонный аппарат, линия от к-рого замыкается на номерные гнездом и штепселем. Соединение абонентов делается помощью шнуровых пар, состоящих каждая из двух штепселей, соединенных гибким шнуром, одно- или двухпроводным. Принципиальная схема двухпроводного коммутатора-номерника Эриксона дана на фиг. 1. Штепсель $Ш1$



Фиг. 1.

и $Ш2$ в шнуровых парах выполняются различными, отличающ. схемой включения (разнопроводные штепсели) или величиной головки, так чтобы при соединении пары абонентов один из вызывных клапанов $B. \kappa.$ оставался включенным в разговорную цепь для восприятия последующего сигнала отбоя (на фиг. 1: L_1 и L_2 —линия абонента, G —гнездо, $AТ$ —аппарат телефонистки, $ШТ$ —штепсель телефонистки, $MГ$ —местное гнездо).

1-б. Стенные коммутаторы МБ отличаются от номерников наличием для телефонистки микрофонной трубки и индуктора, включаемых в шнуровые пары помощью индивидуальной для каждой пары кнопки. Для отбоя применяются отбойные клапаны $O. \kappa.$, включаемые в шнуровой паре последовательно или параллельно в разговорной цепи. При-



Фиг. 2.

мер схемы двухпроводного коммутатора дан на фиг. 2, где M —микрофон, T —телефон, $ИК$ —индукционная катушка, $И$ —индуктор.

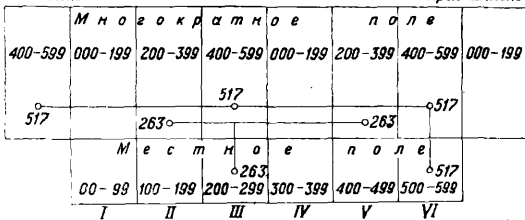
1-в. Коммутаторы МБ столового типа по схеме в принципе сходны со стенными коммутаторами; иногда в шнуровых парах применяются опросно-вызывные ключи, имеющие по три положения: а) нормальное—разговор абонентов с параллельным, реке последовательным, включением отбойного клапана; б) опросное—подключение микрофона телефонистки параллельно разговорной цепи абонентов и в) вызывное—посылаю индукторного вызова в сторону требуемого абонента.

1-г. Коммутаторы МБ со световой сигнализацией вызова и отбоя отличаются тем, что вместо вызывных и отбойных клапанов в них применяются реле, включающие своими контактами цепи тока на соответствующие вызывные или отбойные лампочки накаливания. Введение световой сигнализации значительно увеличивает производительность телефонисток, освобождая их от обязанности закрывать вручную вызывные и отбойные клапаны. Вызывные и отбойные сигналы д. б. непрерывнодействующими, начиная с момента первоначаль-

ного появления сигнала вплоть до совершения телефонисткой требующейся согласно сигналу операции, после чего сигнал должен автоматически прекратиться. В обеспечении этого напр. вызванные реле делаются с двумя обмотками; при прохождении индукторного тока через первую из них, при вызове абонентом станции, реле притягивает якорь, включая собственным контактом цепь тока на вторую обмотку, и этим «заблокировывается», давая постоянную цепь тока на вызывную лампу; по вставлении же телефонисткой штепселя в гнездо для опроса абонента цепь тока через обмотку реле или вызывную лампу обрывается, и сигнал вызова исчезает. Отбойный сигнал обычно загорается автоматически, как только абонент повесит трубку, преврав этим цепь тока через свой аппарат на отбойное реле, включенное в шнуровую пару на станции. По разъединении (вынимании телефонисткой штепселей) цепь тока через отбойную лампу прерывается, и сигнал отбоя гаснет. Световых отбойных сигналов с относящимися к ним реле обычно делается в шнуровой паре два, по отдельности управляемых каждым из соединенных абонентов (двусторонний отбой). Разъединение телефонисткой делается лишь по появлению обоих сигналов отбоя.

1-д. Коммутаторы МБ с многократным полем характеризуются тем, что каждый абонент, помимо включения его линии в гнездо местного поля, находящегося совместно с вызывным сигналом на коммутаторе, телефонистка к-рого прикреплена к обслуживанию вызовов данной группы номеров абонентов, имеет еще ряд гнезд многократного поля, расположенных на других коммутаторах и служащих для соединений данного абонента с другими вызывающими его абонентами. Чтобы любая телефонистка могла производить соединения прикрепленных к ней в отношении местного поля абонентов с любыми другими абонентами, многократное поле имеет повторения гнезд всех абонентов через каждые 3—4 коммутатора (рабочие места телефонисток). Для удобства работы телефонисток, обслуживающих начальное и последнее рабочие места в коммутаторном ряде, устраиваются аннексы, содержащие повторения части гнезд многократного поля помимо аннексов, недоступных для этих телефонисток по дальности своего расположения от концов коммутаторного ряда. Принцип включения абонентских линий в местное и многократное поле дан на фиг. 3. Характер-

Лев аннекс Прав аннекс



Рабочие места

Фиг. 3.

ной особенностью обслуживания коммутаторов с многократным полем является необходимость для телефонистки перед вставлением штепселя в гнездо многократного поля требуемого абонента производить «пробу занятости» требуемого номера путем предварительного прикосновения головкой вызывного штепселя к гильзе гнезда требуемого номера. Наличие при этом треска или тонального сигнала в телефоне телефонистки (одновременно обычно и в телефоне вызывающего абонента) указывает на занятость требуемого абонента другим разговором.

2-а. Коммутаторы ЦБ без многократного поля монтируются на небольших телефонных установках. Сигнализация вызова и отбоя—помощью реле с лампочками или бленкеров (электромагнитных механизмов, при прохождении тока через обмотку лающих сигнал открыванием белого или цветного очка; при прекращении тока в обмотке очко закрывается).

2-б. Коммутаторы ЦБ с многократным полем имеют десятки различного рода схем. Наиболее распространены в СССР из них с двухпроводной шнуровой линией (ЦБ × 2) или с трехпроводной (ЦБ × 3^{1/2}). В схеме ЦБ × 2 питание током микрофонов абонентов производится через отбойные реле и дроссельную катушку шнуровой пары. В ЦБ × 3 питание микрофонов производится через вызывные реле. Для предотвращения перехода разговорных тонов между различными разговорными цепями абонентов общее место всех разговорных цепей—станционная батарея—должно иметь весьма малое внутреннее сопротивление, сопротивление (анкумуляторы большой емкости); с той же целью реле схемы, через обмотки которых производится питание микрофонов абонентских аппаратов, имеют большое индуктивное сопротивление. Во избежание взаимных индукционных влияний разговорных цепей таковые в отношении всякого ряда параллельных или последовательных включений в них д. б. симметричны. Этому условию между прочим схема ЦБ × 2 не совсем удовлетворяет.

2-в. Станции ЦБ групповой системы обязаны своим появлением необходимости устройства телефонной связи больших городов (например Ленинградская старая станция на 80 000 номеров), где размещение полного многократного поля на обычных 3—4 коммутаторах (рабочих местах) невозможно. Принципы групповой системы заключается в том, что в отношении многократного поля вся станция разбивается на 2 или более групп; гнезда же местного поля всех абонентов имеются в каждой группе; групповая система неэкономична и неудобна для абонентов благодаря наличию при аппаратах особых групповых кнопок, причем при вызове абонент всегда должен нажимать соответствующую требуемому номеру кнопку.

2-г. Станции ЦБ распределительной системы также являлись попытками создания единой телефонной централи больших городов (напр. старая Московская и Харьковская станции). Здесь в целях повышения емкости многократного поля гнезда последнего взяты минимальных размеров. Кроме того гнезда и вызывные сигналы местного поля вынесены на особые распределительные столы, обслуживаемые «емкими» телефонистками, обязанности к-рых заключаются в подключении путем вставления соответствующего опросного штепселя шнуровой пары линии вызывающего абонента к свободной соединительной телефонистке; последняя производит опрос вызывающего абонента и все дальнейшие процессы соединения. Большим прогрессом явилась последующая автоматизация процессов, проявившихся телефонистками «распределительных столов (зал «Д» Московской ручной станции), когда каждой абонентской линии придается маленький искатель, автоматически подключающий абонента при снятии им трубки с свободной соединительной телефонистке.

2-д. Бесплюсовые (без опросно-вызывных ключей) телефонные станции ЦБ являются также попыткой частичной механизации процессов соединения абонентов, а именно в части автоматич. присоединения микрофонной гарнитуры телефонистки к линии вызывающего абонента при вставлении опросного штепселя и автоматич. послыши вызова требуемому абоненту по вставлении вызывного штепселя. Этим производительность телефонисток в отношении количества соединений значительно повышается. Однако бесплюсовые станции в Союзе, как показал опыт, обладают существенными дефектами схемы, приведшими к необходимости отказа от дальнейшего строительства станций такой системы.

На крупных РТС в коммутаторном зале размещается оборудованный сигнализацией стол старшей телефонистки (указывает ей на состояние обслуживания соединений телефонистками коммутаторов) с приспособлениями для слухового контроля работы последних. Реле абонентские и шнуровых пар обычно размещаются отдельно от коммутаторов на особых железных каркасах (стативах).

В настоящее время РТС являются уже неэкономичными и технически устарелыми устройствами. Основная роль в телефонии завоевана АТС, где процессы соединения абонентов целиком автоматизированы. В СССР в настоящее время широко распространяется система автоматических станций типа Эриксона, изготовляемая заводом «Красная Заря» (Москва, Новосибирск, Смоленск, Ростов н/Д, и другие города), с 500-контактными искателями и машинным приводом, получающим движение от стативных моторов мощностью $\frac{1}{4}$ HP каждый. Один стативный мотор в состоянии обслуживать ряд с 400—600 искателями или токораспределителями или с 100—120 регистрами. В зале с автоматич. оборудованием помимо стативов с соединительными механизмами располагается контрольный стол, оборудованный световой сигнализацией работы регистров; по загоранию ламп контрольного стола дежурящее при нем лицо следит за ходом соединений, вмешиваясь в неправильно проходящие соединения и помогая неопытным в наборе номера абонентам. Стативы с соединительными механизмами оборудуются технической (указывающей на ненормальность работы какого-либо прибора по технич. преимущественно причинам) и абонентской (указывающей на ненормальность состояния какого-либо механизма по причинам, зависящим от абонентов) сигнализациями.

Расчет соединительного оборудования РТС. Если общее количество абонентов равно N , количество вызовов в среднем

на одного абонента в сутки равно C , концентрация вызовов (отношение количества вызовов в час наибольшей нагрузки ЧНН к суточному числу вызовов) равна K , среднее время обслуживания телефонисткой одного вызова, оканчивающегося разговором абонентов, равно t_{op} ск. и вызова, не оканчивающегося разговором из-за занятости требуемого номера, — $t_{оз}$ ск., причем из общего числа вызовов $\frac{1}{M}$ часть не получает соединения из-за занятости требуемого номера, то общее время, затрачиваемое телефонистками в ЧНН на производство соединений:

$$T = N \cdot K \cdot C \left[\left(1 - \frac{1}{M}\right) t_{op} + \frac{1}{M} \cdot t_{оз} \right] = N \cdot K \cdot C \cdot t_0.$$

В виду неравномерности поступления вызовов по времени в ряде случаев вызывающий абонент должен ожидать освобождения телефонистки; среднее время ожидания абонентом ответа телефонистки пусть равно τ ск. Величина τ очевидно тем меньше, чем меньше времени в течение часа телефонистка фактически занята, т. е. чем меньше коэф. использования телефонистки α :

$$\alpha = \frac{T/B}{3600},$$

где B — количество рабочих мест (коммутаторов). С другой стороны, по теоретич. исследованиям Матиаса

$$\frac{\tau}{t_0} = \frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha^2}{3} + \frac{\alpha^3}{4} + \dots = \frac{1}{\alpha} \ln \frac{1}{1-\alpha} - 1.$$

Величина $\frac{1}{\alpha}$ на наших Т. с. обычно равна ок. 0,25, за границей — значительно меньше — порядка 0,1 и менее. Величина t_0 на станциях МБ бывает порядка 10—12 ск., на станциях ЦБ с опросно-вызывными ключами — ок. 9—10 ск., на станциях ЦБ бесключевых — ок. 7—8 ск. Отношение $\frac{\tau}{t_0}$ при соблюдении надлежащего качества обслуживания абонентов не д. б. выше 0,5, чему соответствует значение $\alpha \cong 0,6$. Поэтому расчетное количество рабочих мест коммутаторов

$$B = \frac{N \cdot K \cdot C \cdot t_0}{3600 \cdot \alpha}$$

или допустимая нагрузка местного поля одного рабочего места д. б.

$$N_1 = \frac{N}{B} = \frac{3600 \cdot \alpha}{K \cdot C \cdot t_0} \text{ абонентов.}$$

Расчет количества шнуровых пар на каждом рабочем месте коммутатора производится аналогично расчету количества соединительных механизмов на АТС (см. ниже). При расчете оборудования АТС необходимо учитывать ряд «потерь вызовов» в различных этапах соединения, благодаря которым количества занятых механизмов, составляющих соединительный путь, неодинаковы, численно убывая в направлении к конечному этапу соединения. Принимаемая количество занятых приборов первой в соединительном пути стадии искания — искателей вызовов — за 100, по опыту АТС Союза занимаемость приборов прочих этапов соединения, значения различных потерь вызовов по этапам соединения и проектируемое количество состоявшихся разговоров в установившемся процессе эксплуатации АТС приведены в табл. 1.

Потери вызовов между искателями вызовов и регистрами происходит от кратковременных занятий искателей вызовов, сопровождающихся тотчас же отказом абонента от соединения до

Табл. 1.—Характеристика процесса эксплуатации АТС.

| Этапы соединения | *1 | *2 |
|--|-----|------|
| Искатели вызовов | 100 | 7 |
| Регистры | 93 | 14 |
| Линейные искатели | 19 | } 26 |
| Состоявшиеся разговоры абонентов | 53 | |

*1 Количество процессов в % от колич. занятых искателей вызовов. *2 Значение потерь вызовов между этапами соединения в % от количества занятых искателей вызовов.

получения регистра; отчасти это явление происходит из-за того, что получение абонентом регистра наступает не немедленно после снятия трубки, а через нек-рый промежуток времени τ , требующийся для совершения соответствующих электр. и механич. процессов в автоматич. системе и на ожидание освобождения искателя вызовов или регистра, если вызов совпал с моментом отсутствия таковых свободных. Потери вызовов между регистрами и линейными искателями представляют собой всякого рода незаключенные (обычно по вине вызывающего абонента) вызовы, как то случаи: а) снятия трубки и занятия регистра без набора номера, б) недобора нужного количества цифр номеров, в) набора несуществующих в системе номеров и т. п. Потери между количеством занятых линейных искателей и количеством состоявшихся разговоров абонентов происходят преимущественно из-за занятости или неответа вызываемого абонента.

Абоненты АТС разбиваются на группы (в принятой у нас системе — по 500 в каждой), обслуживаемые соответствующими группами соединительных механизмов. Для расчета числа последних подсчитывается сперва часовая нагрузка каждого вида приборов в группе y_n

$$y_n = l \cdot C \cdot K \cdot t_n,$$

где l — количество абонентов в группе, t_n — среднее время занятия данного вида механизма на один вызов; значения C и K см. выше. Величина y_n вычисляется в часо-занятиях. Примерные значения t_n , наблюдаемые на наших АТС, приведены в табл. 2 (для механизмов, участвующих в соединениях нормальных абонентов).

Табл. 2.—Значения t_n .

| Виды соединительных механизмов | t_n в мин. | |
|--------------------------------|--|------|
| Искатели вызовов | 1,12 | |
| Регистры | 0,26 | |
| Линейные искатели | При состоявшемся разговоре абонентов | 1,73 |
| | В случае занятости требуемого номера | 0,2 |
| | В случае неответа требуемого номера | 0,7 |
| | Среднее значение | 1,26 |

При расчете необходимого для обслуживания y_n часо-занятий в данной группе количества соединительных механизмов x_n задаются определенными значениями качественных показателей; в качестве таковых весьма часто берутся «потери сообщения», понимаемая под этим в нашей системе АТС количество вызовов, попадающих в моменты отсутствия свободных соединительных механизмов, взятое в тысячных долях (промиллях, ‰) от общего количества посту-

пающих вызовов. Величину потерь сообщения обозначаем через p_n . Эрлангом предположено, что p_n представляет собою вероятность существования о п а с н о г о в р е м е н и, когда все x_n соединительных механизмов заняты. Значение p_n находится из ур-ия Эрланга:

$$p_n = Bx_n = \frac{\frac{y_n^{x_n}}{x_n!}}{1 + \frac{y_n}{1!} + \frac{y_n^2}{2!} + \frac{y_n^3}{3!} + \dots + \frac{y_n^{x_n}}{x_n!}}$$

где

$$x_n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \dots x_n.$$

Для практич. расчетов (нахождения необходимого количества соединительных механизмов при заданной величине сообщения в минутах-занятиях и заданных потерях в промиллях) применяются кривые Эрланга (фиг. 4). С другой стороны, под p_n можно понимать сумму вероятностей одновременного появления в группе $x_n + 1, x_n + 2, x_n + 3$ и т. д. вызовов:

$$p_n = \sum_{x_n} Bx.$$

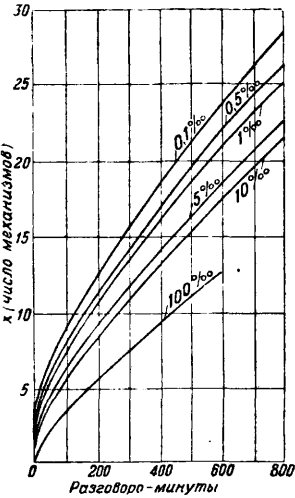
Bx вычисляется по ф-ле Пуассона:

$$Bx = \frac{y_n^x}{x!} \cdot e^{-y_n}$$

или по ф-ле Бернулли:

$$Bx = \frac{l!}{(l-x)!x!} \cdot \left(\frac{y_n}{l}\right)^x \cdot \left(1 - \frac{y_n}{l}\right)^{l-x}.$$

Потери сообщения имеют реальное значение в автоматич. телефонных системах Строуджера, где абонент, совершающий вызов в момент отсутствия свободных соединительных механизмов, получает сигнал «занято» и должен повесить трубку. В отношении же принятой у нас системы АТС с 500-контактными искателями, равно и в отношении расчета количества шнуровых пар на Т. с. ручного обслуживания, следует иметь в виду, что здесь потери сообщения являются величинами условными, характеризующими число вызовов, которых ожидать освобождения соединительного механизма или шнуровой пары. С точки зрения абонента измерителем качества работы Т. с. в



Фиг. 4.

этих случаях служит величина среднего времени ожидания абонентом ответа станции τ (ответа телефонистки в РТС, регистрового зуммера — в АТС). По Меркеры:

$$\tau = \frac{1}{l} \sum_{m=0}^{\infty} m \cdot B(x_n + m),$$

по Экелефу:

$$\tau = \frac{l_n}{2x_n} \cdot \frac{x_n + y_n}{x_n - y_n}.$$

Зависимость между τ и условными значениями потерь сообщения по искателям вызовов и регистрам ($p_{n\text{ис}}$ и $p_{n\text{м}}$) для принятой у нас

системы АТС на основании наблюдений за Ростовской н/Д. АТС приближенно установлена в виде эмпирич. ф-лы Говоркова (действительной при значениях $p_{n\text{ис}}$ и $p_{n\text{м}}$ не свыше нескольких десятков промиллей):

$$\tau = K + L \cdot p_{n\text{ис}} + M \cdot p_{n\text{м}},$$

где

$$K = 2,4; L = 0,0075; M = 0,003; p_n \text{ — в } \text{‰};$$

τ — в ск.

Нормы потерь сообщения в автоматич. телефонных системах Строуджера берутся в каждой стадии искания порядка 1—5 ‰ с тем, чтобы общая сумма p_n по всему соединительному пути (по Люббергеру) не превышала 20 ‰.

Для принятой у нас системы АТС с 500-контактными искателями нормы p_n , без особо заметного ущерба в смысле возрастания среднего времени ожидания абонентом ответа станции τ , возможно брать порядка 30—50 ‰.

В настоящее время общепризнана выгода децентрализации городского телефонного хозяйства — с установкой в каждом районе города р а й о н н о й Т. с. Поэтому емкость отдельной АТС обычно не превышает 10 000 номеров. При большой величине обслуживаемого связью города, когда число районных Т. с. становится значительным (до нескольких десятков), соединительные линии между станциями при соединении таковых по принципу «каждая с каждой» превращаются в запутанную и плохо используемую сеть. Во всех этих случаях целесообразно группировать отдельные районные Т. с. в группы, связывая их с у з л о в о й с т а н ц и е й. Последние получают соединение между собой в виде сравнительно простой сети с большими по количеству жилками соединительных линий. Узловая АТС, в частных случаях могущая быть расположенной в одном здании с какой-либо районной Т. с. своей группы, должна содержать лишь промежуточные стадии искания.

Включение абонентских линий в Т. с. производится в особом станционном помещении, которое называется кроссом, или щитом переключений (см. *Сети телефонные*). На линейной же стороне щита переключений оборудуются для каждой абонентской линии испытательные гнезда; вставлением в такое специальное гнездо, соединенного гибким шнуром с размещаемым в кроссе испытательным столом, абонентская линия берется на испытание; последнее производится в обе стороны (в сторону абонента и в сторону станции) с проверкой прохождения вызова и разговора и с электрич. проверкой линий в отношении сопротивления, утечки, сообщения с посторонними проводами и т. п. В случае очень малой Т. с. кросс не оборудуется, а абонентская линия включается непосредственно в коммутатор, получая защитное устройство лишь в виде громоотвода, монтируемого на самом коммутаторе.

Малые Т. с. МБ требуют для своего действия лишь единственного источника постоянного тока — для питания микрофонов телефонисток; для этой цели применяются обычно гальванич. элементы. Для целей посылки абонентам вызова обычно удовлетворяются наличием в коммутаторе ручного индуктора, реже пользуются т о к о в р а щ а т е л я м и (приборы, превращающие постоянный ток в переменный вызывной). На крупных станциях МБ, особенно со световой сигнализацией, на всех станциях ЦБ и

на всех АТС требуются источники довольно сильного постоянного тока. В качестве таковых обычно применяются аккумуляторные батареи. Напряжение батарей в РТС встречается чаще всего 24 или 12 В, в АТС принятой у нас системы—48 В. Аккумуляторных батарей устанавливается две, так чтобы при включении одной из них на заряд другая могла продолжать питание станций током. Переключение батарей должно производиться без перерыва цепи подачи тока на питание станций. Это требование считается выполненным, если есть возможность параллельного включения обеих батарей. На большинстве Т. с. питание производится по способу «заряд-разряд», при котором зарядные динамомашин работают исключительно на заряд аккумуляторных батарей; питание станции всегда происходит только от аккумуляторной батареи. Способ «заряд-разряд» требует применения весьма большой емкости аккумуляторных батарей (например для АТС на 10 000 номеров—порядка 4 000—5 000 Ah) и соответственно мощных зарядных динамомаши, т. е. емкость аккумуляторной батареи д. б. достаточной по меньшей мере для суточного питания Т. с. током, а мощность зарядной динамомашин должна быть достаточной для полного заряда аккумуляторной батареи в течение 6—7 часов. Большим преимуществом способа «заряд-разряд» является постоянство питающего Т. с. напряжения, что особо важно при АТС, соединительные механизмы к-рых имеют точную электр. и механическую регулировку. Затем возможно питание Т. с. током по б у ф е р н о м у способу, т. е. при параллельной работе динамомашин и аккумуляторной батареи. При этом способе требуется емкость аккумуляторных батарей и мощность динамомаши примерно вдвое меньше против способа «заряд-разряд»; зато требуется включение устройств, заглушающих коллекторные шумы динамомаши, и бдительный надзор за постоянством напряжения динамомаши. Наконец возможно питание Т. с. непосредственно от динамомаши; при этом сохраняются аккумуляторные батареи лишь небольшой емкости, включаемые параллельно питающим динамо гл. обр. для сглаживания пульсации напряжения динамо и для кратковременных поддержаний питания Т. с. при случайных остановках динамо. На случаи длительных прекращений действия зарядных динамомаши обору-дуется своя генераторная станция обычно с двигателем внутреннего сгорания. Для поддержания постоянства питающего Т. с. напряжения независимо от того, находится ли питающая аккумуляторная батарея в состоянии начала или конца разряда, рекомендуется применять вольтодобавочные элементы (меньшей емкости против нормальных), подключаемые последовательно с питающей батареей по мере падения ее напряжения к концу разряда; для снятия же излишнего напряжения, имеющего место при б у ф е р н о м или м а ш и н н о м питании Т. с., применяются безземкостные противоэлементы. Включение и выключение вольтодобавочных элементов и противоэлементов производится помощью особых переключателей (ц е л л е н ш а л ь т е р о в), конструируемых так, что при переключениях не имеют места перерывы подачи тока на Т. с. и не происходит коротких замыканий элементов.

Расчет емкости аккумуляторных батарей при способе питания «заряд-разряд» производится

следующим обр.: подсчитываются силы тока в различных цепях, имеющих место при каждом вызове i_n и при каждом разговоре абонентов i_n'' ; затем определяются продолжительность действия цепей тока при вызове (γ_n) и разговоре (γ_n''). Если количество абонентов равно N , количество вызовов в среднем на одного абонента в сутки C' , количество состоявшихся разговоров на одного абонента в сутки равно в среднем C'' , то при суточном разряде аккумуляторной батареи потребная ее емкость равна:

$$A = N [C' \sum i_n \cdot \gamma_n + C'' \sum i_n'' \cdot \gamma_n'']$$

Если концентрация вызовов (отношение числа вызовов в час наибольшей нагрузки к суточному числу вызовов) равна K' , а концентрация разговоров K'' , то максимальный разрядный ток аккумуляторной батареи будет равен:

$$I = N [C' \cdot K' \sum i_n \cdot \gamma_n + C'' \cdot K'' \sum i_n'' \cdot \gamma_n'']$$

Для АТС с 500-контактными искателями существуют специальные таблицы расхода тока. Напр. для автоматич. станции на 10 000 номеров с 4-значной нумерацией абонентов расход тока на 10 000 вызовов при напряжении 48 В равен 44,75 Ah; расход тока на 10 000 минут-разговоров при среднем сопротивлении абонентской линии в 200 Ω равен 36,78 Ah. Для питания Т. с. индукторными и зуммерным токами в генераторную установку входят т. н. в ы з ы в н ы е а г р е г а т ы, движимые электромоторами, работающими на переменном или постоянном токе (от аккумуляторной батареи Т. с.). Канализация питающего Т. с. постоянного тока—от аккумуляторных батарей и зарядных динамо к главной распределительной доске и от последней в зал соединительного оборудования—рассчитывается общепринятым для расчета электрич. проводов способом; т. к. допускаемая в проводах потеря напряжения не м. б. допущена выше 0,5 В, то сечения питающих проводов обычно получаются весьма значительными—при больших Т. с. в 1 000 мм² и более. Поэтому в целях сокращения расхода меди имеет большое значение рациональная распланировка размещения устройств Т. с., что лучше всего выполнимо при постройках для Т. с. специальных зданий.

Канализация незначительных по силе индукторных и зуммерных токов выполняется небольшого сечения проводами, но с тем, чтобы было исключено индуктивное влияние на другие провода; в исполнение этого условия провода, несущие индукторный ток, между собой перевиваются и прокладываются в металлич. трубках. Точно так же поступают и в отношении зуммерных проводов.

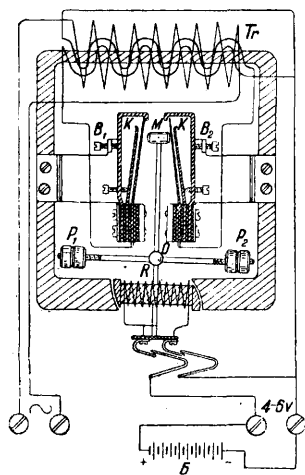
Кроме указанных основных отделов к Т. с. относятся еще нижеследующие службы: «Бюро повреждений» и «Справочное бюро». Технич. оборудование таковых состоит из рабочих мест, оборудованных световыми сигналами вызова и микротелефонными гарнитурами. Функции Бюро повреждений заключаются в приеме заявлений от абонентов о повреждениях аппаратов, подготовке технич. сведений о линии абонента, номер к-рого заявлен поврежденным, и в передаче заявления с карточкой, содержащей технич. данные абонентской линии, на испытание и ремонт испытательному столу и службе исправления повреждений. Функции Справочного бюро заключаются в даче справок абонентам о номерах телефонов абонентов и в даче справок технич. персоналу Т. с. о наименованиях и

адреса абонентов по заданным номерам. Для выполнения этих функций Справочное бюро снабжается списками абонентов по алфавиту и порядку номеров; списки эти обычно имеют вид карточек.

Обслуживающий штат РТС состоит из следующих категорий профессий: а) телефонистки для обслуживания соединений абонентов, б) телефонистки для обслуживания Бюро поврежденных и Справочного бюро, в) техники и монтеры для технич. обслуживания зала соединительного оборудования, г) техники и монтеры кросса для работ по включениям и выключениям абонентов и по испытаниям ремонтируемых абонентских линий, д) электротехники и электромонтеры для обслуживания аккумуляторно-генераторной установки, е) конторский и хозяйственно-обслуживающий персонал и др. Наиболее значительной по количеству лиц является профессия «а» — телефонисток. В АТС профессия «а» исключается, зато усиливается категория «б» — техперсонал по обслуживанию сложных станционных устройств АТС.

Лит.: 1) Китаев Е. В., Телефония, Москва, 1931, стр. 72 и 80. — См. также Автоматическая телефонная станция. В. Говорков.

Сигнальные приборы в телефонном деле — приспособления для вызова абонентом центральной станции ручного обслуживания, подачи сигнала об окончании разговора и принятия поступившего к нему вызова. Каждая телефонная станция независимо от системы имеет сигнальные приспособления, извещающие о повреждениях, а при автоматическом обслуживании — контроль за правильным набором номера абонентом и контроль за движением приборов станции. По роду восприятия сигналов все сигнальные приборы разделяются на



Фиг. 5.

акустические и оптические. К акустич. приборам относятся: 1) звонок постоянного тока, 2) звонок переменного тока, 3) электромагнитный телефон (при зуммерном вызове). Как источники энергии для них соответственно служат: 1) батарея из гальванич. элементов или аккумуляторов, 2) индуктор, машинный индуктор, токовращатель, 3) зуммер. К оптич. сигнальным приборам относятся: 1) клапан, 2) блепкер и 3) лампочка накаливания. Машинный индуктор отличается от обычного индуктора лишь тем, что вращение его производится электродвигателем. Токовращатель служит для превращения постоянного тока в переменный. Схема токовращателя изображена на фиг. 5. Принцип его действия следующий: постоянный ток от батареи проходит через обмотку подвижного электромагнита R и параллельно через первичную обмотку трансформатора Tг. Подвижный электромагнит, взаимодействуя с намагнитившимся сердечником трансформатора, повернется около точки O и переместит молоточек M до соприкосновения

с контактом K. В этом случае постоянный ток батареи потечет через другую первичную обмотку трансформатора и при этом перемагнитит сердечник, тогда подвижный электромагнит перекинется в первоначальное положение и т. д. Благодаря изменению тока в первичных обмотках трансформатора во вторичной будет индуцироваться переменный ток. Выпускаемые нашей пром-стью токовращатели имеют следующие данные:

$$\begin{aligned} E_{\text{пост.}} &= 4-6 \text{ В} & E_{\text{перем.}} &\cong 60 \text{ В} \\ E_{\text{пост.}} &= 12 \text{ В} & E_{\text{перем.}} &\cong 60 \text{ В} \end{aligned}$$

Ток в первичной цепи равен 1,2 А. Изменение частоты переменного тока можно производить приближением или удалением грузиков P₁ и P₂ и винтами В₁ и В₂. Средняя частота, даваемая токовращателем, равна 25 Hz. Звонок постоянного тока применяется в телефонных аппаратах с батарейным вызовом (см.). Дальность действия такого вызова незначительна, т. к. при увеличении дальности необходимо очень сильно увеличивать батарею, поэтому телефонные аппараты с батарейным вызовом применяются исключительно в пределах одного здания. Звонки постоянного тока имеют также применение для сигнализации о повреждениях на станции и т. п. Звонок переменного тока (поляризованный звонок) является деталью во всяком телефонном аппарате независимо от системы, а именно: в аппаратах МБ, ЦБ, АТС. В этом случае звонок служит для получения вызова абонентом. В зависимости от применения обмотки звонки имеют следующие сопротивления:

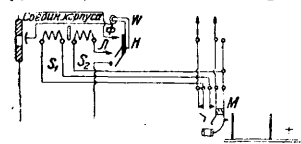
| Сопротивление в Ω | 300 | 500 | 1 000 | 2 000 |
|------------------------------|-----|-----|-------|-----------------------|
| Применение в аппаратах . . . | МБ | АТС | ЦБ | МБ для паралл. включ. |

Поляризованные звонки применяются так же, как и звонки постоянного тока для различного рода сигнализации на телефонной станции. Источником энергии для поляризованного звонка является индуктор. Индуктор (см.) применяется в телефонных аппаратах МБ и служит для послышки вызова на станцию. На станциях малой емкости (до 100 номеров) индуктор служит для послышки звонка абоненту. На средних и больших станциях, там, где телефонистке приходится в день делать очень много соединений, ручной индуктор заменяется или токовращателем или машинным индуктором; в этом случае послышка вызова производится простым нажатием ключа. На самых крупных телефонных станциях машинные индукторы заменяются генераторами переменного тока с частотой в 25 Hz. Зуммеры (см.) применяются для вызова в фонических телефонных аппаратах, причем в качестве приемника вызова служит обычный электромагнитный телефон. Фонич. вызов применяется так же в обычных коммутаторах в тех случаях, когда абонент не повесил микрофонную трубку на рычаг, т. к. при этом цель звонка выключена. Зуммеры различных тонов нашли большое применение в АТС. Непрерывный зуммер низкого тона служит ответом станции и является сигналом готовности принять от абонента набор номера. Прерывистый зуммер высокого тона служит сигналом занятости вызываемого абонента, т. е. этот сигнал слышит вызывающий абонент в том случае, если у требуемого абонента трубки сняты с рычага. Затем прерывистый зуммер низкого тона служит сигналом послышки звонка

требуемому абоненту. В больших автоматич. телефонных станциях (АТС) порядка 10 000 номеров зуммерные сигналы, описанные выше, берутся не от обычного зуммера, а от специальной зуммерной машины.

Оптические сигналы. К оптич. сигналам относятся клапаны. Клапан состоит из след. частей: сердечника *М* с обмоткой, якоря *К* и дверцы *К* (фиг. 6). В спокойном состоянии дверца удерживается якорем в закрытом виде. При прохождении через обмотку клапана переменного тока якорь начнет вибрировать и откроет дверцу. Клапаны применяются в коммутаторах МБ, причем бывают клапаны вызывные и отбойные. Каждая абонентская линия, заходя в коммутатор, заканчивается клапаном и гнездом. Желая вызвать станцию, абонент вращает ручку индуктора, этим самым посылает переменный ток в клапан, благодаря чему открывается дверца, под к-рой находится номер абонента. Увидевши номер, телефонистка вставляет в его гнездо ответный штепсель и, соединившись с абонентом, спрашивает его и дает нужное ему соединение. При вставлении штепселя телефонистка должна закрыть дверцу клапана рукой. По окончании разговора абонент опять вращает индуктор и при этом отпадает дверца отбойного клапана, к-рый и указывает на окончание разговора. В зависимости от способа включения (последовательно или параллельно с линией) клапаны бывают низкоомные и высокоомные. При последовательном включении сопротивление клапана бывает 20—50 Ω, при параллельном включении—1 000 ÷ 2 000 Ω. Кроме обычных клапанов бывают еще т. н. самозакрывающиеся клапаны, в этом случае телефонистке не нужно выполнять работу по закрытию клапанов. Самозакрывающийся клапан имеет две обмотки: обмотку *S*₁ сопротивлением 2 000 Ω и вторую обмотку *S*₂—20 Ω (фиг. 7). Вызывной переменный ток поступает

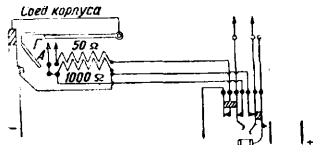
в обмотку *S*₁, благодаря чему якорь наклонится влево, в отверстие клапана появится номер абонента, кроме того замкнутся контакты *Л*, *Ф*. При вставлении штепселя в гнезде замкнется контакт *М*, и тогда для второй обмотки *S*₂ создастся цепь: плюс батареи—контакт *М*—обмотка *S*₂—контакт *Л*—контакт *Ф*—корпус клапана—минус батареи. Обмотка *S*₂ сработает и перекинет якорь вправо, отчего номер в отверстии исчезнет, а также контакты *Л* и *Ф* разомкнутся, и вся система придет в нормальное положение. Кроме описанного самозакрывающегося клапана существует много других типов, причем в отличие от описанного типа существуют клапаны, у к-рых самозакрывание происходит не от электрич. тока, а механическим путем от вставления штепселя в гнездо. Другой разновидностью самозакрывающихся клапанов является бленкер, который служит, так же как и клапан, для вызова на коммутаторах МБ, а также с нек-рым изменением на коммутаторах ЦБ. Бленкер МБ (схема фиг. 8) имеет тоже две обмотки: вызывную



Фиг. 7.

обмотку сопротивления 1 000 Ω и блокировочную—50 Ω. При поступлении вызова работает 1 000-Ω обмотка, бленкер открывается, указывая номер абонента. Якорь при этом замыкает контакт *Г*, благодаря чему ток от батареи может пройти по обмотке в 50 Ω, отчего бленкер остается открытым, хотя вызывной ток и прекратится. При вставлении штепселя цепь блокировочной обмотки разорвется в точке *А* (в гнезде), якорь будет отпущен, и бленкер придет в нормальное положение. Как указывалось выше, клапаны как простые, так и самозакрывающиеся, а также описанный тип бленкера, применяются в коммутаторах МБ. В коммутаторах ЦБ применяются также самозакрывающиеся бленкеры, несколько отличного устройства, но только для коммутаторов малой емкости. Большею же частью в коммутаторах ЦБ для сигнализации поступления вызова от абонента и окончания разговора применяются лампы накаливания. Принцип устройства лампочки аналогичен устройству лампочек накаливания для освещения. Общий вид лампочки изображен на фиг. 9, где *К*—нити накала, концы которых подведены к медным щеткам *т, т*, укрепленным на абонитовом или деревянном цоколе *Л*. Во всех коммутаторах лампочки для вызывных сигналов закрыты линзой с бledномолочным стеклом, отбойные лампочки, указывающие окончание разговора, — красной и лампочки контроля посылки звонка с коммутатора — зеленым.

В зависимости от напряжения батареи лампочки бывают на 4; 8; 12; 24; 48 V. Мощность, потребляемая лампочками,—ок. 6 W. Ранее указывалось, что лампочки накаливания применяются для посылки вызова на коммутатор, но т. к. абоненты м. б. расположены на различном расстоянии от станции, то их линия будет иметь различные омич. сопротивления, и поэтому лампочку накаливания непосредственно в линию абонента включать нельзя. Если бы ее включить непосредственно в линию, то лампочки ближних абонентов (сопротивление линии малое) горели бы очень ярко, а у дальних абонентов вовсе не светились. Поэтому вызывные лампочки включаются при помощи линейных реле; примерное включение вызывной лампочки показано на фиг. 10; в этом случае при снятии трубки у аппарата абонента (посылка вызова на станцию) ток от батареи может замкнуться по следующей цепи: минус батареи *ЛР* (линейное реле), гнездо *Г*, к абоненту *Л₁Л₂*, через его аппарат, обратно через гнездо и плюс батареи. Реле притянет свой якорь и замкнет контакт, отчего загорятся лампочки *Л*. При вставлении ответного штепселя контакты гнезда разомкнутся, и реле отпустит. Т. о. независимо от длины абонентской линии лампочки будут гореть с одинаковой силой света, т. к. все они будут находиться в одинаковых местных цепях.



Фиг. 8.



Фиг. 9.

Фиг. 10: Schematic diagram of a call lamp circuit. It shows a battery, a relay ЛР, a lamp Л, and a subscriber's apparatus with contacts G and L1L2. A point A is marked on the line.

Фиг. 10.

Фиг. 10: Schematic diagram of a call lamp circuit. It shows a battery, a relay ЛР, a lamp Л, and a subscriber's apparatus with contacts G and L1L2. A point A is marked on the line.

Лампочки накаливания нашли себе применение также и в АТС, причем в этом случае они применяются для контроля за правильной работой станций (на контрольном столе) и для сигнализации возникающих неисправностей. Описанные сигнальные приборы являются главнейшими, применяющимися в телефонном деле.

Лит.: Харченко Н., Справочник телефонной техники, М., 1931; Винкельман В., Телефония, пер. с нем., ч. 1, Берлин—Рига, 1923; Негбет Т., *Telephone*, L., 1923.

М. Стоянов.

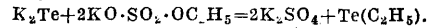
ТЕЛЕФОТОГРАФИЯ, см. Фототелеграфия.

ТЕЛЛУР, Те, химич. элемент шестой группы периодич. системы (аналог серы и селена). Ат. в. 127,51 (превышает ат. в. йода, следующего в периодич. системе за Т.); порядковое число 52. Элементарный Т.—металлически блестящее белое вещество, кристаллизующееся в гексагональной системе, очень хрупкое, легко измельчающееся в порошок; уд. в. 6,2—6,3, твердость 2,5 (по шкале Моса). Электропроводность Т. низка (ок. $\frac{1}{100\ 000}$ электропроводности серебра), несколько возрастает при освещении. При восстановлении растворов теллуристой к-ты Т. осаждается в виде темного аморфного порошка уд. в. ~6,0, при нагревании превращающегося в кристаллы с $t_{пл.} 453^\circ$ и $t_{пл.} 1\ 390^\circ$; при быстром охлаждении сплавленного Т. образуется смесь аморфного и кристаллического Т. При сильном нагревании на воздухе Т. загорается и горит зеленовато-голубым пламенем с образованием двуокиси TeO_2 . Т. соединяется непосредственно с галогенами и нек-рыми металлами; с серой он образует растворы и смешанные кристаллы. Из минеральных к-т на Т. действуют только азотная и крепкая серная; в щелочах Т. растворяется. В соединениях с водородом Т. всегда двувалентен; в соединениях с кислородом четырех- и шестивалентен; наиболее стабильными являются соединения Т. с фтором и хлором и с щелочными металлами. Наиболее постоянным окислом Т. является TeO_2 , получающаяся при сгорании Т. или при окислении его азотной к-той и последующем упаривании или разбавлении раствора; бесцветное вещество уд. в. ок. 5,8, слабо растворяющееся в воде (1 : 150 000), хорошо в конц. к-тах (с образованием солей) и в едких щелочах.

При растворении TeO_2 в едких щелочах образуются легко растворимые теллуриды Me_2TeO_3 , производящиеся от неизвестной в свободном виде очень слабой теллуристой к-ты H_2TeO_3 . При энергичном окислении растворов теллуристой к-ты, напр. хромовым ангидридом, получается легко растворимая в воде очень слабая ортотеллуровая к-та H_4TeO_6 , уд. в. ~3,0. Известны также ее соли, теллуриды, как Ag_6TeO_6 , Hg_3TeO_6 . При нагревании в закрытом сосуде ортотеллуровая к-та превращается в сиропобразную аллотеллуровую к-ту, к-рая при стоянии медленно превращается обратно в теллуровую к-ту. При нагревании на воздухе теллуровая к-та теряет при 300° влагу с образованием желтой трехокиси Т. TeO_3 , труднорастворимой в воде.

Теллуристы водород H_2Te образуется при электролитич. выделении водорода на катоде из Т. или же при действии воды или к-т на его соли, теллуриды; H_2Te —бесцветный газ с неприятным запахом, с $t_{пл.} \sim 0^\circ$, застывающий при -57° ; очень легко разлагается; при обычной t° окисляется кислородом воздуха до Т.; горит голубоватым пламенем с

образованием TeO_2 ; в воде растворяется, в присутствии воздуха быстро разлагается. Только щелочные теллуриды растворимы в воде; растворы их на воздухе краснеют вследствие окисления и образования TeO_2 . Путем перегонки растворов щелочных теллуридов с алкилсульфатами получают алкилтеллуриды, напр. диэтилтеллуриды, легкокипящие жидкости с неприятным запахом:



Они легко присоединяют свободные галоиды с образованием соединений типа $Te(C_2H_5)_2Cl_2$. Все соединения Т. ядовиты, но не опасны для жизни, т. к. восстанавливаются тканями организма до Т., который выделяется из организма в виде органических соединений с отвратительным запахом.

Распространение Т. в земной коре равно около 10^{-8} . Известны многочисленные специфические минералы теллура: самородный теллур Те; селен-теллур Te_3Se_2 ; теллуриды, теллуровая охра TeO_2 ; сильванит и калаверит (второй отличается большим содержанием золота) $(Ag, Au)Te_2$; мутманит $(Ag, Au)Te$; слутцит Ag_4Te ; петцит $(Au, Ag)Te$; гессит Ag_2Te ; нагиагит (письменная руда) $(Au, Ag, Pb)_2 \cdot (Te, S, Sb)_3$; алтант $PbTe$; колорадоит $HgTe$; тетрадимит Bi_2Te_3S ; грунлинит $Bi_2Te_3S_3$; мелонит Ni_2Te_3 ; тапальпит $Ag_3Bi(S, Te)_3$; монтанит $Bi_2TeO_6 \cdot 2H_2O$; дурденит $Fe_2(TeO_3)_3 \cdot 4H_2O$; ферротеллуриды $FeTeO_4$; магнолит Hg_2TeO_4 . Кроме того теллуриды иногда встречаются в незначительных количествах в виде изоморфных примесей в сульфидных минералах—в железных и медных колчеданах, в свинцовом блеске. Теллуриды серебра и золота, особенно нагиагит, встречающийся в значительных количествах в Венгрии, США, Мексике и Австралии, служат для добычи Т. В СССР теллуриды серебра, золота и висмута найдены в Сибири (Алтай и окрестности р. Шилки); тетрадимит также на Урале. Содержащийся в сульфидных металлич. рудах Т. в процессе их переработки попадает в летучие пыли (в виде TeO_2), а гл. обр. в выплавленный металл (медь, свинец); при последующей электролитич. рафинировке он попадает вместе с благородными металлами в анодный шлам, в к-ром иногда содержание его достигает 2%. Иногда Т. находят также в илах сернокислотных камер, в остатках от перегонки цинка и т. д. Изредка небольшие количества Т. остаются в выплавленных из содержащих его руд металлах (серебре, меди, висмуте) и придают им вредные свойства. Для извлечения Т. из серебряных руд последние обрабатывают напр. крепкой серной к-той до прекращения выделения SO_2 . Из полученного раствора, после разбавления, осаждают серебро соляной к-той. Из фильтрата осаждают Т. сернистым газом. Для очистки полученного продукта его растворяют напр. путем сплавления с селитрой (образование теллурита) и вторично осаждают сернистым газом. Извлечение Т. из анодных шламов м. б. осуществлено разными путями. При обжиге ила в токе воздуха образуется и возгоняется в виде бесцветных кристаллов TeO_2 , к-рая в этом случае бывает загрязнена мышьяком и сурьмой. Из TeO_2 можно получить Т. путем осторожного восстановления углем. Возможны также обработка ила к-тами и осаждение Т. из раствора путем восстановления: Для окончательной очистки Т. может быть также использован электролиз

растворов, содержащих азотную или соляную к-ту. Т. осаждается на свинцовых катодах в виде плотного черного осадка. Для отделения Т. от селена можно пользоваться тем, что из растворов, содержащих оба эти элемента, при добавлении серной к-ты осаждается TeO_2 , в то время как Se остается в растворе. На рынок Т. поступает или в виде сплавленных палочек или аморфного порошка, содержащих около 99% Т. Добыча Т. ~1 т в год. Главнейшими производителями Т. являются металлургич. заводы, извлекающие Т. из отходов от рафинировки меди и свинца или из серебряных руд. Стоимость 1 кг Т. ~ 6 долл., т. е. почти равна стоимости добываемого в значительно больших размерах селена.

Применение Т. ограничено; в стекльной и керамич. пром-сти Т. применяется иногда для получения бурых и красных стекол и глазурей; в фотографии—для окраски позитивов в коричневый цвет. Солянокислые растворы Т. применяются для чернения («оксидирования») серебряных изделий. О применении Т. в радиотехнике см. *Детектор*. Некоторые возможности применения соединений Т. обуславливаются их ядовитостью; так напр., предложено применение их в качестве фунгицидов и антисептич. веществ; в незначительном количестве их применяют в качестве реактивов (на азотную к-ту и в биологич. анализе—на бактерии), т. к. последние вызывают выделение из раствора черного элементарного Т.

Лит.: Лукьянов П., *Теллур*, «НИ», т. 3, стр. 339—342, Л., 1927; Шеллер В. и Поуэлл А., *Анализ минералов и руд, содержащих редкие элементы*, стр. 149—155, Л., 1928; *Годовой обзор минеральных ресурсов СССР за 1925/26 г.*, стр. 691—692, Л., 1927; *То же*, за 1926/27 г., стр. 939—940, Л., 1928; Вернадский В. О., *Нахождение селена и теллура в России*, «Труды Комиссии сырья», 1916, вып. 3, стр. 67; Сырокомский В., *Получение селена и теллура из шихтов электролитической рафинации меди*, там же, 1917, вып. 4, стр. 44; Норкин В., *Chemistry of the Rarer Elements*, p. 327—336, N. Y., 1923; Ноуэ А. а. В. *Gay L., A System of Qualitative Analysis for the Rarer Elements*, N. Y., 1927; О'Хилл Дж., *Detection of a Commercial Value of the Rarer Metals*, Denver, 1907, p. 57—67; Сантамуерс К., *Selenium and Tellurium*, «Bureau of Mines», Inform. Circul. 6317, July, 1930; *Aebeggs Handbuch d. anorganischen Chemie*, V. 2, Abt. 1, 1. Hälfte, Lpz., 1927; *The Mineral Industry during 1930*, N. Y., 1931, p. 658—659; Дьюсон С., *The Production and Uses of Tellurium*, «Chem. Age», L., 1928, p. 17. **Е. Кронман**.

ТЕМБР, качество звука, воспринимаемое слухом и отличающее друг от друга тоны одной и той же высоты. Т. звука обусловлен рядом физич. свойств звука. Весьма существенно Т. зависит от формы кривой звукового колебания [1, 2, 3]. Как известно, сложной формы кривая м. б. разложена на простые гармонические составляющие (см. *Гармонический анализ*); диаграммы, характеризующие относительную силу основного тона и различных гармоник, носят название «звукового спектра» (примеры звуковых спектров—см. *Спр. ТЭ*, т. X, стр. 377). Звуковой спектр в значительной степени характеризует Т. звука. Кроме того Т. зависит от характерных шумовых призвуков, существующих в звуке всех музыкальных инструментов. Эти призвуки часто лежат в ограниченной области частот и имеют т. о. тональный характер, напр. в звуке рояля, арфы. Т. звука зависит еще от характера процесса возникновения и прекращения звука; опыты Бакауза [4] показали, что при исключении начальной стадии звучания многие инструменты теряют характерные отличия тембра. Наконец тембр зависит безусловно от характера изменений амплитуды в процессе звучания, сказываю-

щихся в наличии быстрых вибраций, часто не замечаемых ухом как таковые [5].

Лит.: 1) Хвольсон О., *Курс физики*, т. 2, Берлин, 1923; 2) Helmholtz H., *Die Lehre von den Tonempfindungen*, Visshw., 1877; 3) Ржевкин С., *Слух и речь в свете современных физич. исследований*, М.—Л., 1928; 4) Вакхаус Н., «*Ztschr. f. techn. Phys.*», Lpz., 1932, V. 13, p. 31; 5) Качанский В. и Ржевкин С., «*Журнал прикладной физики*», М., 1928, т. 5, стр. 87. **С. Ржевкин**.

ТЕМПЕРАТУРА, установленная опытным путем мера отклонения термодинамич. состояния тела от состояния теплового равновесия с тающим льдом, находящимся под давлением в 1 физич. атмосфере. Это—эмпирическая Т. Абсолютная Т. тела—установленная теоретически мера отклонения термодинамич. состояния тела от состояния теплового равновесия с пространством, не содержащим (в заметном количестве) ни вещества ни лучшей энергии. Принято соглашение устанавливать числовые значения эмпирич. Т. пропорционально приращению, которое испытывает некоторая наперед выбранная величина (например объем, давление, электрическое сопротивление), характеризующая состояние некоторого наперед выбранного тела (термометрического тела путем нагревания или, если требуется, путем охлаждения приводится от состояния теплового равновесия с тающим льдом к состоянию теплового равновесия с телом, Т. которого определяется. При этом имеется в виду, что нагревание или охлаждение термометрич. тела производится либо при неизменности всех остальных величин, характеризующих состояние термометрич. тела, либо в таких условиях, когда любая из остальных величин, характеризующих состояние термометрич. тела, может рассматриваться как ф-ия величины, избранной нами для установления числовых значений Т. (избираемую с указанной целью величину называют термометрич. параметром). Числовое значение абсолютной Т. выражается отношением т. н. связанной энергии тела (теплового вычета) к энтропии тела.

Установлено соглашение измерять Т. в таких единицах, чтобы разность Т. насыщенного пара воды, кипящей при атмосферном давлении, и Т. тающего под атмосферным давлением льда была равна определенному числу: если указанная разность Т. выражена числом 100, температурную единицу называют градусом Цельсия; если числом 80,—градусом Реомюра; если числом 180,—градусом Фаренгейта. В физике и технике по преимуществу пользуются градусом Цельсия (американская техника до сих пор пользуется градусом Фаренгейта). Согласно упомянутому выше соглашению связь между числовыми значениями эмпирической темп-ры t и значениями термометрич. параметра Z определяется следующим ур-ием

$$t - t_0 = C(Z - Z_0),$$

где C —коэф. пропорциональности, зависящий от выбора температурной единицы; Z —значение, к-рое имеет термометрич. параметр (напр. объем, давление, электрич. сопротивление), когда термометрич. тело находится в тепловом равновесии с телом, Т. к-рого определяется; Z_0 —значение того же параметра при тепловом равновесии термометрич. тела с тающим льдом; t_0 —условно установленное числовое значение Т. тающего льда (в шк. мях Цельсия и Реомюра $t_0 = 0$, в шкале Фаренгейта $t_0 = 32$). Пусть Z_0 —

значение термометрич. параметра при тепловом равновесии термометрич. тела с парами кипящей под атмосферным давлением воды. Если темп-ра t измеряется в градусах Цельсия,

$$C = \frac{100}{Z_s - Z_0};$$

в градусах Реомюра,

$$C = \frac{80}{Z_s - Z_0};$$

в градусах Фаренгейта,

$$C = \frac{180}{Z_s - Z_0}.$$

Отсюда, если учесть, что $\frac{100}{80} = \frac{5}{4}$ и $\frac{100}{180} = \frac{5}{9}$, получаются формулы пересчета T : t (по шкале Цельсия) $= \frac{5}{4} t$ (по шкале Реомюра) $= \frac{5}{9} t - 32$ (по шкале Фаренгейта). Из тех же соотношений легко получить ф-лы пересчета T для случая, когда температурная единица является общей, а термометрич. параметры различны.

Температурные шкалы. Численное значение эмпирич. T какого-либо тела, взятого в нек-ром вполне определенном состоянии, зависит: 1) от выбора термометрич. вещества, 2) от выбора термометрического параметра, 3) от соглашения относительно обстановки измерений, 4) от выбора температурной единицы. Когда этот произвол в выборе числовой меры T устранил, т. е. когда принято соглашение считать, что термометрич. веществом служит данное вещество, напр. ртуть, термометрич. параметром—данный параметр, напр. высота столбика ртути в стеклянной цилиндрич. трубке, когда с должной полнотой установлены условия измерений, напр. указано, что ртуть находится под давлением своих насыщенных паров, указан сорт стекла, из которого изготовлен термометр, и когда наконец установлена единица измерения, напр. градус Цельсия, то говорят, что установлена шкала эмпирич. T , напр. «ртутная шкала по относительному приращению высоты столбика ртути в показанных термометрах, изготовленного из иенского стекла марки 16 III, в градусах Цельсия». Для стандартизации измерений необходимо, чтобы какаля-либо температурная шкала была принята как нормальная термометрич. шкала. В 1877 г. Международный комитет мер и весов постановил для установления нормальной шкалы эмпирич. T избрать в качестве термометрич. вещества водород, в качестве термометрич. параметра—давление, в качестве единицы измерения—градус Цельсия. При этом было сделано соглашение: в термометрах, предназначенных для установления нормальной шкалы, по относительным приращениям давления водорода поддерживать при нагревании и охлаждении объем, занятый водородом, строго постоянным, и наполнять эти термометры водородом такой плотности, чтобы при T таяния льда (при 0°) давление водорода в термометре было равно 1 000 мм рт. ст. Выбор пал на водородную шкалу потому, что числовые значения эмпирич. T в водородной шкале, установленной указанным образом, отличаются от числовых значений абсолютной T всегда (т. е. для всех T) почти на одну и ту же величину, а именно:

$$T \cong t_{(H_2)} + 273,1,$$

где T —абсолютная темп-ра в градусах Цельсия, $t_{(H_2)}$ —эмпирическая темп-ра измерения по

нормальной водородной шкале. При приближении к $T = -273,1^\circ$ давление в газовом термометре становится исчезающе малым. Темп-ра в $-273,1^\circ$ соответствует абсолютному нулю температур, т. е. состоянию теплового равновесия с пространством, не содержащим заметных количеств вещества ни чистой энергии. Ближе всего к числовым значениям абсолютной T подходят гелиевая термометрич. шкала по относительным приращениям объема при постоянном давлении. Различие между нормальной термометрич. (водородной) шкалой и ртутной шкалой стеклянных термометров, изготовленных из специальных сортов стекол, невелико. В настоящее время все точные приборы для измерения T градуируются в нормальной водородной шкале.

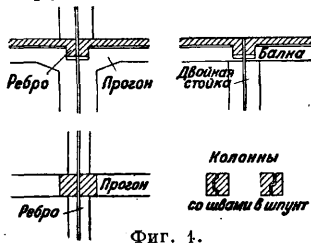
Лит.: Планк М., Термодинамика, пер. с нем., Л.—М., 1925; van der Waals-Kohnstamm Ph., Lehrbuch d. Thermostatik, B. 1, Lpz., 1927; Schottky W., Thermodynamik, B. 1929; Pella H., Thermodynamique, P., 1897; Poinscaré H., Thermodynamique, P., 1923; Duhem P., Traité d'énergie ou de thermodynamique générale, t. 1, P., 1911; Kirchhoff G., Vorlesungen über die Theorie der Wärme, Lpz., 1894; Henning F., Temperaturmessung, Handb. d. Physik, Hrsg. v. Geiger u. K. Scheel, B. 9, B., 1926. **И. Путьков.**

ТЕМПЕРАТУРА АНОДА электронных ламп, гл. обр. генераторных и мощных усилительных, характеризует собою величину мощности, рассеиваемой на аноде данной электронной лампы при соответствующем режиме ее работы. Обычно *анодная плотность тока* (см.) выбирается т. о., чтобы T а. при нормальных условиях работы электронной лампы не превосходила t° красного каления того металла, из которого сделан анод электронной лампы (см.). Допустимые температура анода и нагрузки для различных употребляемых в производстве электронных ламп металлов см. *Лампа электронная*, производство.

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ШВЫ, сквозные деформационные швы (швы расширения), устраиваемые во всех крупных сооружениях, имеющих значительные размеры в длину и ширину, с целью обеспечить возможную свободу деформациям, возникающим вследствие колебаний t° , а также сдвигов от неравномерной осадки опор. Эти швы имеют особое значение для железобетонных конструкций, где кроме деформаций от t° имеют еще место и деформации от усадки бетона. По причине усадки бетона перекрытия и балки с течением времени укорачиваются. Вследствие этого колонны, заделанные прочно в фундамент, искривляются внутрь. При длинных зданиях возникающие от колебаний t° дополнительные напряжения могут превысить допускаемые предельные значения, и поэтому для уменьшения их сооружения д. б. разделены на более короткие части. По «Техническим условиям и нормам» устройство швов расширения обязательно. В бетонных сооружениях швы располагаются через 10—20 м в зависимости от размеров элементов сооружения и степени обеспечения для них свободы деформаций. В железобетонных сооружениях швы расширения располагаются как правило не дальше 40 м. При расстояниях, превышающих указанные, требуется во всех случаях проверка возникающих в сооружении t° -ных и усадочных напряжений.

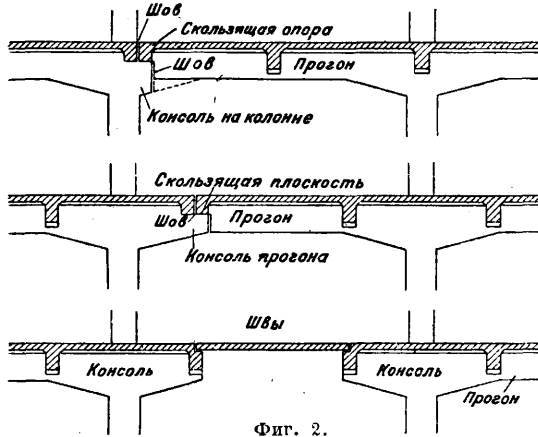
Для безупречного действия T ш. расположение их д. б. согласовано с направлением и величиной предполагаемых деформаций. Размеры швов в свету зависят от конструкции сооружения, его назначения и особенно от ко-

лебаний t° , к-рой будут подвержены различные элементы сооружения. В «Технических условиях и нормах» указаны пределы колебаний t° для климатич. условий различных местностей СССР. Коэф. t° -ного удлинения бетона принимается при расчетах равным 0,000010, коэф. же усадки бетона — равным 0,000150, т. е. влияние усадки бетона оценивается в 15° понижения t° . На основании этих данных м. б. определены приблизительно величины деформаций сооружения и их направления. Для обыкновенных гражданских сооружений влияние изменений темп-ры может оставаться без учета. В сооружениях, к-рые вследствие основных неблагоприятных условий их существования или вследствие своего специального назначения испытывают значительные колебания t° (напр. холодильники, горячие цехи и т. п.), Т. ш. делаются на более близком расстоянии друг от друга, чем при прочих условиях. Ширина Т. ш., или зазор, зависит от взаимного расстояния между ними и от величины предполагаемой деформации. При средней темп-ре возведения сооружений достаточно иметь в общем зазор



Фиг. 1.

в 3—5 мм. Зазоры в большинстве случаев заполняются эластичной прокладкой. Во внутренних частях сооружений швы могут оставаться открытыми. Если постройка ведется при низкой t° , например зимой, то зазоры швов делаются соответственно большими, имея в виду расширение конструкции летом и возможность смыкания шва. Многочисленные трещины в сооружениях происходят от несоблюдения этого правила. В зданиях с пристройками швы располагаются там, где отдельные части примыкают друг с другом. В простых фабрично-заводских кор-



Фиг. 2.

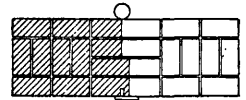
пусах не имеет значения то обстоятельство, что швы видны снаружи, но в сооружениях архитектурных стараются эти швы прикрывать.

Конструкция Т. ш. должна обеспечивать свободную деформацию частей сооружения. В деталях Т. ш. представляют большое разнообразие. В частности применяется устройство спаренных колонн на общем фундаменте, свободное опирание концов балок на консоли других и пр. Чаще всего швы делают вблизи

стоек. Опирание балок на консоли должно происходить так, чтобы подвижность не нарушалась ни при каких обстоятельствах. Для этого рекомендуются прокладки из свинца или специального картона или по меньшей мере гладкая затирка поверхностей. Необходимо, чтобы швы в плитах и балках располагались в

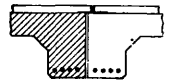


Фиг. 3.



Фиг. 4.

одном месте. На фиг. 1 представлено устройство Т. ш. расширения с двойной колонной и двойной балкой. Прогон опирается на половины колонн. В шве необходимо устройство двойной балки. Разделять фундаменты по статическим соображениям не следует. Если такой шов устраивается в наружных колоннах стен, то в колоннах рекомендуется устраивать уступы, или фальцы, чтобы шов не казался сквозным и открытым. Устройство скользящих швов не рекомендуется, так как такие швы вследствие большого трения б. ч. не работают. На фиг. 2 даны различные типы Т. ш. в прогонах. Наиболее благоприятным в отношении распределения изгибающих моментов является шов, расположенный на консоли прогона. В подпорных стенках Т. ш. рекомендуется располагать на расстоянии не свыше 10—12 м. Т. ш. делается в этом случае вшпунт с прокладкой толя (фиг. 3). Часто наблюдаемое на практике устройство Т. ш. в сооружениях так, что они проходят только через перекрытие и внутренние колонны, но не проходят через колонны стен, — ошибочно. В результате такого устройства шов или не работает вовсе или служит причиной появления трещин. В большинстве случаев наблюдается последнее. На фиг. 4 показано наиболее удачное устройство Т. ш. в каменной кладке стен. Вдоль шва кирпичи укладываются впритык друг к другу без раствора. Шов прикрывается с одной стороны водосточной трубой, с другой же — железной или деревянной накладкой. На перекрытиях Т. ш. рекомендуется прикрывать угловым железом, как показано на фиг. 5. При неправильной в плане форме сооружения, имеющего крыльцо, Т. ш. располагаются в выступающих углах.



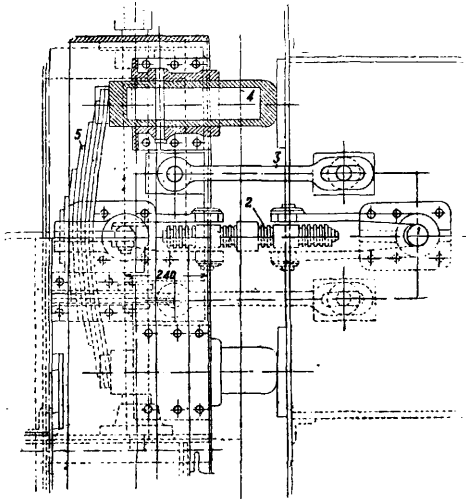
Фиг. 5.

Лит.: Мерш Э., Железобетонные сооружения, пер. с нем., М.—Л., 1929; Германский Бетонный Союз, Проектирование и расчет железобетонных сооружений, М., 1928; Железобетонные и бетонные конструкции и сооружения, Технические условия и нормы проектирования и возведения, М., 1931; Залигер Р., Железобетон, его расчет и проектирование, пер. с нем., М.—Л., 1929; Молотиллов Н., Теория и практика железобетона, ч. 1, Томск, 1931; Астафьев А., Справочная книга по бетону и железобетону, 8 изд., Л., 1929; Бетонно-строительный справочник, М., 1927; Подольский И., Железобетонные конструкции, т. 1, М., 1930; Beton-Kalender, Taschenbuch f. Beton u. Eisenbeton, T. 1—2, Jg. 26, В., 1931; Kleingelgel A., Bewegungsfugen im Beton u. Eisenbeton, В., 1927; «В. у. Е.», 1932—33; «СП»; «Строитель», Москва.

ТЕНДЕР, вагон специальной конструкции для перевозки запасов воды и топлива, необходимых для питания паровоза в пути, смазочных и обтирочных материалов, а также инструментов. Конструкция хранилища для топлива зависит от рода последнего, в соответствии с чем различают Т. для нефтяного, угольного, дро-

вяного и торфяного отоплений. Вместимости водяного бака и хранилища для топлива определяются по степени расходования паровозом воды и топлива, а также по длине и профилю участка, проходимого паровозом без возобновления этих запасов. На ж. д. широкой колеи расстояние между остановочными пунктами, где происходит набор воды или топлива, д. б. не менее 100 км на равнинных участках и 60 км на холмистых и горных участках; на ж. д. узкой колеи эти расстояния приняты: для равнинных участков не менее 40 км и для горных не менее 25 км. Число осей Т. зависит от величины необходимых запасов воды и топлива и от допускаемой нагрузки на ось. Имеются Т. с 2—4 самостоятельными (неподвижными) осями и с двумя двухосными или трехосными тележками. Нек-рые типы Т. снабжены бустером (см.).

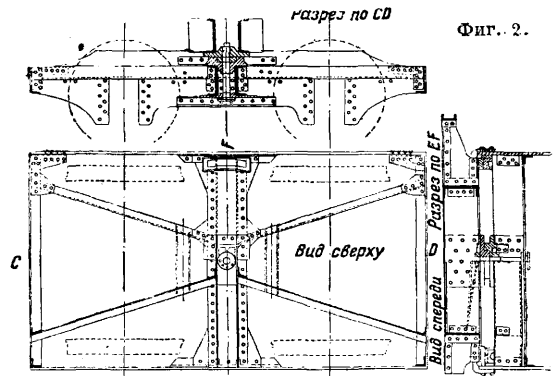
Экипажную часть Т. составляют рама, рессоры, буксы и оси. Рама Т., в большинстве типов наружная, состоит из двух продольных стальных листов толщиной 18—20 мм, связанных между собой передним и задним стяжными ящиками и несколькими поперечными скреплениями



Фиг. 1.

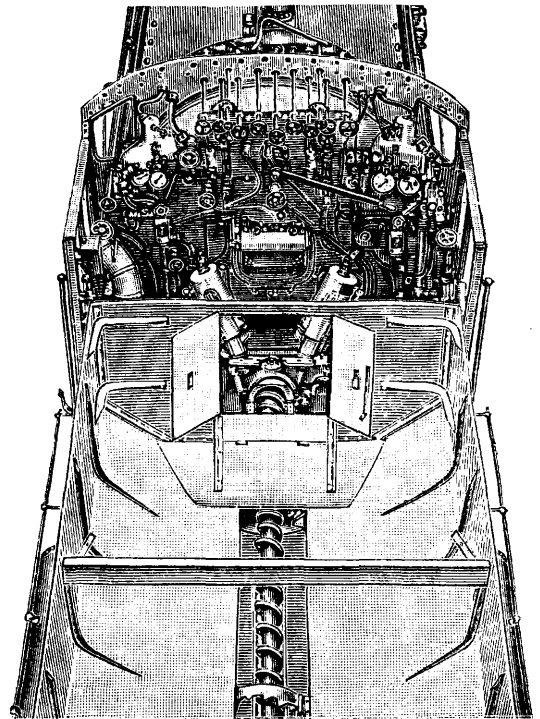
из листов толщиной 10—12 мм, соединяемыми с продольными листами рамы уголковым железом на заклепках. Сверху рама перекрывается железным листом толщиной 5—8 мм. В продольных листах имеются вырезы, в к-рых установлены направляющие для осевых букс. Листовые рессоры обычного типа помещаются над буксами снаружи рамы, причем рессоры передней или задней оси при трехосном Т. сопрягаются со средней осью с помощью продольных балансиров. На стяжных ящиках, образующих скрепления концов рамы Т., помещаются ударные и упругие приборы для сцепки Т. с паровозом и вагонами. На фиг. 1 изображена сцепка паровоза с Т. Сквозь стяжные ящики паровоза и Т. пропущены шкворни 1, на к-рые одета обычная винтовая стяжка 2 несколько усиленного типа; на случай обрыва стяжки имеются запасные тяги 3 со шкворнями. Вместо винтовой стяжки 2 иногда употребляется простая тяга, подобная запасным тягам, но более солидных размеров. Запасные тяги должны действовать только в случае обрыва винтовой стяжки или центральной тяги, вследствие чего ушки этих тяг сделаны продолговатыми. Толчки вос-

принимаются буферами 4 особой формы, хвостовики к-рых упираются в упругую ударную рессору 5, расположенную внутри стяжного ящика, сквозь хомут к-рой проходит тендерный шкворень. Т. для мощных паровозов как широкой, так и узкой колеи снабжаются отдельными двух- или трехосными тележками, соединенными с рамой Т. центральными пово-



Фиг. 2.

ротными шкворнями. В отличие от паровозов Т. снабжаются обычно тележками с наружными рамами (фиг. 2). Каждый Т. снабжен ручным тормозом, действующим и при отцепке Т. Следует предусматривать возможность торможения всех колес Т. При наличии автоматич.



Фиг. 3.

тормозов на паровозах Т. также оборудованы ими помимо ручных тормозов. Между площадками паровоза и Т. для возможности их относительного перемещения имеется промежуток, перекрываемый подъемным гофрированным железным листом, или фартуком, на петлях.

Водяной бак составляет главную часть Т. Он имеет обычно подковообразную в плане, призм-

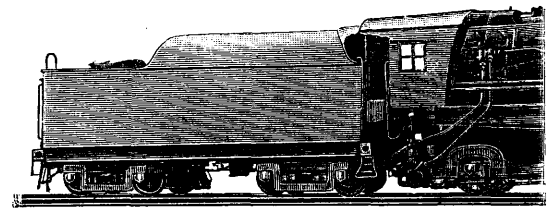
матич. форму со скошенной крышей или же форму прямоугольного поперечного сечения с особой надстройкой сверху для вместилища топлива и склепывается из железных листов

дится поднимать уголь до последнего. На ж. д. СССР угольные ящики рассчитываются для широкой колеи на помещение до 21 т и на узкоколейных ж. д. до 8,5 т угля. При дровяном отоплении устраивают барьер по краю водяного бака, при торфяном делают закрытые ящики; для нефти делают резервуары, оборудованные змеями для подогревания нефти.

В задней части Т. во всю его ширину имеется ящик для смазочных материалов и инструментов. На передней площадке Т. помещается задняя часть будки машиниста, т. н. контрбудка, для защиты паровозной бригады от непогоды и солнца.

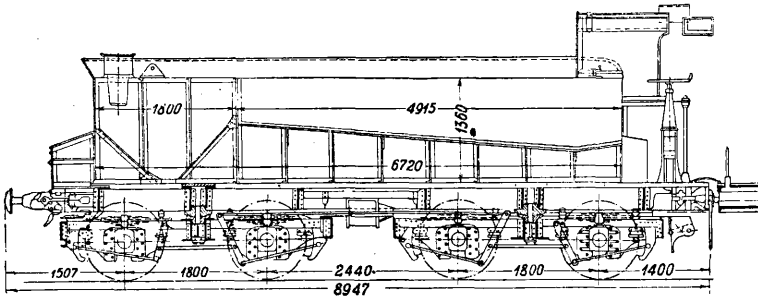
Т. паровозов очень большой мощности оборудованы иногда особым устройством, к-рое называется механическим кочегаром, или стокером. Дно угольного ящика углублено в виде лотка по всей своей длине. В лотке уложен червячный конвейер, приводимый в движение особой паровой машиной 6—10 НР, установленной на паровозе, а иногда на самом Т. Ссыпающийся в лоток уголь продвигается конвейером в трубу, в к-рой винт конвейера кончается, а самая труба поднимается несколько вверх и выходит в топку паровоза несколько ниже шуровочного отверстия. Разбрасывание угля по колосниковой решетке производится струями пара, поступающего через пароструйную головку. На фиг. 3 показан общий вид стокера «Дуплекса» с двумя головками для разбрасывания угля. На работу стокера расходуется $1\frac{1}{2}$ —2% всего расхода пара.

На фиг. 4 дан четырехосный Т. широкой колеи, объединенный для нескольких типов паровозов. Для прицепки этого Т. к паровозу той или иной серии необходимо на передней площадке Т. сделать надстройку такой высоты, чтобы ее пол был на одном уровне с полом будки машиниста. На фиг. 5 изображен четырехосный Т. с цилиндрич. формой водяного бака (сист. Вандербильт), имеющий широкое применение в Америке. Передняя часть водяного бака сплющена, что дает возможность поместить на ней уширенный угольный ящик. Рама покоится

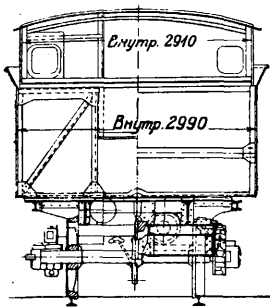


Фиг. 6.

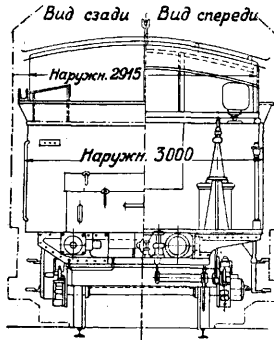
на двух тележках сист. Даймонд. Емкость водяного бака 18,0 м³ и вместимость угольного ящика 8,0 м³. На фиг. 6 изображен распространенный в Европе америк. четырехосный Т. на тележках типа Франклин. Водяной бак—прямоугольного сечения, на передней части бака сделана надстройка для угольного ящика. Бак покоится на стальной раме, опирающейся на две тележки системы Даймонд. Емкость бака 45,5 м³, а вместимость угольного ящика 14,5 т.



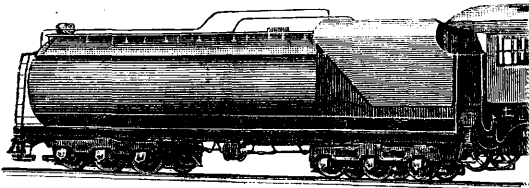
Разрез по бугсе. Разрез по шкворню.



Фиг. 4.



толщиной 5—10 мм. Высота бака подчиняется требованиям необходимости видимости пути при следовании паровоза Т. вперед. Емкость водяных баков Т. в СССР для ж. д. широкой колеи доходит до 60 м³, а для узкоколейных ж. д. до 16 м³. Толчки, происходящие при



Фиг. 5.

изменении скорости движения паровоза, к-рые могли бы вследствие инерции массы воды вызвать сильные напряжения в стенках водяных баков, а также прекращение действия инжекторов, воспринимаются поперечными стальными листами, служащими одновременно креплениями, к-рые однако не должны доходить до дна бака, чтобы не препятствовать равномерному распределению воды в нем. Для наполнения бака водою сверху его делают два круглых или овальных отверстия со вставными сетками. Для подвода воды к инжекторам на дне бака в передней его части в особых медных подстанниках с сеткою сверху помещаются два водозапорных клапана.

Хранилище для топлива устраивается обычно сверху водяного бака, при подковообразном баке угольный ящик помещается между боками последнего. Днище угольного ящика наклонено вперед, что способствует ссыпанию топлива к будке машиниста. В новых типах Т. наклонное дно угольного ящика опускается до уровня топочного отверстия, т. ч. кочегару не прихо-

Емкость водяного бака T рассчитывается т. о., чтобы запас воды в нем мог обслужить полный пробег паровоза с поездом наибольшего веса в грузовом направлении на протяжении заданного участка пути S с учетом существующего профиля. Расход воды из бака B_m больше расхода пара котлом B_k , т. к. кроме превращения в пар вода теряется в инжекторах, увлекается паром в виде механич. примеси, расходуется на поливку угля и пр. Поэтому

$$B_m = B_k (1 + \beta),$$

где β —коэф., учитывающий потери воды. Средние ориентировочные значения коэффициента β приведены в нижеследующей таблице:

| Род отопления | При насыщенном паре | | При перегретом паре | |
|---|---------------------|---------|---------------------|---------|
| Угольное | 0,30 *1 | 0,25 *2 | 0,20 *1 | 0,15 *2 |
| Др. овяное, торфяное и нефтяное | 0,20 *1 | 0,15 *2 | 0,15 *1 | 0,10 *2 |

*1 Зимой. *2 Летом.

Инжекторы не могут забирать всю воду до дна бака, поэтому в последнем необходимо иметь запас воды сверх расчетного примерно ок. 20% для T . широкой колеи и ок. 10—15% для узкой колеи. Следовательно емкость бака д. б.

$$B = B_m \cdot a = B_k (1 + \beta) a.$$

Полный расход топлива, необходимый на выполнение работы паровоза на данном участке пути S , будет:

$$C = \frac{B_m}{e},$$

где e обозначает паропроизводительность или испарительную способность данного вида топлива.

В. Трубной.

ТЕНЗОРНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ, математич. дисциплина, изучающая методы непосредственных вычислений с геометрическими величинами, называемыми тензорами. Самое понятие тензора имеет различные значения. С более общей точки зрения под тензорами в пространстве n измерений понимают геометрич. величины, сохраняющие свое значение (инвариантные) при преобразовании координат. Тензоры первого ранга, или векторы, определяются при помощи n скалярных координат, тензоры второго ранга, или аффиноры,—при помощи n^2 координат, тензоры p -го ранга—при помощи n^p координат. В технике распространена также и другая точка зрения, по к-рой тензором является только симметричный аффинор (см. *Диадное исчисление*). Иногда под тензором понимают линейную вектор-функцию (Игнатовский, Эйхенвальд). Вычисления над тензорами можно производить двумя различными способами. Можно вычислять непосредственно над тензорами и определяющими их векторами независимо от координатной системы. Такое исчисление разработано в последнее время для геометрии любого числа измерений как евклидовой, так и неевклидовой (Гиббс, Buzali-Forti и Marcolongo, Schouton). Основы этого а б с о л ю т н о г о исчисления для интересующего технику случая трехмерной евклидовой геометрии—см. *Диадное исчисление*. Другое исчисление пользуется правилами сокращенного символич. вычисления над определяющими числами (координатами) тензора (Ricci-Kalkül).

Рассмотрим сначала тензоры в трехмерной евклидовой геометрии. Пусть i_1, i_2, i_3 обозна-

чают три взаимно перпендикулярных единичных вектора. Тогда радиус-вектор r может быть изображен в виде суммы составляющих:

$$r = x_1 i_1 + x_2 i_2 + x_3 i_3 = \sum_{\lambda} x_{\lambda} i_{\lambda}. \quad (1)$$

Для сокращения обозначений часто применяют правило, по к-рому каждое одночленное выражение, в к-ром встречается два раза греческий индекс, суммируется по этому индексу без специального обозначения знака суммы. Т. о. вместо (1) можно написать:

$$r = x_{\lambda} i_{\lambda}. \quad (2)$$

Точно так же любой вектор a может быть записан в виде

$$a = a_{\lambda} i_{\lambda}.$$

Еще проще обозначают вектор a , указывая просто его проекцию a_{λ} . В деформированном теле на площадку $dS = n dS$ внутри тела действует сила упругости, зависящая от направления нормального вектора n . Эта сила $P dS$ м. б. записана в виде

$$P dS = (\sigma_1 i_1 \cdot i_1 n + \sigma_2 i_2 \cdot i_2 n + \sigma_3 i_3 \cdot i_3 n) dS,$$

где $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ —главные напряжения в данной точке. Если координатные векторы i_1, i_2, i_3 не параллельны главным направлениям напряжений, то приходится принимать во внимание также и скальвающие усилия τ . Тогда сила P , приходящаяся на единицу поверхности, записывается в виде

$$P = p_{11} i_1 \cdot i_1 n + p_{21} i_1 \cdot i_2 n + p_{13} i_1 \cdot i_3 n + p_{21} i_2 \cdot i_1 n + p_{22} i_2 \cdot i_2 n + p_{23} i_2 \cdot i_3 n + p_{31} i_3 \cdot i_1 n + p_{32} i_3 \cdot i_2 n + p_{33} i_3 \cdot i_3 n = p_{\lambda\mu} i_{\lambda} \cdot i_{\mu} n, \quad (3)$$

где

$$p_{\lambda\mu} = \begin{cases} \tau_{\lambda\mu}, & \text{если } \lambda \neq \mu \\ \sigma_{\lambda}, & \text{если } \lambda = \mu. \end{cases}$$

Если вынести за скобку общий множитель n , то P м. б. записано в виде

$$P = \Pi n, \quad (4)$$

где

$$\Pi = p_{\lambda\mu} i_{\lambda} \cdot i_{\mu} \quad (5)$$

изображает т е н з о р напряжений, равный сумме девяти диадных произведений. Сокращенно этот тензор можно обозначить простым указанием его составляющих $p_{\lambda\mu}$. Тензор напряжений Π является симметричным аффинором, потому что его координаты удовлетворяют соотношению

$$p_{\lambda\mu} = p_{\mu\lambda}.$$

Поэтому тензор Π определяется шестью координатами. Аналогично можно определить тензор инерции, тензор фиктивных фарадеев-максвелловских напряжений и т. п. (см. *Диадное исчисление*).

При сложении векторов складываются их координаты. Поэтому сумма двух векторов

$$a = a_{\lambda} i_{\lambda} \quad \text{и} \quad b = b_{\mu} i_{\mu} \quad (6)$$

запишется в виде

$$a + b = a_{\lambda} i_{\lambda} + b_{\mu} i_{\mu} \quad (\text{суммировать по } \lambda, \mu).$$

Здесь индексы λ, μ , по к-рым суммируются данные произведения, являются н е м ы м и и н д е к с а м и, они исчезают после суммирования и м. б. заменены любой греческой буквой. В частности можно во второй сумме вместо μ

писать λ . Тогда проекции суммы $\mathbf{a} + \mathbf{b}$ м. б. выражены в виде

$$a_\lambda + b_\lambda.$$

Диадное произведение векторов (6)

$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = a_\lambda b_\mu \mathbf{i}_\lambda \cdot \mathbf{i}_\mu \quad (\text{суммировать по } \lambda, \mu)$$

м. б. сокращенно выражено произведением $a_\lambda b_\mu$. Здесь однако нельзя заменить индекс μ индексом λ , потому что эта замена приводит к суммированию по индексу λ , т. е. к скалярному произведению

$$\mathbf{a} \mathbf{b} = a_\lambda b_\lambda. \quad (7)$$

Такое превращение диадного произведения $a_\lambda b_\mu$ в скалярное произведение $a_\lambda b_\lambda$ называется с о к р а щ е н и е м этого диадного произведения. Равным образом можно произвести сокращение у любого аффинора

$$\Phi = a_{\lambda\mu} \mathbf{i}_\lambda \cdot \mathbf{i}_\mu \quad \text{или} \quad a_{\lambda\mu}, \quad (8)$$

заменяя индекс μ индексом λ . Получается сумма скалярных произведений или первый скаляр аффинора Φ :

$$S_1 \Phi = a_{\lambda\lambda} = a_{11} + a_{22} + a_{33}. \quad (9)$$

Дифференциальный оператор, «набла», выражается в виде суммы

$$\nabla = \mathbf{i}_\lambda \frac{\partial}{\partial x_\lambda}. \quad (10)$$

Поэтому набла-аффинор вектора $\mathbf{a} = a_\mu \mathbf{i}_\mu$ равен

$$\nabla \cdot \mathbf{a} = \frac{\partial a_\mu}{\partial x_\lambda} \mathbf{i}_\lambda \cdot \mathbf{i}_\mu, \quad \text{или просто} \quad \frac{\partial a_\mu}{\partial x_\lambda}. \quad (11)$$

Сокращение этого набла-аффинора образует дивергенцию

$$\nabla \mathbf{a} = \text{div } \mathbf{a} = \frac{\partial a_1}{\partial x_1} + \frac{\partial a_2}{\partial x_2} + \frac{\partial a_3}{\partial x_3}. \quad (12)$$

Несколько более общие соотношения получаются в случае применения косоугольных координат. Рассмотрим три некопланарных единичных вектора $\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3$ и три обратных вектора $\mathbf{e}^1, \mathbf{e}^2, \mathbf{e}^3$, связанных между собой соотношениями

$$\mathbf{e}^\lambda \mathbf{e}_\mu = \begin{cases} 1 & \text{при } \lambda = \mu \\ 0 & \text{при } \lambda \neq \mu. \end{cases} \quad (13)$$

Введем теперь вместо \mathbf{e}_μ новые векторы \mathbf{n}_σ (необязательно единичные) путем подстановки

$$\mathbf{n}_\sigma = a_{\sigma\mu} \mathbf{e}_\mu \quad (\text{суммировать по } \mu). \quad (14)$$

Подстановка (14) определяет также зависимость между обратными векторами \mathbf{n}^τ и \mathbf{e}^λ , если только определитель, составленный из координат аффинора $a_{\sigma\mu}$, не равен нулю. Из соотношения (см. *Диадное исчисление*)

$$\mathbf{e}^{-\lambda} \equiv \mathbf{e}^\lambda \mathbf{n}_\tau \cdot \mathbf{n}^\tau$$

получают, принимая во внимание (14),

$$\mathbf{e}^\lambda \equiv a_{\tau\mu} \mathbf{e}^\lambda \mathbf{e}_\mu \cdot \mathbf{n}^\tau$$

или, принимая во внимание (13),

$$\mathbf{e}^\lambda = a_{\tau\lambda} \mathbf{n}^\tau. \quad (15)$$

Преобразование (15) имеет те же коэф-ты, что и (14), но эти преобразования отличаются друг от друга. Если новые векторы \mathbf{n}_λ определяются из векторов \mathbf{e}_μ при посредстве аффинора $a_{\lambda\mu}$, то старые обратные (до преобразования) векторы \mathbf{e}^λ определяются из новых обратных векторов \mathbf{n}^μ при посредстве сопряженного аффинора $a_{\mu\lambda}$. Такое соотношение между преобразованиями векторов \mathbf{e}_λ и \mathbf{e}^λ называется к о н т р а г р е д и е н т н ы м. Поэтому говорят, что векто-

ры \mathbf{e}^λ преобразуются контрагредиентно по сравнению с \mathbf{e}_λ . Рассмотрим теперь любой вектор, разложенный на составляющие по векторам \mathbf{e}_λ или \mathbf{e}^μ :

$$\mathbf{a} = a_\lambda \mathbf{e}^\lambda = a^\mu \mathbf{e}_\mu. \quad (16)$$

Если подвергнуть теперь основные векторы \mathbf{e}_μ преобразованию (14), сохраняя неизменными коэф-ты a^μ , то вектор \mathbf{a} будет преобразован вместе с основными векторами и получится новый вектор

$$\mathbf{a}' = a^\lambda \mathbf{n}_\lambda. \quad (17)$$

Если же при этом преобразовании остаются неизменными коэф-ты a_λ , то в результате преобразования получается другой вектор

$$\mathbf{a}'' = a_\mu \mathbf{n}^\mu. \quad (18)$$

В первом случае \mathbf{a} является вектором к о в а р и а н т н ы м с \mathbf{e}_μ , а во втором — к о н т р а в а р и а н т н ы м с \mathbf{e}_μ и ковариантным с \mathbf{e}^λ . Это различие становится излишним в том случае, когда линейные преобразования (14) являются ортогональными, т. е. когда допускается только вращение координатной системы \mathbf{e}_μ . Если предположить, что вектор (16) и н в а р и а н т е н относительно преобразования (14), т. е. если

$$\mathbf{a} = a^\lambda \mathbf{e}_\lambda = b^\mu \mathbf{n}_\mu = b^\mu a_{\mu\lambda} \mathbf{e}_\lambda,$$

то

$$a^\lambda = a_{\mu\lambda} b^\mu, \quad (19)$$

координаты a^λ преобразуются к о н т р а г р е д и е н т н о векторам \mathbf{e}_λ , эти числа являются к о н т р а в а р и а н т н ы м и координатами инвариантного вектора \mathbf{a} . Равным образом из

$$\mathbf{a} = b_\mu \mathbf{n}^\mu = a_\lambda \mathbf{e}^\lambda = a_{\mu\lambda} a^\lambda \mathbf{n}^\mu$$

получается

$$b_\mu = a_{\mu\lambda} a^\lambda, \quad (20)$$

числа a_λ являются к о в а р и а н т н ы м и (по отношению к \mathbf{e}_λ) координатами инвариантного вектора \mathbf{a} . Как общее правило у ковариантных координат индекс помещается внизу, у контравариантных — наверху. Из соотношения

$$\mathbf{a} = a_\lambda \mathbf{e}^\lambda = a_\lambda \mathbf{e}^\lambda \mathbf{e}_\mu \cdot \mathbf{e}_\mu = a^\mu \mathbf{e}_\mu$$

видно, что

$$a^\mu = a_\lambda \mathbf{e}^\lambda \mathbf{e}_\mu. \quad (21)$$

Равным образом из

$$a^\mu \mathbf{e}_\mu = a^\mu \mathbf{e}_\mu \cdot \mathbf{e}_\lambda \cdot \mathbf{e}^\lambda = a_\lambda \mathbf{e}^\lambda$$

следует

$$a_\lambda = a^\mu \mathbf{e}_\mu \cdot \mathbf{e}_\lambda. \quad (22)$$

Ф-лы (21) и (22) позволяют превращать ковариантные координаты вектора в контравариантные и обратно. Если \mathbf{e}_λ — взаимно перпендикулярные единичные векторы, то различие между a_λ и a^λ отпадает.

Чтобы получить простые ф-лы при косоугольных координатах, нужно комбинировать ковариантные координаты с контравариантными. Возьмем два вектора $\mathbf{a} = a_\lambda \mathbf{e}^\lambda$ и $\mathbf{b} = b^\mu \mathbf{e}_\mu$. Их диадное произведение равно $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = a_\lambda b^\mu \mathbf{e}^\lambda \cdot \mathbf{e}_\mu$ или просто $a_\lambda b^\lambda$. Сокращение этого диадного произведения дает скалярное произведение

$$\mathbf{a} \mathbf{b} = a_\lambda b^\lambda. \quad (23)$$

Скалярное произведение получает в координа-

тах инвариантное выражение $a_\lambda b^\lambda$, если координаты сомножителей контрагредиентны.

Оператор «набла» в косоугольных координатах выражается в виде:

$$\nabla = e^\lambda \frac{\partial}{\partial x^\lambda}, \text{ где } \mathbf{r} = x^\lambda e_\lambda. \quad (21)$$

Тогда дивергенция вектора $\mathbf{a} = a^\mu e_\mu$ получается путем сокращения диадного произведения

$$\nabla \cdot \mathbf{a} = \frac{\partial a^\mu}{\partial x^\lambda} e^\lambda \cdot e_\mu,$$

т. е. в виде инвариантной суммы

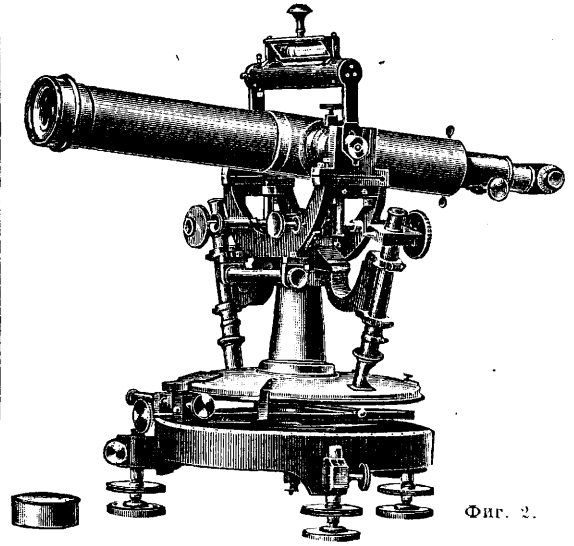
$$\operatorname{div} \mathbf{a} = \frac{\partial a^\lambda}{\partial x^\lambda}.$$

Дальнейшие обобщения читатель найдет в специальной литературе.

Лит.: Эйхенвальд А., Теоретическая физика, ч. 1, Теория поля, М.—Л., 1932; Шпильрейн Я., Векторное исчисление, М.—Л., 1925; Gibbs-Wilson, Vector Analysis, New Haven, 1913; Schouten J., Der Ricci-Kalkül, Eine Einführung in die neueren Methoden u. Probleme d. mehrdimensionalen Differentialgeometrie, B., 1924; Spielrein J., Lehrbuch d. Vectorrechnung, 2 Aufl., Stg., 1926; Lagally M., Vectorrechnung, Leipzig, 1928. См. также *Диадное исчисление*. Я. Шпильрейн.

ТЕОДОЛИТ, геодезич. угломерный инструмент, обладающий плавностью движения отдельных частей и имеющий достаточною устойчивость, что гарантирует надежность измерения углов. По конструкции осей Т. можно разделить на простые и повторительные; у первых лимб и трегер жестко соединены между собой, у вторых лимб подвижной, а ось вращения совпадает с осью алидадного круга. По назначению теодолиты бывают: технические—для съемочных работ, *тахеометры* (см.)—для

в триангуляциях II и III класса и в городских триангуляциях теперь получили широкое рас-



Фиг. 2.

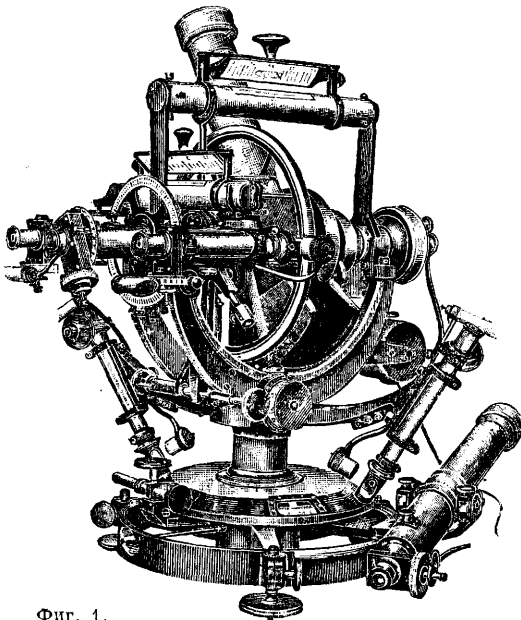
пространение универсальные и прецизионные Т. ф-к Вильда и Цейсса.

Универсальные Т. немецких фирм Гильдебранд и Бамберга, употребляемых на триангуляциях в СССР, имеют горизонтальные круги diam. 17,5+35 см с наименьшим делением на них в 4—5". Отсчеты горизонтального круга производятся двумя микрометрами с микрометриями, снабженными двумя парами витей, отстоящими на 1, 1½ или 2 оборота друг от друга.

Цена одного деления барабана микрометра 1", 2", 5", а по оценке 0,1", 0,2" и 0,5". Главная труба Т., центральная и прямая, имеет диаметр объектива 36—72 мм, с фокусным расстоянием 33—65 см. Увеличение трубы 36—72 раз. Труба лежит горизонтальной осью в основных лагерах подставки Т. и кроме того поднимается парой ложных лагеров, на к-рых она поднимается при ее переключении помощью переводного механизма. Сетка нитей имеет вид биссектора с угловым расстоянием в 30—40", дающим предельную ошибку наведения трубы до 3", к-рая уменьшается с увеличением фокусного расстояния объектива трубы. Для облегчения наведения и повышения точности кроме микрометричного винта алидады, перемещающего верхнюю часть инструмента, трубу снабжают окулярным микрометром, шти которого рационализируются в фокальной плоскости объектива. Барабан винта окулярного микрометра разделен на 100 частей, шаг винта 0,25 мм. Полные его обороты отсчитываются по зубцам, лежащим в плоскости диафрагмы зубчатки. В нижней части Т. расположена поверительная труба, перемещающаяся в особой каретке, связанной с трегером инструмента и с нижним концом, охватывающим центральную его цапфу. Цена деления окулярного микрометра главной и поверительной труб 1—1,5". Диаметр объектива 36—45 мм, фокусное расстояние 33—52 см. Увеличение 30—65 раз. Для установки вертикальных осей в отвесное положение имеются накладные уровни с воздушной камерой и ценой деления в 2,5—5". Полс зрения и окулярные микрометры труб, микрометры с микрометрами горизонтального и вертикального кругов освещаются электрич. лампочками в 3,5 В, питаемыми от аккумулятора. Для регулировки степени освещения имеется реостат.

Основные геодезич. Т., применяемые на триангуляциях I класса в СССР, бывают двух типов и характеризуются сл. данными.

I тип. Геодезический Т. 2"-ной точности. Диаметр горизонтального круга 275 мм, подвижной, закрепляющийся. Деления на лимбе через 4' (1/15°) с подразделением на 360". Деления нанесены на серебряной пластинке. При круге—2 микроскопа с микрометрами с ценой деления 2", с оценкой до 0,2", с двумя подвижными биссекторами, отстоящими друг от друга на 1½ оборота. Главная труба—прямая, центральная. Диаметр объектива 65 мм; фокусное расстояние 650 мм. Увеличение в 42, 62 и 72 раза. Труба снабжена окулярным микрометром с одной горизонтальной шпилью и подвижным биссектором, имеющим угловое расстояние в 25", цена деления окулярного микрометра ~1". Освещение трубы электрическое и масляное. Главная труба имеет механич. переключку горизонтальной оси трубой помощью эксцентрика. Движение окулярного колеса дается обыч-



Фиг. 1.

определению высот и расстояний, *фототеодолиты* (см.)—для фотограмметрических съемок и универсальные, предназначенные для *триангуляций* (см.). Универсальные Т., снабженные вертикальными кругами с точностью отсчета в 10" и выше, называемые универсалами, предназначаются для работ как геодезических, так и астрономических. В триангуляциях I класса в СССР применяются Т., изготовляемые фирмами Гильдебранд (фиг. 1) и Бамберг (фиг. 2).

ной кремальерой. Поверительная труба имеет отверстие объектива 45 мм, фокусное расстояние 420 мм, увеличение 47 и снабжена окулярным микрометром, состоящим из одной горизонтальной нити и подвижного вертикального биссектора с угловым расстоянием 35—40". Цена деления окулярного микрометра 1". Поверительная труба располагается в каретке, перемещающейся по основному кольцу подставки инструмента и соединяется клеммой с центральной вертикальной цапфой. Накладной уровень с точностью в 2" насаживается на горизонтальную ось и имеет воздушную камеру. Уровень при колочке трубы 5"-ной точности. Освещение трубы, окулярного микрометра и микроскопов с микрометрами горизонтального круга—электрическое. Имеется центральный переключатель. Укладка в двух ящиках с пружинным дном и двумя боковыми пружинными подушками. В качестве принадлежностей имеются: штатив, две лезвия для коротких расстояний и пр.

Тип I. Конструкция аналогична типу I. Размеры: горизонтальный круг diam. 210 мм; деления на лимбе 5' ($1/12^\circ$); цена деления микроскопов 2". Главная труба с отверстием объектива 48 мм и фокусным расстоянием 490 мм. Ортоскопич. окуляры с увеличением в 36, 45 и 54 раза. Расстояние между нитями микрометра 35". Труба переключается рукой без эксцентрика. Поверительная труба с отверстием объектива 40 мм и фокусным расстоянием 380 мм, увеличение окуляра 42. Расстояние между подвижными нитями 40". Уровни накладные с ценой деления в 3—5" и воздушной камерой.

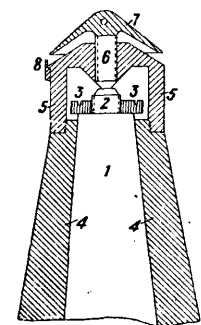
С 1929 г. в наших триангуляциях стали применять универсальный Т. особой конструкции типа Bauart Schweizer Landestopographie без окулярного микрометра главной трубы.

Размеры Т. Горизонтальный круг diam. 180 мм. Деления на лимбе в $1/6^\circ$. Отсчет производится по двум микроскопам с микрометрами (точностью 2"). Отверстие объектива главной трубы 41 мм; фокусное расстояние 380 мм; ортоскопич. окуляры с увеличением 42—56 раз. Отверстие объектива поверительной трубы 36 мм, фокусное расстояние 330 мм, ортоскопический окуляр с микрометром, с увеличением в 30 раз. Вертикальный круг diam. 160 мм с нониусом точностью в 10".

Иногда при триангуляционных работах I класса применяют универсалы, имеющие вертикальный круг и уровни Талькотта.

Для триангуляции II класса в СССР пользуются геодезич. Т. 5"-ной точности.

Основные размеры. Диаметр горизонтального круга в 175 мм и подраделением лимба в $1/6^\circ$. Главная труба с диаметром объектива в 36 мм, фокусным расстоянием в 330 мм и с двумя окулярами увеличением в 33 и 44 раза. Цена деления окулярного микрометра 1,5". Поверительная труба с отверстием объектива 36 мм, фокусным расстоянием 380 мм и с ортоскопич. окуляром 30-кратного увеличения. Цена деления накладного уровня 5". Цена деления окулярного микрометра 1,5". Конструкция его аналогична геодезич. Т. типа I. Характерной особенностью этих инструментов следует считать систему осей Репольда, изображенную на фиг. 3, где 1—верхний конец вертикальной оси, оканчивающейся выступом 2 с винтовой нарезкой и навинчивающейся шайбой 3, 3, 4, 4—втулка алидадной части, имеющая продолжение 5, 5 с упорным винтом 6 вверху, оканчивающимся грибовидной головкой 7, имеющей деления, по к-рым делают отсчет, пользуясь указателем 8. При ввинчивании винта 6 его конец нажимает на выступ 2 и при некотором давлении приподнимает втулку 4, 4. Определенному положению винта 6, отчитанному по делениям его головки, соответствует наиболее легкое

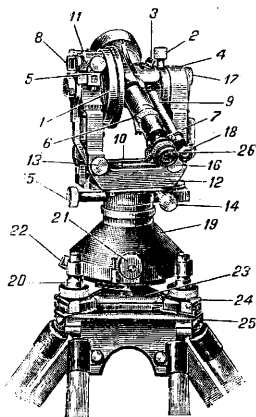


Фиг. 3.

вращение втулки при отсутствии каких-либо колебаний. Для плавного движения алидадной части надо, чтобы рабочая поверхность винта 6 находилась в масле. В универсальных Т. встречаются оси Рейхенбаха или Борда.

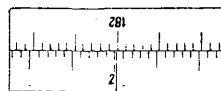
Прецизионный Т. Вильда изображен на фиг. 4. Здесь 1—вертикальный круг, связанный неподвижно с горизонтальной осью трубы; 2—закрепительный винт трубы; 3—призма, освещающая вертикальный круг; 4—правый лагерь; 5—левый лагерь; 6—кольцевая кремальера; 7—диоптрийное кольцо (окулярная трубочка); 8—призма для уровня вертикального круга; 9—отсчетный микроскоп (микроскоп-окуляр); 10—уровень цилиндрический при подставке; 11—уровень вертикального круга (с

призмой); 12—виллообразная подставка Т.; 13—микрометренный винт для уровня вертикального круга; 14—микрометренный винт для движения по азимуту; 15—закрепительный винт инструмента (по азимуту); 16—микрометренный винт трубы; 17—оптич. микрометр (микрометренный винт барабана секунд); 18—призмный переключатель изображений кругов; 19—кончик подставка (трегер); 20—подъемные винты (3 шт.); 21—винт с подвижным предохранителем для передвижения горизонтального круга; 22—призма, освещающая горизонтальный круг; 23—треугольник-пластинка; 24—ползушки (3 шт.) для зажима подъемных винтов; 25—головка штатива (металлическая); 26—окуляр трубы. Горизонтальный и вертикальный круги отсчитываются по отсчетному микроскопу, соединенному с трубой. Справа, под

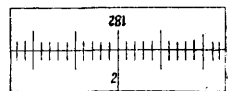


Фиг. 4.

ле микрометренного винта трубы, находится призмный переключатель для переключения изображений горизонтального и вертикального кругов. При вращении призмного переключателя по направлению хода часовой стрелки (до предела) в отсчетном микроскопе виден горизонтальный круг, при вращении же его в обратном направлении появляется изображение вертикального круга. Освещение изображений круга должно быть по возможности яркое и равномерное. Чтобы достигнуть этого вращают соответственным образом освещающие призмы. Во время измерения углов освещение не должно изменяться. В отсчетном микроскопе (микроскоп-окуляр) появляются два изображения. Первое изображение, находящееся вверху, представляет двойное изображение диаметрально противоположных частей лимба, разделенных тонкой горизонтальной чертой,—оно дает градусы и минуты. Второе изображение, находящееся внизу, представляет изображение делений барабана секунд, оно дает возможность отсчитывать непосредственно десятки, единицы и доли секунды, а по оценке—сотые доли секунды. Если круг разделен на 360°, то он имеет интервалы в 4', а барабан секунд имеет 600 делений. Десятки делений подписаны соответственно 0,1, 2, ..., 60. Один оборот барабана секунд соответствует 2' лимба. Деления же барабана секунд для двойного отсчета имеют интервалы в 0,1", позволяющие отсчитывать на-глаз десятые доли этого интер-



Фиг. 5а.



Фиг. 5б.

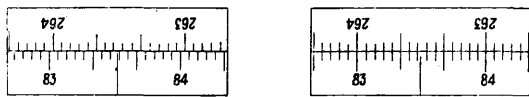
вала, т. е. сотые доли секунд. Сотые доли секунд оцениваются легко, т. к. рассматривание интервала между штрихами равносильно рассматриванию 1 мм на расстоянии наилучшего,

зрения. Если круг разделен на 400 градусов, то он имеет интервалы в $10'$, барабан секунд имеет 500 делений, причем пятки делений подписаны соответственно 0, 1, 2, ..., 100. Один оборот барабана секунд соответствует $5'$ лимба. Одно деление барабана секунд равно $1''$. Отсчет горизонтального круга при делении его на $360'$ показан на фиг. 5а и 5б; на фиг. 5а дано изображение в отсчетном микроскопе до совпадения штрихов, а на фиг. 5б—то же изображение, но только после совпадения штрихов.

| | | |
|---------------------------|---------------|-----------|
| Отсчеты круга | $2^{\circ}0'$ | |
| Отсчет барабана | $19,98''$ | |
| » | $19,90''$ | $39,88''$ |

Результат: $2^{\circ}0' 39,88''$

В середине нижнего изображения круга имеется неподвижный штрих-индекс, в непосредственной близости к-рого штрихи делений верхнего и нижнего изображений приводятся к совпадению (фиг. 5б). По этому изображению и делают отсчет. По изображению же фиг. 5а отсчетов не делают ни по делениям круга—верхнее изображение ни по делениям барабана секунд—нижнее изображение. Сам же штрих-индекс указывает только середину поля зрения и отмечает зону, где происходит совмещение двух штрихов диаметрально противоположных делений лимба. Совмещение штрихов производится тщательно посредством вращения оптич. микрометра, расположенного вверху, около лагера подставки, несущей призмный переключатель изображений кругов. Посредством вращения оптич. микрометра изображения диаметрально противоположных делений круга передвигаются в противоположных направлениях. Окончательное точное движение—свмещение штрихов верхней шкалы со штрихами нижней—должно всегда происходить в одинаковом направлении, как принято у точных микрометренных винтов,—в направлении часовой стрелки. При совпадении верхних и нижних делений штрих-индекс может находиться или



Фиг. 6а.

Фиг. 6б.

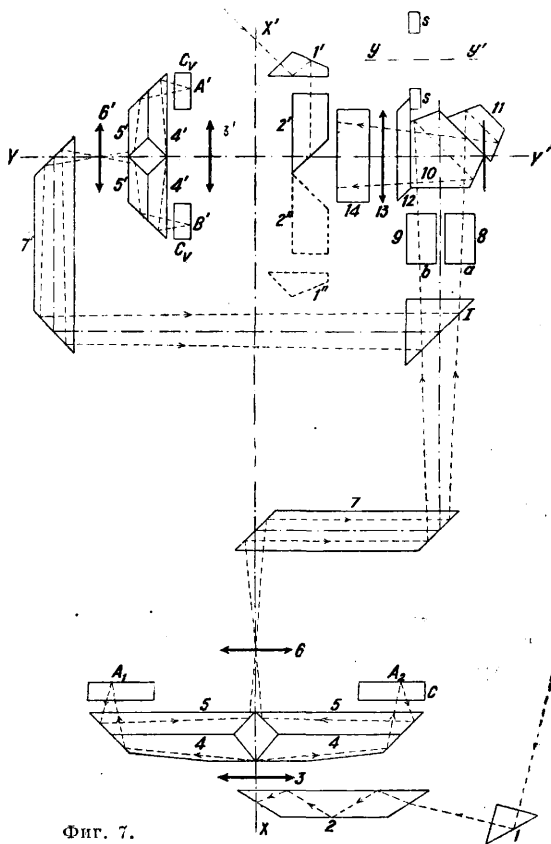
на штрихе деления или в середине интервала (фиг. 6а и 6б).

| | | |
|---------------------------|-----------------|-----------|
| Отсчеты круга | $83^{\circ}30'$ | |
| Отсчет барабана | $45,56''$ | |
| » | $45,50''$ | $91,06''$ |

Результат: $83^{\circ}31' 91,06''$

Фиг. 6а дает изображение круга до совмещения штрихов, а фиг. 6б—изображение круга после совмещения диаметральных штрихов лимба (штрихов верхней и нижней шкалы). После совмещения делений круга на нижнем его изображении в поле зрения микроскопа отсчитываются непосредственно градусы и минуты, остальное получают по шкале секунд, беря с нее подписанные десятки делений и целые деления, умножая весь отсчет по шкале секунд на два или беря по шкале секунд сумму двух отсчетов, полученных путем последовательных смещений диаметральных штрихов лимба (штрихов верхней и нижней шкалы). Сумма двух отсчетов оптич. микрометра дает правильный отсчет в угловых секундах. Для получения

пар минут надо отсчитать число штрихов, находящихся между числом градусов, получаемых непосредственно по нижнему изображению круга, и соответственным числом градусов верхнего изображения круга (разница 180°).



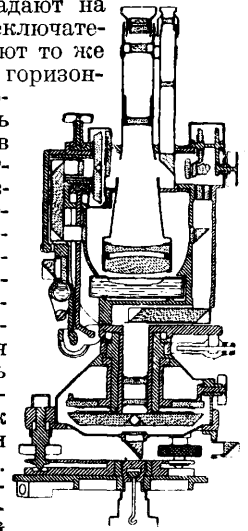
Фиг. 7.

Отсчеты вертикального круга делаются аналогичным путем, угол же наклона получается как разность двух отсчетов, сделанных при круге право и круге лево. Характеристические размеры прецизионного Т. Вильда: диаметр горизонтального круга 140 мм; диам. вертикального круга 95 мм; свободное отверстие объектива 60 мм; длина трубы 260 мм; увеличение трубы (3 переменных окуляра) $24\times$, $30\times$ и $40\times$; увеличение микроскопа для отсчета на кругах $37\times$; цена деления уровня при подставке $7''$ (округленно) на 2 мм; цена деления уровня при вертикальном круге $6''$ на 2 мм (точность по уровню двойная в виду применения принципа совмещения изображений двух концов пузырька); цена деления барабана микроскопа $0,8''$; вес инструмента 10,3 кг, вес металлич. крышки 5,2 кг; вес треноги с футляром, содержащим вспомогательные принадлежности, 7,5 кг; центрирующая подставка диаметром 20 см; вес 5,1 кг; средняя ошибка измерения угла прецизионным Т. Вильда равна $\pm 0,3'' \div \pm 0,5''$.

Принцип конструкции универсального Т. Вильда аналогичен прецизионному. Здесь дается схематич. разрез оптич. его части вертикальной плоскостью, перпендикулярной к плоскости визирования и проходящей через горизонтальную ось вращения трубы $Y-Y'$ и вертикальную его ось $X-X'$ (фиг. 7). Горизонтальный круг С из кронгласа толщиной 6 мм с верхней поверхности посеребрен и имеет деления и

цифры; A_1 и A_2 —его диаметрально противоположные части. Они освещены рядом призм. Призма 1 расположена сбоку трегера инструмента. Пучок лучей, падающий на призму 1, отражается от ее гипотенузы и падает на призму 2, заключенную в оправу и расположенную под трегером инструмента. Пройдя призму 2, луч света идет вверх параллельно вертикальной оси Т. Далее лучи проходят через собирательную плосковыпуклую линзу 3, к-рая этот пучок лучей концентрирует, превращая его из расходящегося в параллельный, и направляет на грань пары склеенных призм 4,4, где, получив двойное отражение от их граней, пучок лучей делится на две половины. Отразившись от этих призм, лучи через призму 5 падают на диаметрально противоположные зеркальные части круга A_1A_2 и их освещают. Отразившись от амальгамированных частей лимба, лучи падают на грани призм 5, 5, которые дают отраженным центральным пучкам лучей требуемый угол для того, чтобы изображения двух рассматриваемых частей круга, полученные при помощи собирательной линзы 3, имели необходимое направление вдоль вертикальной оси Т. В призме 5 лучи претерпевают двойное отражение. Собирательная линза 6 состоит из двух частей, находящихся на некотором расстоянии друг от друга, из которых каждая представляет две линзы—двояковыпуклую и вогнутовыпуклую в верхней части и плосковыпуклую и вогнутовыпуклую—в нижней части. Эти линзы заключены в особые стальные цилиндры, плотно входящие друг в друга. Затем лучи поворачиваются два раза ромбоздич. призмой 7 и падают в точках a и b на толстые плоско-параллельные пластинки 8 и 9. На пластинку 8 попадает луч от точки A_1 , а на пластинку 9—от точки A_2 горизонтального круга. Далее луч, идущий из точки A_1 , попадает на пентагональную отражательную призму 11, а луч, идущий из точки A_2 , попадает в призму 10 (призмы 10 и 11—«отделяющие» призмы). Отразившись, эти лучи проходят через плоскопараллельную пластинку 12, и, не испытав преломлений или отражений, падают на собирательную плосковыпуклую линзу 13. Далее призмой 14 эти лучи отражаются (меняя направление и путь) перпендикулярно к плоскости чертежа и направляются в фокальную плоскость отсчетного микроскопа, где получается окончательное изображение деления лимба. Изображение, наблюдаемое через окуляр микроскопа, получается в отделяющих пентагональных призмах 10 и 11. Отсчетный микроскоп состоит из системы линз 13 и 6 и линзы окуляра (на фиг. 7 опущена). При этом роль объектива играет система линз 6, а сложный окуляр микроскопа составляют окулярная линза и собирательная линза 13. Плоскопараллельная пластинка 12 имеет скошенные взаимно параллельные края—верхний и нижний,—отражающие лучи от неподвижного штриха, нанесенного на этой пластинке, и подвижную круговую шкалу, помещенную на стеклянном диске s,s , который плотно соприкасается с поверхностью плоскопараллельной пластинки 12. Ось вращения $y-y'$ стеклянного круга s,s связана с движением плоскопараллельных пластинок 8 и 9 так, что некому углу поворота круга s,s от своего нормального положения соответствует тот же угол поворота от нормального положения пластинок 8 и 9, но только в прямо противоположные стороны. Такой

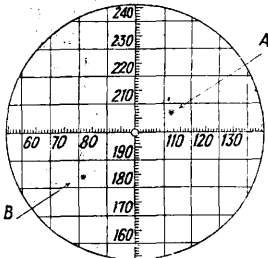
поворот плоскопараллельных пластинок 8 и 9 влечет смещение изображений диаметрально противоположных делений лимба одного относительно другого в прямо противоположных направлениях. Шкала диска s, s и штрих на пластинке 12 дают изображения в той же плоскости, где получают изображения делений лимба. Сам же индекс состоит из двух черточек, расположенных на одной линии; первая черточка указывает приблизительно место отсчета диаметрально противоположных точек лимба, вторая черточка указывает место отсчета по шкале секунд. Интервалы шкалы секунд (круга s,s) подобраны так, что выражают в градусной мере величину смещения изображений лимба одного относительно другого. Освещение вертикального круга C_v-C_v производится через оптическую систему призм и линз 1', 2', 3', 4' по аналогии с кругом горизонтальным. Лучи, исходящие из точек A' и B' вертикального круга C_v-C_v , идут по симметричным направлениям в системе призм 5'; 5', 6' (линза) и 7'. При этом линза 3' плосковыпуклая и собирательная, линза же 6' состоит из двух линз—двояковыпуклой и вогнутовыпуклой. Далее эти лучи падают на призму призматического переключателя 1 и в дальнейшем имеют то же направление, что и лучи горизонтального круга, а в конечном итоге, отражаясь призмой 14, попадают в фокальную плоскость отсчетного микроскопа. Призма 1 вращается посредством призматического переключателя. Эта призма позволяет по желанию закрывать лучи, идущие от горизонтального или вертикального кругов, давая возможность использовать один и тот же оптич. микроскоп для отсчетов как для горизонтального, так и для вертикального круга. Призма 1 поворачивает лучи по направлению к пластинкам 8 и 9. Для большей ясности выявления конструктивных особенностей теодолита Вильда приводится его разрез вертикальной плоскостью, проходящей через горизонтальную ось трубы (фиг. 8).



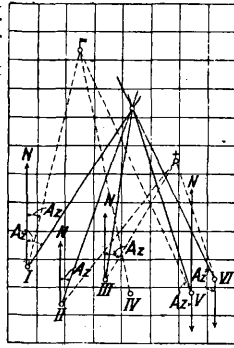
Фиг. 8.

| | |
|---|---------------|
| Диаметр горизонтального круга | 95 мм |
| » вертикального круга | 50 мм |
| Свободное отверстие объектива, состоящего из двух линз,—двояковыпуклой и вогнутовыпуклой | 40 мм |
| Длина трубы | 175 мм |
| Увеличение трубы | 21 × |
| » микроскопа для отсчитывания кругов | 31 × |
| Фокусное расстояние объектива (округленно) | 136 мм |
| » » рассеивающей линзы | 101 мм |
| » » всей системы | 211 мм |
| » » окуляра | 9 мм |
| Расстояние неподвижной плоскости от объектива | 150 мм |
| Расстояние рассеивающей линзы от объектива | 100 мм |
| » главной оси от объектива | 68 мм |
| Предельные вертикальные углы | ± 75 градусов |
| Относительное отверстие объектива | f/3,4 |
| Цена деления уровня при подставке 20° на | 2 мм |
| » » вертикальным круге (точность по уровню двойная в виду применения принципа совмещения изображения двух концов пузырька) 13° на | 2 мм |
| Цена деления барабана микроскопа | 1" |
| Вес инструмента | 1,5 кг |

по горизонтальному кругу. Если эти отсчеты по сетке чередуются положительными и отрицательными, то часто вкрадываются ошибки. Для того чтобы иметь возможность постоянно складывать уточненную долю отсчета, следует брать не промежуток между средней вертикалью и искомой точкой, а значение, соответствующее подцифе (сетки); так, при точке $A = -113^{\circ}_{00}$, а при $B = -82^{\circ}_{00}$, т. е. на 100°_{00} больше. Однако эти 100°_{00} учитываются при ориентировочном азимуте, по к-рому поставлен инструмент т. о., что берется не постоянный азимут направления, «постоянная ориентировочная

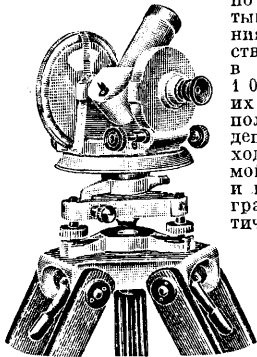


Фиг. 14.



Фиг. 15.

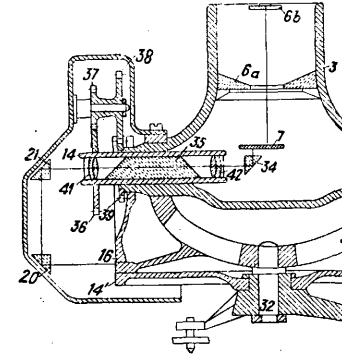
точка», а на 100°_{00} меньше. Т. о. наведение на астрономич. север даст по кругу отсчет, равный не 00° или 32° , а 3° . Все отсчеты по горизонтальному кругу постоянно увеличиваются на избыток отсчета по сетке, что дает правильный азимут. Аналогично поступают и при измерении вертикальных углов. При горизонтальной линии визирования по вертикальному кругу отсчитывают 00° , горизонтальная линия через центр сетки соответствует значению 200°_{00} , поэтому в сумме получаем 10° , т. е. $1\ 000^{\circ}_{00}$. Складывая отсчеты обоих кругов по сетке и отняв 10° , получим превышение, или угол депрессии. Кроме координат необходимо получить и высоту искомой точки. Разности высот постов и целей могут быть определены графически (фиг. 15) или аналитически, т. к. на плане видна линия визирования и м. б. измерен угол ее наклона относительно горизонта. Указанным способом артиллерийский теодолит Вильда применяется для измерения моментальных явлений.



Фиг. 16.

Для целей авиации пользуются балон-теодолитом Гугерсгофа (фиг. 16). Диаметр круга 20 см. на его центральной части имеется бумага с полярными координатами. Отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам делаются через микроскоп, служащий вместе с тем и окуляром трубы. Помимо отсчетов имеется графич. фиксация направлений на бумаге, разделенной радиально через 2° и концентрич. кругами через 1 мм.

В основании подставки трубы имеется часовой механизм, позволяющий в течение 1 мин. смещать один карандаш на 0,5 мм, а другой—параллельно оси вращения. Имеется механизм со звонком, дающим сигналы через $30''$, для наблюдений через определенные промежутки времени.



Фиг. 17.

Современные к и н о-Т. позволяют брать частые отсчеты (через одну, две секунды) и фиксировать фотографии, путем не только отсчетов кругов и время, но и поле зрения в момент наблюдения. В основе конструкции

этого регистрирующего Т. лежат следующие соображения. При взаимно перпендикулярных осях Т. и при перпендикулярности визирной оси отсчеты круга будут давать координаты данного направления. Эти координаты получаются из отсчетов круга с поправками, определяющими положение изображения предмета относительно поля зрения, например путем измерения его прямоугольных координат относительно креста сетки нитей. Этот метод аналогичен методу, применяемому в астрофотографии, когда поле зрения фиксируется путем моментальных фотоснимков. Инструмент снабжен кинокамерой большого фокусного расстояния с осью, параллельной оси трубы. С полученного поля зрения получаются поправки отсчетов. Оси фильмы обозначаются через X и Y и поставлены так, что одна показывает горизонтальное направление поля зрения, а другая—вертикальное, т. е. при вращении камеры вокруг горизонтальной оси изображение предмета будет смещаться параллельно оси Y. Пусть координаты точки в прямоугольной системе координат будут x и y , а a_0 и h_0 —азимут и вертикальный угол. Тогда по ф-лам, применяемым в астрофотографии, для азимута a и вертикального угла h нашей точки найдем:

$$a = a_0 + x \sec h_0 + xy \sec h_0 \operatorname{tg} h_0 + \text{члены высшего порядка,}$$

$$h = h_0 + y - x^2 \frac{\operatorname{tg} h_0}{2} + \text{члены высшего порядка.}$$

Значения a_0 и h_0 рассматриваются как азимут и вертикальный угол оптич. оси камеры трубы; координаты x и y получаются из поля зрения. Наблюдателю приходится следить за объектом только для того, чтобы он не выходил из поля зрения трубы. Помощью призм 20, 21, 34 (фиг. 17) изображение, отраженное объективом (не показан на чертеже), попадает на фильм 7, т. о. изображения делений круга на фильме появляются ниже изображения поля зрения. При вращении системы труб 2, 3 вокруг горизонтальной оси плоскость гипотенузы призм 34 повернулась бы относительно той же плоскости призм 21, отчего изображение делений круга на фильме тоже повернулось бы. В зависимости от вертикального угла это изображение принимало бы относительно поля зрения всевозможные наклонные положения (от 0 до 90°), что конечно было бы неудобно при использовании фильмы. Поэтому на пути лучей изображения делений круга включена вращающаяся оборотная призма 35. При вращении камеры вокруг горизонтальной оси эта призма также участвует в движении (помощью зубчатых колес 36, 37, 38, 39), но с половинной скоростью. Шестерня 39 жестко соединена с горизонтальной осью, а шестерня 36—с оправой 14 призм 35. Т. о. изображения делений постоянно поднимаются по отношению к полю зрения. Две линзы 41, 42, помещенные в той же оправе вперед и назад призм 35, позволяют лучам при прохождении их через призму получить параллельное направление. В полости горизонтальной оси 30 помещены затворы, касетты с фильмой и механизмы, обслуживающие затворы и передающие фильму. Затворы имеют вид секторов; фильма движется обычным способом—валликами; двигателями служат сильные электромагниты, электризуемые трением колес. После каждого снимка, исполняемого замыканием тона в цепь, в к-рую включается аппарат, фильма автоматически передвигается на ширину одного снимка. В виду того что поле зрения не больше 2° , здесь применена сист. Cassegrain с отверстием в главном зеркале. Такая система позволяет поместить тяжелую часть оптич. механизма (главное зеркало) так, что нагрузка распределяется симметрично. Т. дает до 5 снимков в секунду (экспозиция $1/500$ сек.). А ход использованной фильмы дается автоматически. В целях упрощения всего механизма на одной фильме объединены снимки поля зрения и снимки отсчетов круга, что позволяет иметь одну кинокамеру и один передаточный механизм. Такая конструкция кино-Т. дается той же фиг. 17. Вертикальная ось 32 держится на трегере 33, снабженном подъемными винтами. Подставка 31 держит горизонтальную ось 30 и вращается около вертикальной оси. На горизонтальной оси закреплена камера 3 и труба-искатель 2. Камера 3 содержит зеркала 6а и 6б, отражающие изображение поля зрения на фильм 7. Фильма движется перпендикулярно к плоскости изображения, проходя под не показанной на чертеже стеклянной пластиной, имеющей 2 тонкие черные черты, получающиеся при фотографировании поля зрения в виде креста нитей. Пластина поставлена так, что эти линии служат осями X и Y и представляют собою горизонтальное и вертикальное направления поля зрения. Горизонтальный 14 и вертикальный 16 круги имеют верньеры; они устроены т. о., что деленная часть кругов и верньеры лежат в одной плоскости, т. ч. для получения изображения достаточно иметь одну оптич. систему. Кино-Т. служат гл. обр. для определения пути самолетов. Путь фиксируется способом двойных засечек с двух или трех станций. Все инструменты включены в общую проходящую через один центр цепь. Из этого центра через определенные промежутки времени (смотря по числу наблюдателей) делаются по часам включения, регистрирующие одновременно на всех инструментах поле зрения и отсчеты по кругам. Наблюдатели только следят в трубу за самолетом, чтобы он не

ряда событий $E_1, E_2, \dots, E_n, \dots$, вероятности к-рых образуют ряд чисел $p_1, p_2, \dots, p_n, \dots$, то вероятность события E определится как предел, к к-рому стремится p_n при возрастании n . Пример предельного события дает з а д а ч а Ч е б ы щ е в а: определить вероятность несократимости рациональной дроби, числитель и знаменатель к-рой написаны наудачу. Рассматривая несократимость дроби ни на какое число как предел несократимости ее на члены ряда последовательных простых чисел, искомую вероятность выразим иррациональным числом $\frac{6}{\pi^2}$. Действительно, в более простом вопросе о сократимости числителя дроби на число a можно различать a случаев по величине остатка от деления на a (величины остатков будут: $0, 1, 2, \dots, a-1$). Все эти a случаев равновозможны, всевозможны и несовместимы, следовательно вероятность делимости числителя на a равна $\frac{1}{a}$; то же относится и к знаменателю дроби. Т. о. вероятность, что дробь можно сократить на a , по теореме умножения (см. ниже) равна $\frac{1}{a} \cdot \frac{1}{a} = \frac{1}{a^2}$, а вероятность, что сокращение дроби на a невозможно, равна $1 - \frac{1}{a^2}$. Взяв ряд последовательных простых чисел, выразим вероятность A несократимости дроби на $2, 3, 5, 7, 11, \dots$ (по той же теореме умножения) бесконечным произведением

$$\left(1 - \frac{1}{2^2}\right) \left(1 - \frac{1}{3^2}\right) \left(1 - \frac{1}{5^2}\right) \left(1 - \frac{1}{7^2}\right) \dots$$

Взяв обратную величину этого произведения и применяя к каждой из дробей ф-лу

$$\frac{1}{1-x} = 1 + x + x^2 + \dots,$$

получим:

$$\frac{1}{A} = 1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{4^2} + \frac{1}{5^2} + \dots$$

Правая часть этого выражения, как известно, равна $\frac{\pi^2}{6}$, следовательно $A = \frac{6}{\pi^2}$.

Основными теоремами Т. в. являются теорема сложения вероятностей и теорема умножения вероятностей. Сложение вероятностей. Если событию благоприятствуют несовместимые статочности n_1, n_2, n_3, \dots , то вероятность события равна сумме вероятностей всех таких статочностей. Действительно:

$$p = \frac{n_1 + n_2 + n_3 + \dots}{m} = \frac{n_1}{m} + \frac{n_2}{m} + \frac{n_3}{m} + \dots$$

и т и

$$p = p_1 + p_2 + p_3 + \dots,$$

где m —число всех статочностей при данном событии. С л е д с т в и е: если одно из всевозможных несовместимых явлений данной группы должно осуществиться, причем $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ —вероятности этих явлений, то

$$p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n = 1.$$

(Вероятность осуществления одного из событий равна $p_1 + p_2 + \dots + p_n$, и это осуществление достоверно).

Рассмотренные вероятности называются абсолютными и (безусловными). Вероятность явления E_1 , найденную в предположении, что имело место событие E_2 , называют относительной (условной) вероятностью. Относительная вероятность события среди других есть частное от деления абсолютной вероятности искомого события на сумму абсолютных

вероятностей искомого и остальных событий, среди которых рассматривается первое. Если из общего числа m статочностей n_1 и n_2 —числа благоприятствующих статочностей соответственно явлений E_1 и E_2 , то относительная вероятность первого явления будет:

$$\frac{n_1}{m} : \frac{n_1 + n_2}{m} = \frac{n_1}{n_1 + n_2}.$$

Теорема умножения вероятностей. Вероятность сложного события, состоящего в совпадении двух простых событий, равна произведению абсолютной вероятности одного из них на условную вероятность другого, найденную в предположении, что первое событие имело место.

Пусть из m всевозможных, несовместимых и равновозможных случаев

$$A_1, A_2, \dots, A_n, A_{n+1}, \dots, A_{n_1}, A_{n_1+1}, \dots, A_m$$

первые n_1 случаев благоприятствуют событию E_1 , а первые n случаев благоприятствуют E_2 .

Вероятность события E_1 будет $\frac{n_1}{m}$; вероятность же события E_2 при условии, что событие E_1 имеет место, равна $\frac{n}{n_1}$, т. к. случаи A_{n_1+1}, \dots, A_m отпадают. Наконец вероятность появления обоих событий E_1 и E_2 равна $\frac{n}{m}$. Следовательно

$$\frac{n_1}{m} \cdot \frac{n}{n_1} = \frac{n}{m}.$$

Теорема м. б. выражена ф-лой:

$$(E_1 E_2) = (E_1) (E_2, E_1) = (E_2) (E_1, E_2),$$

где $(E_1 E_2)$ —вероятность появления событий E_1 и E_2 вместе; (E_1) и (E_2) —соответственно вероятности событий E_1 и E_2 ; (E_2, E_1) —вероятность события E_2 , когда известно существование E_1 ; (E_1, E_2) —вероятность события E_1 , когда известно существование E_2 . Правильность обобщенной теоремы, выражаемой ф-лой

$$(E_1 E_2 \dots E_i) = (E_1) (E_2, E_1) (E_3, E_1 E_2) \dots (E_i, E_1 E_2 \dots E_{i-1}), \quad (A)$$

легко обнаруживается заключением от n к $n+1$ (методом математической индукции).

События E_1 и E_2 называют независимыми, если безусловная вероятность одного из них равна условной вероятности его, вычисленной в предположении, что другое событие имело место, т. е. события E_1 и E_2 независимы, если вероятность одного из них не изменяется от того, имело ли место другое событие или нет. Теорема о вероятности сложных событий для случая независимых событий выразится так: вероятность сложного события, состоящего из совпадения нескольких простых независимых событий, равна произведению абсолютных вероятностей этих простых событий. Ф-ла (A) примет вид:

$$(E_1 E_2 \dots E_i) = (E_1) (E_2) \dots (E_i). \quad (B)$$

П р и м е р. Из ящика, содержащего a белых и b черных шаров, извлекают наудачу последовательно три раза по одному шару, причем каждый вынутый шар перед следующим извлечением возвращают в ящик. Определить вероятность того, что первый шар окажется белым, а остальные два черными.—Здесь сложное событие состоит из трех простых независимых событий. Вероятность появления в 1-м случае белого шара есть:

$$\frac{a}{a+b};$$

вероятность появления во 2-м случае черного шара:

$$\frac{b}{a+b};$$

вероятность появления в 3-м случае черного шара:

$$\frac{b}{a+b};$$

следовательно по ф-ле (В) искомая вероятность сложного явления будет:

$$p = \frac{a}{a+b} \cdot \frac{b}{a+b} \cdot \frac{b}{a+b} = \frac{ab^2}{(a+b)^3}.$$

Если условия задачи изменить—1-й и 2-й шары не возвращать в ящик, а откладывать в сторону, то сложное событие будет состоять из трех простых *з а в и с и м ы х* явлений, вероятности *к-рых* соответственно будут:

$$\frac{a}{a+b}, \frac{b}{a+b-1} \text{ и } \frac{b-1}{a+b-2}.$$

Вероятность сложного явления теперь согласно ф-ле (А) выразится так:

$$p = \frac{a}{a+b} \cdot \frac{b}{a+b-1} \cdot \frac{b-1}{a+b-2}.$$

Полная вероятность. Если q_1, q_2, \dots, q_n —вероятности всевозможных и несовместимых гипотез, свойственных данному испытанию, а p_1, p_2, \dots, p_n —условные вероятности события E при допущении соответственных гипотез, то полная вероятность события E выразится так:

$$P = p_1q_1 + p_2q_2 + \dots + p_nq_n.$$

Здесь имеет место ряд сложных событий, состоящих в совпадении осуществления события E и одной из гипотез, причем вероятности этих сложных событий (по теореме умножения) будут: $p_1q_1, p_2q_2, \dots, p_nq_n$, а т. к. эти сложные события несовместимы и всевозможны, то полная вероятность (по теореме сложения)

$$P = p_1q_1 + p_2q_2 + \dots + p_nq_n.$$

Вероятность сложных событий при многократном повторении опыта и закон больших чисел (теоремы Я. Бернулли и Чебышева)—см. *Статистика*.

Математическое ожидание. Если $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ —вероятности данной группы несовместимых и всевозможных явлений и если переменная вещественная величина может принимать только значения $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ в зависимости от того, какое из явлений данной группы осуществляется, то вероятность того, что x получит значение x_i , равно вероятности p_i соответствующего события. Выражение $p_1x_1 + p_2x_2 + \dots + p_nx_n$ называется математич. ожиданием переменного x . Оно занимает некоторое среднее положение между наибольшим и наименьшим значениями x в ряде x_1, x_2, \dots, x_n . Если переменное изменяется непрерывно, то математич. ожидание этого переменного представится определенным интегралом.

Вероятности a posteriori. Если опыт состоит из двух частей, причем в первой части, *к-рая* была наблюдаема, произошло событие E_1 , то вероятность возможного события E_2 в подлежащей наблюдению части опыта называется вероятностью a posteriori. Этот отдел Т. в. имеет многочисленные приложения в опытных науках и в статистике. Основной теоремой вероятностей a posteriori является теорема Бейеса (J. Bayes). Если q_1, q_2, \dots, q_n —вероятности несовместимых и всевозможных гипотез C_1, C_2, \dots, C_n , свойственных дан-

ному опыту; p_1, p_2, \dots, p_n —условные вероятности события E при допущении соответственных гипотез, то при условии, что событие E состоялось, вероятность a_i гипотезы C_i a posteriori выразится так:

$$a_i = \frac{p_iq_i}{p_1q_1 + p_2q_2 + \dots + p_nq_n}.$$

Действительно искомая вероятность X сложного события, состоящего в совпадении осуществления события E и гипотезы C_i , выразится по теореме умножения двояко: 1) $X = p_iq_i$ и 2) $X = P \cdot a_i$, где P —априорная полная вероятность события E , следовательно

$$a_i = \frac{p_iq_i}{P} = \frac{p_iq_i}{p_1q_1 + p_2q_2 + \dots + p_nq_n}.$$

Эта ф-ла м. б. получена на основании т. н. теоремы деления вероятностей.

Пример. В одном ящике находятся 1 черный шар и 2 белых, в другом—1 белый и 5 черных шаров. Переложив из первого ящика во второй 1 шар и вынув затем из второго ящика 1 шар, обнаружили, что этот последний шар белого цвета. Определить при этих условиях вероятность предположения, что шар, переложивший из первого ящика во второй, был черного цвета. Вероятность p_1 гипотезы, что был переложен черный шар, равна $\frac{1}{3}$, вероятность p_2 гипотезы, что был переложен белый шар, равна $\frac{2}{3}$. Вероятности q_1 и q_2 появления белого шара при допущении этих гипотез соответственно $\frac{1}{7}$ и $\frac{2}{7}$. Следовательно

$$a_1 = \frac{\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{7}}{\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{7} + \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{7}} = \frac{1}{5}.$$

Приложение Т. в. к исследованию результатов измерений—см. *Ошибки измерений и наблюдений*.

Гауссова теория способа наименьших квадратов—см. *Практическая математика*.

Лит.: Марков А., Исчисление вероятностей, 4 изд., М., 1924; Лахтин Л., Курс теории вероятностей, М.—Л., 1924; Некрасов П., Теория вероятностей, 2 изд., СПб., 1912. В. Никаноров.

ТЕОРИЯ КОРАБЛЯ, специальный отдел прикладной механики, рассматривающий внешние силы, действующие на судно, и поведение последнего при различных условиях. Т. к. рассматривает вопросы, связанные с *пловучестью* (см.) судна, с его устойчивостью, с сопротивлением его движению в воде (см. *Ходкость*), с поведением судна при волнении—т. н. *к а ч к а* судна,—с его поворотливостью (см. ниже) и т. д.

Качка судна. Изучение качки судна имеет целью выяснить поведение судна на взволнованном море, его мореходные качества при этом и меры, коими можно их обеспечить при проектировании судна. При качке возникают добавочные напряжения в корпусе судна, *к-рые* должны быть учтены при расчете продольной и поперечной прочности. При качке возникают в отдельных частях судна, напр. в мачтах, котлах и т. п., силы инерции, *к-рые* д. б. приняты во внимание при расчете мачт, фундаментов под котлы и других механизмов.

Характер качаний на волнении находится в зависимости от качаний судна на тихой воде, поэтому изучение качки начинается с изучения таковой на тихой воде. Если судно, находящееся на тихой воде, накренить на один борт и затем предоставить себе, то под действием вы-

прямяющей пары (см. *Остойчивость судов*) оно начинает возвращаться в прямое положение, перейдя к-рое накренится на другой борт, и т. д. Оно начинает совершать колебания около своего положения равновесия до тех пор, пока колебания не поглотятся сопротивлением воды. Колебания, происходящие около продольной оси, называются боковой качкой, а колебания около поперечной оси — к л е в о й к а ч к о й. Вращение судна около вертикальной оси называется р ы с к а н ь е м. Оно в исследовании качки не рассматривается, т. к. относится больше к поворотливости судна.

Применяя ур-ие вращательного движения к случаю качающегося судна около продольной оси (фиг. 1) и пренебрегая сопротивлением воды, получим

$$K \frac{d^2\theta}{dt^2} + P(\rho - a) \sin \theta = 0.$$

Здесь K — момент инерции массы судна, $P(\rho - a) \sin \theta$ — момент восстанавливающей пары, θ — угол наклоения, a — возвышение ц. т. судна над центром величины. Предполагая наклоения судна незначительными, можно считать метацентрический радиус ρ величиной постоянной и равной ρ_0 , а $\sin \theta$ заменить самим углом θ . Тогда

$$K \frac{d^2\theta}{dt^2} + P(\rho_0 - a) \theta = 0.$$

Обозначая $\frac{P(\rho_0 - a)}{K} = n^2$, получим дифференциальное ур-ие движения

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + n^2\theta = 0.$$

Общий интеграл его будет

$$\theta = C_1 \cos nt + C_2 \sin nt.$$

Начальными условиями принимаем при $t = 0$ $\theta = \theta_0$ и $\frac{d\theta}{dt} = 0$, отсюда $C_1 = \theta_0$ и $C_2 = 0$.

Следовательно

$$\theta = \theta_0 \cos nt.$$

Угол наибольшего отклонения θ_0 называется а м п л и т у д о й к а ч а н и я, а время T , необходимое для отклонения судна из одного крайнего положения в другое и обратно, называется е с т е с т в е н н ы м, или с в о б о д н ы м, п е р и о д о м качки судна. Время T определяется из ур-ий

$$n(t_1 + T) = nt_1 + 2\pi,$$

$$T = \frac{2\pi}{n} = 2\pi \sqrt{\frac{K}{P(\rho_0 - a)}}. \quad (1)$$

Из ур-ия (1) видно, что период качки не зависит от величины размахов судна, если они невелики, т. е. качания судна изохронны, кроме того, что период качки увеличивается с уменьшением метацентрической высоты и уменьшается с ее увеличением. Остойчивое судно качается быстро; валкое, нестойчивое — медленно. Очень медленные качания показывают на весьма малую начальную остойчивость. Период качки возрастает с увеличением момента инерции судна, т. е. большие суда качаются медленнее малых.

Если принять во внимание сопротивление воды, то в ур-ие движения необходимо ввести

добавочный член. Принимая сопротивление воды пропорциональным первой степени угловой скорости, получим

$$K \frac{d^2\theta}{dt^2} + N \frac{d\theta}{dt} + P(\rho_0 - a) \theta = 0.$$

Здесь $N \frac{d\theta}{dt}$ — момент сопротивления воды. Обозначая $\frac{N}{K} = 2h$, $\frac{P(\rho_0 - a)}{K} = n^2$, получим дифференциальное ур-ие движения (поперечному полагая $\sin \theta \cong \theta$)

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + 2h \frac{d\theta}{dt} + n^2\theta = 0.$$

Общий интеграл его будет

$$\theta = e^{-ht} (C_1 \cos n_1 t + C_2 \sin n_1 t),$$

где

$$n_1^2 = n^2 - h^2 > 0.$$

При тех же начальных условиях имеем:

$$C_1 = \theta_0, \quad C_2 = \frac{h}{n_1} \theta_0,$$

угол наклоения

$$\theta = \theta_0 e^{-ht} \left(\cos n_1 t + \frac{h}{n_1} \sin n_1 t \right). \quad (2)$$

Последнее ур-ие изображает колебательное движение с постепенно уменьшающимися амплитудами. Период его колебаний несколько больше, чем без сопротивления воды. Он определяется выражением

$$T_1 = \frac{2\pi}{n_1} = \frac{2\pi}{n} \left(1 - \frac{h^2}{n^2} \right)^{-\frac{1}{2}} = T \left(1 - \frac{h^2 T^2}{4\pi^2} \right)^{-\frac{1}{2}} \cong$$

$$\cong T \left(1 + \frac{1}{2} \frac{h^2 T^2}{4\pi^2} \right).$$

Времена, потребные на наклоения и выпрямления, несколько отличаются друг от друга: чтобы судну встать, нужно на $\frac{2\varphi}{n_1}$ времени больше, чем для того, чтобы лечь, где $\varphi = \arctg \frac{h}{n_1}$. Если принять сопротивление воды пропорциональным второй степени угловой скорости θ'^2 или пропорциональным двучлену, один член-рого выражает пропорциональность первой, а второй — квадрату угловой скорости (вида $2h\theta' + k\theta'^2$), то получится для угла отклонения более сложное выражение. Период качки остается весьма близким к периоду качаний без сопротивлений, т. е. качка обладает изохронностью. Для более интенсивного погашения амплитуд размахов качающегося судна увеличивается момент сопротивления воды, для чего применяют боковые кили. Относительно большие боковые кили делаются на малых судах с меньшим коэф-том полноты мидель-шпангоута. На больших судах с почти прямоугольным мидель-шпангоутом действие их по сравнению с сопротивлением скул незначительно, т. ч. от них можно отказаться. Большие боковые кили могут оказать вредное влияние на ход судна. На ходу влияние боковых килей заметнее (см. *Успокоители качки*).

Для рассмотрения общего случая качки судна на тихой воде необходимо решить систему дифференциальных ур-ий, представляющих собою общие ур-ия движения твердого тела. Движение твердого тела известно, если определено поступательное движение ц. т. и вращательное движение около ц. т. Составляя подобные ур-ия, придем к выводу, что ц. т. судна будет двигаться только по вертикальной линии, а вращение относительно вертикальной оси будет равно нулю, т. е. рысканья не будет.

Рассмотрению подлежат лишь следующие три уравнения:

$$\frac{P}{g} \zeta_0'' + g \Delta S_0 \zeta_0 = -g \Delta S_0 l \psi; \quad (3)$$

$$K \theta'' + P (\varrho_0 - a) \theta = 0; \quad (4)$$

$$K_1 \psi'' + [P (R - a) + g \Delta S_0 l^2] \psi = -g \Delta S_0 l \zeta_0. \quad (5)$$

Здесь ζ_0 — вертикальное перемещение ц. т., P — вес судна, g — ускорение земного притяжения = $9,81 \text{ м/сек}^2$, Δ — масса единицы объема, $g \Delta = \gamma$ — вес единицы объема, S_0 — площадь грузовой ватерлинии, l — расстояние ц. т. грузовой ватерлинии от ц. т. судна, причем l считается положительным, когда ц. т. грузовой ватерлинии расположен в нос от ц. т. судна, R — продольный метацентрический радиус, $(R - a)$ — продольная метацентрическая высота, K — момент инерции массы судна относительно продольной оси инерции, проходящей через ц. т. судна, K_1 — то же относительно поперечной оси, θ — угол крена, ψ — угол диферента, считающийся положительным при диференте на нос. Из ур-ий (3) и (5) видим, что если $l \neq 0$, то вертикальные колебания ц. т. судна сопровождаются килевой качкой. В этих ур-иях сопротивление воды не учитывается. Решая эти ур-ия при $l = 0$, придем к выражениям

$$\zeta_0 = Z_0 \cos n_1 t = Z_0 \cos \frac{2\pi t}{T_1}; \quad (6)$$

$$\theta = \theta_0 \cos n_2 t = \theta_0 \cos \frac{2\pi t}{T_2}; \quad (7)$$

$$\psi = \psi_0 \cos n_3 t = \psi_0 \cos \frac{2\pi t}{T_3}, \quad (8)$$

где при $t = 0$, $\zeta_0 = Z_0$, $\theta = \theta_0$ и $\psi = \psi_0$

$$n_1^2 = \frac{g \gamma S_0}{P}; \quad n_2^2 = \frac{P (\varrho_0 - a)}{K}; \quad n_3^2 = \frac{P (R - a)}{K_1};$$

$$T_1 = \frac{2\pi}{n_1} = 2\pi \sqrt{\frac{P}{g \gamma S_0}}; \quad T_2 = \frac{2\pi}{n_2} = 2\pi \sqrt{\frac{K}{P (\varrho_0 - a)}};$$

$$T_3 = \frac{2\pi}{n_3} = 2\pi \sqrt{\frac{K_1}{P (R - a)}}.$$

Видно, что каждое из движений периодическое и имеет свой определенный период. Периоды вертикальных колебаний T_1 и килевой качки T_2 по величине близки друг к другу

$$T_1 \cong 1,9 \sqrt{H}; \quad T_2 \cong 1,8 \sqrt{H},$$

где H — углубление судна. Период боковой качки T_2 обычно больше. От его величины зависит характер боковой качки на волнении. При $l \neq 0$ неизвестная θ входит лишь в одно ур-ие (4), свободное от других неизвестных и дающее простое гармонич. колебание с периодом T_2 , приведенное выше. Для интегрирования системы совокупных ур-ий (3) и (5) необходимо исключением одной неизвестной составить дифференциальное ур-ие, заключающее лишь вторую неизвестную. Прделав соответствующие математич. выкладки, придем к выводу, что вертикальные колебания судна будут сложными колебаниями, слагающимися из двух гармонич. колебаний. Периоды этих колебаний будут весьма близки к периодам T_1 и T_2 вертикальных колебаний и килевой качки, когда эти колебания не связаны между собою. Влияние сопротивления воды сведется к загущению колебаний и к незначительному увеличению тех или иных качаний.

Качка на волнении. Исследование качки на установившемся волнении показывает, что качка судна м. б. уподоблена качаниям маятника в сопротивляющейся среде, причем на маятник действуют возмущающие силы, изменяющиеся периодически с течением вре-

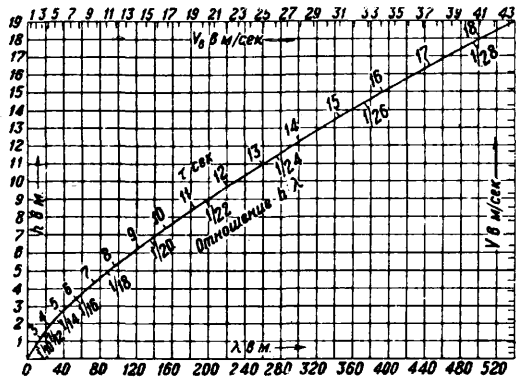
мени. Колебания такого маятника состоят из свободных и вынужденных. Первые происходят из-за первоначального отклонения маятника от положения равновесия под действием в о с т а н а в л и в а ю щ е й силы, стремящейся привести маятник в положение равновесия. Вынужденные колебания происходят от действия внешних возмущающих сил. Амплитуды колебаний маятника, даже незначительные при статическом действии возмущающей силы, достигают значительной величины при приближении периода изменяющейся возмущающей силы к периоду е с т е с т в е н н ы х, или с в о б о д н ы х, колебаний маятника. Обращаясь к качке судна на волнении, отметим, что восстанавливающей силой будут момент восстанавливающей пары и избыток пловучести, а возмущающей силой — раскачивающее действие волн. Волны оказывают наибольшее действие на судно, когда период волны равен или близок к периоду собственных колебаний судна. При боковой качке совпадение указанных периодов, или резонанс, а следовательно опасный характер качки, будет иметь место лишь в случае волн очень большой длины по сравнению с поперечными размерами судна (порядка 400 м при ширине судна ок. 30 м). Поэтому при исследовании ограничиваются рассмотрением боковой качки судна, идущего лагом (параллельно гребням волн) к большей сравнительно с миделем волне. При рассмотрении килевой качки при ходе судна перпендикулярно к гребням волн подобного ограничения делать нельзя, т. к. длина волн в этом случае будет порядка длины судна.

А. Боковая качка. Теория боковой качки на волнении была разработана в 1861 г. Фрудом, положившим в основу следующие предположения: а) волнение установившееся; б) судно стоит лагом к волне, и поперечные его размеры малы не только относительно длины волны, но и относительно ее высоты; в) вода не оказывает сопротивления качаниям судна. Позднее было учтено и влияние сопротивления воды. Академик А. Крылов дал общую теорию качки. Необходимо еще ввести предположение, что присутствие судна не изменяет распределения давления среди жидкости, т. е. что на каждую точку погруженной поверхности действует такое же давление, к-рое было бы в этой же точке в отсутствии судна. *Волны* (см.) принимаются образованными по трохойде. Частицы жидкости в трохойдальной волне описывают окружности некоего радиуса r с постоянной угловой скоростью ω . На основании положений теории волн и принятых малых размеров судна по отношению к волне можно считать, что сила поддержания всего судна направлена по нормали к волне, а само судно описывает ту же орбиту, что и частицы волн. Если принять момент сопротивления воды пропорциональным относительной угловой скорости (по отношению к воде), то дифференциальное ур-ие вращательного движения судна будет

$$K \theta'' + N \theta' + P (\varrho_0 - a) \theta = P (\varrho_0 - a) a_0 \sin \frac{2\pi t}{\tau} + N a_0 \frac{2\pi}{\tau} \cos \frac{2\pi t}{\tau}. \quad (9)$$

Здесь $a_0 = \frac{2\pi h}{\lambda}$ — угол наибольшего волнового склона, $\frac{2\pi t}{\tau} = \varphi$ — фаза, τ — период волны, h — высота волны, λ — длина волны. Связь между высотой h , длиной λ , периодом τ и скоростью V

волны, скоростью ветра V_0 и отношением $h : \lambda$ на основании около 200 различных наблюдений сведена Циммерманом в график, таблицу (фиг. 2). Левая часть ур-ия (9) та же, что и при качке на тихой воде. Правая часть есть резуль-



Фиг. 2.

тат действия возмущающей силы, т. е. волн. Соединяя оба члена правой части, получим

$$K\theta'' + N\theta' + P(\theta_0 - a)\theta = \frac{P(\theta_0 - a)a_0}{\cos \gamma} \sin\left(\frac{2\pi t}{\tau} + \gamma\right), \quad (10)$$

где

$$\gamma = \arctg \frac{2\pi N}{\tau P(\theta_0 - a)}.$$

Введя обозначения

$$\frac{N}{K} = 2h; \quad \frac{P(\theta_0 - a)}{K} = k^2; \quad \frac{P(\theta_0 - a)a_0}{K \cos \gamma} = \frac{h^2 a_0}{\cos \gamma} = H; \quad \frac{2\pi}{\tau} = p,$$

получим

$$\theta'' + 2h\theta' + k^2\theta = H \sin(pt + \gamma). \quad (11)$$

Это ур-ие можно рассматривать, как ур-ие движения маятника, совершающего малые колебания в среде, сопротивление к-рой пропорционально первой степени скорости, причем постоянно действуют возмущающие силы, изменяющиеся периодически с течением времени. Общий интеграл будет

$$\theta = e^{-ht} [C_1 \cos n_1 t + C_2 \sin n_1 t] + \Omega,$$

причем $n_1^2 = k^2 - h^2$, т. к. всегда $k^2 - h^2 > 0$. Частное решение Ω определяется из ур-ия

$$\Omega = A \sin(pt + \gamma + \delta), \quad (12)$$

где A и δ — неизвестные постоянные. Подставляя значение Ω в ур-ие движения, имеем

$$A = \frac{H}{\sqrt{(k^2 - p^2)^2 + 4h^2 p^2}};$$

$$\cos \delta = \frac{k^2 - p^2}{\sqrt{(k^2 - p^2)^2 + 4h^2 p^2}};$$

$$\sin \delta = \frac{-2hp}{\sqrt{(k^2 - p^2)^2 + 4h^2 p^2}}.$$

Входящий в состав общего интеграла член $e^{-ht} (C_1 \cos n_1 t + C_2 \sin n_1 t)$, в к-ром C_1 и C_2 определяются по начальным условиям, представляет собою свободные колебания с периодом $T = \frac{2\pi}{n_1}$, свойственные боковой качке на тихой воде. Член $\Omega = A \sin(pt + \gamma + \delta)$ представляет вынужденные колебания, происходящие от действия волн. Полагая в предыдущем уравнении

$$C_1 = \theta_0 \sin \beta; \quad C_2 = \theta_0 \cos \beta,$$

выражение свободных колебаний можно переписать так:

$$\theta_0 e^{-ht} \sin(n_1 t + \beta) = \theta_0 e^{-ht} \sin\left(\frac{2\pi t}{T} + \beta\right).$$

Здесь T — период свободных колебаний, θ_0 — начальная амплитуда, β — начальная фаза. Присутствие множителя e^{-ht} показывает, что свободные колебания с течением времени затухают и остаются одни лишь вынужденные

$$\theta = \Omega = A \sin\left(\frac{2\pi t}{\tau} + \gamma + \delta\right)$$

с периодом, равным периоду волны. До полного затухания свободных колебаний судно имеет неправильные качания, полученные в результате наложения двух независимых колебаний: а) с постепенно убывающей амплитудой $\theta_0 e^{-ht}$ и периодом T и б) с постоянной амплитудой A и периодом τ . По мере погашения свободных колебаний движение приближается к гармоническому. Определим θ_0 и β для случая, когда начальное наклонение и угловая скорость равны нулю в момент прохода подошвы первой волны, т. е. при $t=0, \theta=0$ и $\theta'=0$. Из общего интеграла после подстановки начальных условий имеем

$$\beta = \frac{2\pi}{T} \frac{1}{h + \text{ctg}(\gamma + \delta)},$$

$$A = \frac{H}{\sqrt{(k^2 - p^2)^2 + 4h^2 p^2}}.$$

Величина H , входящая в состав первой части дифференциального ур-ия, может быть охарактеризована как амплитуда того статического отклонения $(\theta_0)_1$, к-рое произвел бы постоянный момент соответствующей величины. Это отклонение определяется из дифференциального ур-ия, делая в нем $\theta = (\theta_0)_1 = \text{Const}$, т. е. из ур-ия $k^2(\theta_0)_1 = H$. Следовательно $(\theta_0)_1 = \frac{H}{k^2} = \frac{a_0}{\cos \gamma}$ — величина, близкая к максимальному волновому склону. Сравнивая это отклонение с амплитудой A колебания, производимого моментом $H \sin(pt + \gamma)$, видим, что отношение $N : (\theta_0)_1 = \nu$ выразится ф-лой:

$$\nu = \frac{k^2}{\sqrt{(k^2 - p^2)^2 + 4h^2 p^2}} = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{p^2}{k^2}\right)^2 + \frac{4h^2 p^2}{k^2}}}$$

Видно, что указанное соотношение зависит только от двух переменных

$$\frac{p}{k} = q \quad \text{и} \quad \frac{2h}{k} = c.$$

Величина $q = \frac{p}{k} = \frac{T}{\tau}$ равна отношению периодов свободных колебаний судна без сопротивления к периоду возмущающей силы или раскачивающего момента. Следовательно изучение величины отклонения, производимого действием волн, сводится к изучению величины

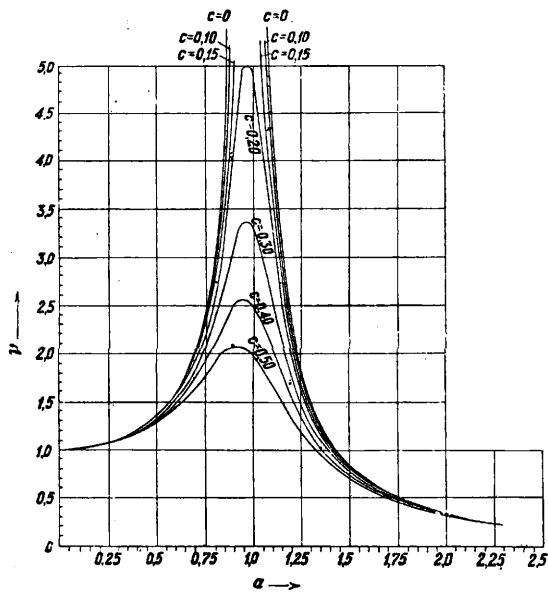
$$\nu = \frac{1}{\sqrt{(1 - q^2)^2 + c^2 q^2}}.$$

При малых значениях c , т. е. при малом сопротивлении и при величине q , чувствительно отличающейся от 1, величина ν будет близка к

$$\nu = \frac{1}{|1 - q^2|},$$

где $|1 - q^2|$ означает абсолютную величину разности $(1 - q^2)$. На фиг. 3 приведен график изменения величины ν (к-рую можно считать как бы мерой динамич. восприимчивости колебаний) в зависимости от q для различных значений коэф. сопротивления c . Величина δ в ур-ии (12)

представляет опаздывание в фазе, или разность фаз между отклонением и силой, его производящей. Рассмотрение фиг. 3 показывает, что величина отклонения, производимого данной периодич. силой по мере приближения периода свободных колебаний системы к пе-



Фиг. 3.

риоду вынужденных, быстро возрастает и при равенстве обоих периодов (резонансе) достигает значения $\frac{1}{c} \frac{H}{k^2}$, к-рое при малой величине c весьма велико. Вместе с тем в этом случае разность фаз равна $-\frac{\pi}{2}$ или опаздывание откло-

нения составляет $\frac{\tau}{4}$. Обыкновенно величина c невелика. Лишь только q отклонится от 1, т. е. периоды свободных колебаний и силы отклонятся от равенства хотя бы на 10%, то ν становится значительно меньше своего максимума, причем по мере приближения q к 0 величина ν приближается к 1, по мере же возрастания q сверх 1 величина ν убывает до нуля. Разность фаз быстро доходит до $-\pi$ или опаздывание отклонения происходит на $\frac{\tau}{2}$.

Следовательно если изменять период волн, раскачивающих судно, то при приближении периода τ к T качка судна быстро возрастает, отклонения достигнут некоторого максимума, и судно без достаточной динамич. устойчивости может перевернуться. Устойчивое судно, способное выдерживать значительные наклонения, не перевернется, т. к., с одной стороны, сопротивление ограничивает раскачивание, с другой же, при больших углах крена судно будет иметь другой период. Судно с очень большой устойчивостью на большой волне обладает малым периодом собственных колебаний по сравнению с периодом волны; при этом приблизительно $\nu = 1$ и $\delta = 0$. В этом случае выражение вынужденных колебаний может быть написано в виде:

$$\theta = (\theta_0)_1 \sin\left(\frac{2\pi t}{\tau} + \gamma\right) = \frac{H}{k^2} \sin\left(\frac{2\pi t}{\tau} + \gamma\right) = \frac{a_0}{\cos \gamma} \sin\left(\frac{2\pi t}{\tau} + \gamma\right).$$

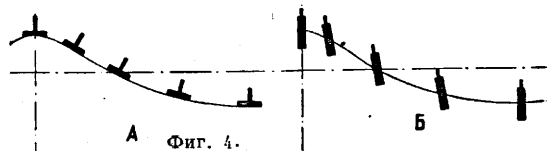
Вследствие малости γ приблизительно

$$\theta = a_0 \sin \frac{2\pi t}{\tau} = a,$$

где a —действующий угловой склон волны. Качки чрезвычайно устойчивого корабля таким образом будут оставаться перпендикулярными к поверхности волны, или судно будет следовать покатости волны. Такого рода качку испытывает плот (фиг. 4, А). Наоборот, в случае весьма малой метацентрической высоты, т. е. у мало устойчивого судна, когда q^2 достаточно велико, можно считать $\nu = \frac{1}{q^2}$. Амплитуда колебаний бу-

дет $A = \frac{a_0}{q^2}$, что при незначительности a_0 дает малую величину, т. е. судно почти не будет испытывать качки (фиг. 4, Б). В случае нулевой устойчивости раскачивание судна происходит исключительно вследствие трения воды о борт.

В предыдущих выводах рассматривалось действие на судно идеально правильного волнения, какового в действительности не наблюдается. Последовательно набегающие волны могут быть различного периода и различных элементов. Множитель e^{-ht} в выражении для амплитуды свободных колебаний не будет беспредельно уменьшаться, т. к. значение t при проходе каждой новой волны будет меняться от 0 до соответствующего t_n , т. ч. свободные колебания уже не погашаются и качка не становится однообразной, представляя наложение двух систем колебаний (свободных и вынужденных) с различными периодами. Для расчета качки необходимо знать не только средний размер периода волн, но и самую систему волн. В этом случае наибольшая амплитуда колебаний определяется из амплитуды вынужденных



колебаний, для чего достаточно знать наибольший волновой склон системы и отношение периодов собственных колебаний судна и волн. Пока периоды судна и волн значительно разнятся между собою, можно при этом пренебречь сопротивлением воды. Амплитуды свободных колебаний м. б. в 1,5—2 раза больше вынужденных, какими их и считают, т. е. $\theta_0 = 2A$; тогда

$$A = \nu (\theta_0)_1 = \nu a_0 = \frac{1}{|1 - q^2|} \pi \frac{h}{\lambda}.$$

У больших судов период собственных колебаний достигает 16—18 ск. Период весьма большой волны составляет не более 9 ск. Следовательно $q \leq 2$ и $\nu = \frac{1}{3}$. Полагая $\frac{h}{\lambda} = \frac{1}{20}$, получим амплитуду вынужденных колебаний не более 3°. Наибольшие размахи будут достигать в редких случаях 9°, качка будет плавной. Для малых судов или судов излишне устойчивых $q \approx 1$. Амплитуда вынужденных колебаний будет достигать 9°. Если на таких судах отсутствуют сильно развитые дейдвуды или кили, погашающие свободные колебания, качка будет весьма стремительной. У судна малоустойчивого вынужденные колебания незначительны, собственные же колебания при подходе к системе неоднородных волн м. б. весьма значительны. Подобное судно может испытывать весьма плавные качания, но с большим раз-

махом совершающиеся в течение промежутка времени, равного нескольким периодам волны. Для учета влияния отношения ширины судна к длине волны в выражение амплитуды вынужденных колебаний вводится множитель $d = \frac{\sin \beta}{\beta}$, т. е.

$$A = dvc,$$

где $\beta = \frac{\pi B}{\lambda}$ и B —ширина судна.

Б. Килевая качка. Килевая качка разработана академиком А. Крыловым. В основу положена гипотеза, что на каждую точку погруженной поверхности судна действует такое же давление, какое было бы в этой точке жидкости в отсутствии судна. Без этой гипотезы при современном состоянии гидродинамики вопрос решен быть не может. Предполагим, что судно расположено поперек гребня волны носом по направлению бега волн. Неподвижные в пространстве оси $O\xi$ и $O\zeta$ берем в направлении бега волн и вертикально вниз, приняв за начало координат проекцию ц. т. судна на горизонт воды в состоянии покоя. Подвижные оси, связанные с корпусом судна, направим через ватерлинию на спокойной воде в нос, а ось ординат—через ц. т. судна вниз. В состоянии покоя обе системы совпадают. Качка состоит из поступательных движений ц. т. судна и вращательных движений судна около его ц. т. Значение имеет вертикальная составляющая поступательных колебаний, определяемая ординатой ζ_0 ц. т. судна, считая от оси $O\xi$. Вращательное движение (собственно килевая качка) определяется углом ψ наклона судна около поперечной оси, проходящей через ц. т. При увеличении диферента на нос ψ считается положительным. Волна принимается для упрощения рассмотрения по синусоиде. Ее ур-ие:

$$\zeta = r_0 \cos 2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{\tau} \right) = r_0 \cos \theta.$$

Значения букв—принятые раньше, ζ —добавочная высота воды над нормальным уровнем, $r_0 = \frac{h}{2}$ = полувысоте волны. Ур-ия движения:

$$\frac{P}{g} \zeta''_0 = \Sigma Z \text{ (поступательного),}$$

$$K_1 \psi'' = \Sigma (Zx - Xz) \text{ (вращательного),}$$

где через большие буквы Z и X обозначены проекции всех сил на соответствующие оси.

На судно действуют силы: 1) Вес судна $P = \gamma V_0$, где V_0 —объемное водоизмещение на тихой воде. Проекция этой силы на оси будут $Z = P$; $Y = 0$; $X = 0$, а координаты точки приложения $x = 0$; $y = 0$; $z = 0$. 2) Сила поддержания Q . 3) Сопротивление воды качаниям судна. Сила поддержания элементарного объема $d\psi$ в первом приближении равна

$$dp = \gamma \left(1 + \frac{r_0}{R} \cos \theta \right) dv.$$

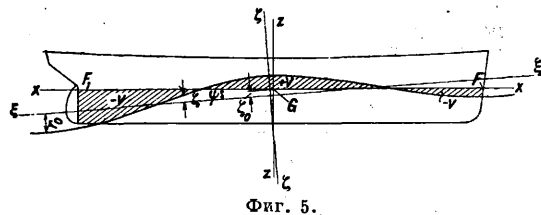
Здесь R —радиус катящегося круга; значения остальных букв указаны выше. Проекция силы поддержания на ось

$$\begin{aligned} dZ_Q &= -dp \cos \alpha \approx -dp; \quad Z_Q = \\ &= -\gamma \int \left(1 + \frac{r_0}{R} \cos \theta \right) dv, \end{aligned}$$

где интеграл распространен на весь подводный объем судна, ограниченный волновой поверхностью. Окончательно получим:

$$Z_Q = -[\gamma V_0 + \gamma v + \gamma \frac{r_0}{R} \int \cos \theta dv].$$

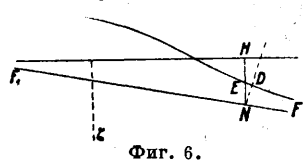
В начале счета времени волна расположена своей подошвой против начала координат. Если $F_1 F$ —естественная грузовая ватерлиния



Фиг. 5.

(фиг. 5), то в момент времени t погруженный объем судна отличается от водоизмещения V_0

на объем v , заключенный между грузовой ватерлинией и положением волны в этот момент. Если принять обводы судна вблизи грузовой ватерлинии прямыми, то добавочный объем v м. б. выражен интегралом (фиг. 6):



Фиг. 6.

$$v = 2 \int_{-L_2}^{L_1} y ND dx,$$

где y —ордината грузовой ватерлинии, соответствующая значениям абсциссы x , и $L_1 = GF$, $L_2 = GF_1$. В виду малости угла ψ принимаем $\cos \psi \approx 1$, $\sin \psi \approx \psi$ и $\zeta = x$.

Из фиг. 6 видно, что при этом допущении

$$\overline{ND} = HN - HE = \zeta_0 + x\psi - r_0 \cos 2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{\tau} \right).$$

Добавочный объем

$$\begin{aligned} v &= 2\zeta_0 \int_{-L_2}^{L_1} y dx + 2\psi \int_{-L_2}^{L_1} yx dx - \\ &- 2r_0 \cos \frac{2\pi t}{\tau} \int_{-L_2}^{L_1} y \cos \frac{2\pi x}{\lambda} dx - \\ &- 2r_0 \sin \frac{2\pi t}{\tau} \int_{-L_2}^{L_1} y \sin \frac{2\pi x}{\lambda} dx; \end{aligned}$$

т. к. $2 \int_{-L_2}^{L_1} y dx = S_0$, т. е. площади грузовой

ватерлинии, то $2 \int_{-L_2}^{L_1} yx dx = S_0 l$ равно статическому

моменту площади грузовой ватерлинии относительно поперечной оси, проходящей через проекцию ц. т. судна. Для остальных интегралов введем обозначения

$$2 \int_{-L_2}^{L_1} y \cos \frac{2\pi x}{\lambda} dx = a_0; \quad 2 \int_{-L_2}^{L_1} y \sin \frac{2\pi x}{\lambda} dx = b_0.$$

Величины a_0 и b_0 постоянные для данного судна и для данной волны. Они сразу вычисляются по одной из приближенных ф-л квадратур, причем ординаты y берутся с теоретич. чертежа. Подставляя, получим

$$v = S_0 \zeta_0 + S_0 l \psi - r_0 \left(a_0 \cos \frac{2\pi t}{\tau} + b_0 \sin \frac{2\pi t}{\tau} \right).$$

Момент добавочного объема v относительно оси y будет

$$M_v = 2 \int_{-L_2}^{L_1} ND yx dx = 2\zeta_0 \int_{-L_2}^{L_1} yx dx + \\ + 2\psi \int_{-L_2}^{L_1} yx^2 dx - 2r_0 \cos \frac{2\pi t}{\tau} \int_{-L_2}^{L_1} yx \cos \frac{2\pi x}{\lambda} dx - \\ - 2r_0 \sin \frac{2\pi t}{\tau} \int_{-L_2}^{L_1} yx \sin \frac{2\pi x}{\lambda} dx.$$

$2 \int_{-L_2}^{L_1} yx^2 dx = I$ — момент инерции площади грузовой ватерлинии относительно поперечной оси, проходящей через проекцию ц. т. судна. Заменяя

$$2 \int_{-L_2}^{L_1} yx \cos \frac{2\pi x}{\lambda} dx = a_1; \quad 2 \int_{-L_2}^{L_1} yx \sin \frac{2\pi x}{\lambda} dx = b_1,$$

получим

$$M_v = S_0 \zeta_0 + I\psi - r_0 \left(a_1 \cos \frac{2\pi t}{\tau} + b_1 \sin \frac{2\pi t}{\tau} \right).$$

Далее, т. к. $dv = \sigma_0 dx$, то

$$\int_{v_0}^{L_1} \cos \theta dv = 2 \int_{-L_2}^{L_1} \sigma_0 \cos \theta dx,$$

где σ_0 — половина площади шпангоута от килля до грузовой ватерлинии. Подставляя

$$\cos \theta = \cos 2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{\tau} \right) = \cos \frac{2\pi x}{\lambda} \cos \frac{2\pi t}{\tau} + \\ + \sin \frac{2\pi x}{\lambda} \sin \frac{2\pi t}{\tau},$$

получим

$$\int_{v_0}^{L_1} \sigma_0 \cos \theta dx = 2 \cos \frac{2\pi t}{\tau} \int_{-L_2}^{L_1} \sigma_0 \cos \frac{2\pi x}{\lambda} dx + \\ + 2 \sin \frac{2\pi t}{\tau} \int_{-L_2}^{L_1} \sigma_0 \sin \frac{2\pi x}{\lambda} dx;$$

полагая:

$$2 \int_{-L_2}^{L_1} \sigma_0 \cos \frac{2\pi x}{\lambda} dx = A_0; \quad 2 \int_{-L_2}^{L_1} \sigma_0 \sin \frac{2\pi x}{\lambda} dx = B_0,$$

для Z_Q окончательно имеем

$$Z_Q = -\gamma \left\{ V_0 + S_0 \zeta_0 + S_0 I \psi - r_0 \left[\left(a_0 - \frac{A_0}{K} \right) \cos \frac{2\pi t}{\tau} + \right. \right. \\ \left. \left. + \left(b_0 - \frac{B_0}{K} \right) \sin \frac{2\pi t}{\tau} \right] \right\}.$$

Значение

$$\int_{v_0}^x x \cos \theta dv$$

определяется ур-нем:

$$\int_{v_0}^x x \cos \theta dv = 2 \cos \frac{2\pi t}{\tau} \int_{-L_2}^{L_1} \sigma_0 x \cos \frac{2\pi x}{\lambda} dx + \\ + 2 \sin \frac{2\pi t}{\tau} \int_{-L_2}^{L_1} \sigma_0 x \sin \frac{2\pi x}{\lambda} dx.$$

Обозначаем

$$2 \int_{-L_2}^{L_1} \sigma_0 x \cos \frac{2\pi x}{\lambda} dx = A_1 \quad \text{и} \quad 2 \int_{-L_2}^{L_1} \sigma_0 x \sin \frac{2\pi x}{\lambda} dx = B_1.$$

Момент силы поддержания относительно оси y

$$M_{Qy} = Z_Q x - X_Q z = \gamma \left\{ V_0 a \psi - S_0 I \zeta_0 - I \psi + \right. \\ \left. + r_0 \left[\left(a_1 - \frac{A_1}{K} \right) \cos \frac{2\pi t}{\tau} + \left(b_1 - \frac{B_1}{K} \right) \sin \frac{2\pi t}{\tau} \right] \right\},$$

где a — расстояние между ц. т. и центром величины. Принимая сопротивление воды пропорциональным первой степени скорости и обозначая $\frac{I}{V_0} = R_1$, где R_1 — условный продольный метацентрический радиус, имеем уравнения движения в форме:

$$\frac{P}{g} \zeta_0'' + 2N_1 \zeta_0' + \gamma S_0 \zeta_0 = \gamma r_0 \left[\left(a_0 - \frac{A_0}{K} \right) \cos \frac{2\pi t}{\tau} + \right. \\ \left. + \left(b_0 - \frac{B_0}{K} \right) \sin \frac{2\pi t}{\tau} \right] - \gamma S_0 I \psi; \\ K_1 \psi'' + 2N_2 \psi' + P \left(R_1 - a \right) \psi = \\ = \gamma r_0 \left[\left(a_1 - \frac{A_1}{K} \right) \cos \frac{2\pi t}{\tau} + \left(b_1 - \frac{B_1}{K} \right) \sin \frac{2\pi t}{\tau} \right] - \gamma S_0 I \zeta_0.$$

Кэф. при \cos и \sin в дифференциальных ур-нях можно представить так:

$$a_0 - \frac{A_0}{K} = \int_{-L_2}^{L_1} \left(y - \frac{\sigma_0}{K} \right) \cos \frac{2\pi x}{\lambda} dx = \\ = \int_{-L_2}^{L_1} y_1 \cos \frac{2\pi x}{\lambda} dx = a_0';$$

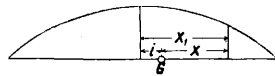
$$b_0 - \frac{B_0}{K} = \int_{-L_2}^{L_1} \left(y - \frac{\sigma_0}{K} \right) \sin \frac{2\pi x}{\lambda} dx = \\ = \int_{-L_2}^{L_1} y_1 \sin \frac{2\pi x}{\lambda} dx = b_0';$$

$$a_1 - \frac{A_1}{K} = \int_{-L_2}^{L_1} \left(y - \frac{\sigma_0}{K} \right) x \cos \frac{2\pi x}{\lambda} dx = \\ = \int_{-L_2}^{L_1} y_1 x \cos \frac{2\pi x}{\lambda} dx = a_1';$$

$$b_1 - \frac{B_1}{K} = \int_{-L_2}^{L_1} \left(y - \frac{\sigma_0}{K} \right) x \sin \frac{2\pi x}{\lambda} dx = \\ = \int_{-L_2}^{L_1} y_1 x \sin \frac{2\pi x}{\lambda} dx = b_1',$$

где $y_1 = y - \frac{\sigma_0}{K}$.

При вычислениях на практике начало координат не совпадает с миделем теоретич. чертежа.



Фиг. 7.

Тогда вносятся такие исправления (Фиг. 7):

$$\int_{-L_2}^{L_1} y_1 \cos \frac{2\pi x}{\lambda} dx = \int_{-L_2}^{L_1} y_1 \cos \frac{2\pi(x_1 - i)}{\lambda} dx_1 = \\ = \cos \frac{2\pi i}{\lambda} \int_{-L_2}^{L_1} y_1 \cos \frac{2\pi x_1}{\lambda} dx_1 + \\ + \sin \frac{2\pi i}{\lambda} \int_{-L_2}^{L_1} y_1 \sin \frac{2\pi x_1}{\lambda} dx_1; \\ \int_{-L_2}^{L_1} y_1 \sin \frac{2\pi x}{\lambda} dx = \int_{-L_2}^{L_1} y_1 \sin \frac{2\pi(x_1 - i)}{\lambda} dx_1 = \\ = \cos \frac{2\pi i}{\lambda} \int_{-L_2}^{L_1} y_1 \sin \frac{2\pi x_1}{\lambda} dx_1 - \\ - \sin \frac{2\pi i}{\lambda} \int_{-L_2}^{L_1} y_1 \cos \frac{2\pi x_1}{\lambda} dx_1.$$

Обозначая

$$\frac{2\pi i}{\lambda} = \mu; \int_{-L_2}^{L_1} y_1 \cos \frac{2\pi x_1}{\lambda} dx_1 = a_0;$$

$$\int_{-L_2}^{L_1} y_2 \sin \frac{2\pi x_1}{\lambda} dx_1 = \beta_0,$$

получим

$$a'_0 = a_0 \cos \mu + \beta_0 \sin \mu; \quad b'_0 = \beta_0 \cos \mu - a_0 \sin \mu.$$

Точно так же

$$\int_{-L_2}^{L_1} x y_1 \cos \frac{2\pi x}{\lambda} dx = \int_{-L_2}^{L_1} (x_1 - i) y_1 \cos \frac{2\pi(x_1 - i)}{\lambda} dx_1 =$$

$$= \cos \frac{2\pi i}{\lambda} \int_{-L_2}^{L_1} x_1 y_1 \cos \frac{2\pi x_1}{\lambda} dx_1 +$$

$$+ \sin \frac{2\pi i}{\lambda} \int_{-L_2}^{L_1} x_1 y_1 \sin \frac{2\pi x_1}{\lambda} dx_1 -$$

$$- i \cos \frac{2\pi i}{\lambda} \int_{-L_2}^{L_1} y_1 \cos \frac{2\pi x_1}{\lambda} dx_1 -$$

$$- i \sin \frac{2\pi i}{\lambda} \int_{-L_2}^{L_1} y_1 \sin \frac{2\pi x_1}{\lambda} dx_1;$$

$$\int_{-L_2}^{L_1} x y_1 \sin \frac{2\pi x}{\lambda} dx = \int_{-L_2}^{L_1} (x_1 - i) y_1 \sin \frac{2\pi(x_1 - i)}{\lambda} dx_1 =$$

$$= \cos \frac{2\pi i}{\lambda} \int_{-L_2}^{L_1} x_1 y_1 \sin \frac{2\pi x_1}{\lambda} dx_1 -$$

$$- \sin \frac{2\pi i}{\lambda} \int_{-L_2}^{L_1} x_1 y_1 \cos \frac{2\pi x_1}{\lambda} dx_1 -$$

$$- i \cos \frac{2\pi i}{\lambda} \int_{-L_2}^{L_1} y_1 \sin \frac{2\pi x_1}{\lambda} dx_1 +$$

$$+ i \sin \frac{2\pi i}{\lambda} \int_{-L_2}^{L_1} y_1 \cos \frac{2\pi x_1}{\lambda} dx_1.$$

Обозначая

$$\int_{-L_2}^{L_1} x_1 y_1 \cos \frac{2\pi x_1}{\lambda} dx_1 = a_1;$$

$$\int_{-L_2}^{L_1} x_1 y_1 \sin \frac{2\pi x_1}{\lambda} dx_1 = \beta_1,$$

получим:

$$a'_1 = a_1 \cos \mu + \beta_1 \sin \mu - a'_0 i;$$

$$b'_1 = \beta_1 \cos \mu - a_1 \sin \mu - b'_0 i.$$

Интегралы a_0, β_0, a_1 и β_1 проще всего вычисляются по правилу трапеций. Полагая все коэф-ты, вошедшие в дифференциальные ур-ия известные, последние можно представить в следующем виде:

$$\zeta_0'' + 2h\zeta_0' + n^2\zeta_0 = \frac{\gamma r_0}{P} \left(a_0' \cos \frac{2\pi t}{\tau} + b_0' \sin \frac{2\pi t}{\tau} \right),$$

$$\psi'' + 2k\psi' + p^2\psi = \frac{\gamma r_0}{K_1} \left(a_1' \cos \frac{2\pi t}{\tau} + b_1' \sin \frac{2\pi t}{\tau} \right).$$

При $l=0$ общие интегралы их будут:

$$\zeta_0 = e^{-ht} (C_1 \cos n_1 t + C_2 \sin n_1 t) +$$

$$+ H \cos \frac{2\pi t}{\tau} + F \sin \frac{2\pi t}{\tau},$$

$$\psi = e^{-ht} (C_3 \cos p_1 t + C_4 \sin p_1 t) +$$

$$+ M \cos \frac{2\pi t}{\tau} + N \sin \frac{2\pi t}{\tau},$$

где

$$n_1 = \sqrt{n^2 - h^2}; \quad p_1 = \sqrt{p^2 - k^2}.$$

Коэф-ты C_1, C_2, C_3 и C_4 — произвольные постоянные, определяемые из начальных условий, H, F, M и N — постоянные коэф-ты, определяемые так, чтобы удовлетворить дифференциальным ур-иям. Члены с множителем e^{-ht} определяют свободные колебания, к-рые весьма быстро убывают и через несколько секунд после начала движения погашаются. Вторые члены решений представляют собой вынужденные колебания, не зависящие от начальных условий. Нет надобности определять коэф-ты свободных колебаний в виду быстрого затухания последних. Достаточно определить постоянные H, F, M и N путем подстановки частных решений в дифференциальные ур-ия и сравнения коэф-тов. Амплитуды размахов соответственно будут

$$\zeta_0 \max = \sqrt{H^2 + F^2} \quad \text{и} \quad \psi \max = \sqrt{M^2 + N^2}.$$

Амплитуды размахов штевной будут

$$(\zeta_0 + L_1 \psi) \max = \sqrt{(H \pm L_1 M)^2 + (F \pm L_1 N)^2},$$

где L_1 — длина носовой или кормовой части, считая от ц. т. судна. Если судно имеет ход, то меняется только видимый период волны. При ходе судна со скоростью v в направлении бега волн, скорость распространения к-рых V , скорость бега волны по отношению к судну будет $V - v$ и видимый период волны

$$\tau_1 = \frac{\lambda}{V - v} = \frac{\lambda}{V} : 1 - \frac{v}{V} = \frac{\tau}{1 - \frac{v}{V}}.$$

Когда волна встречная, то видимый период

$$\tau_2 = \frac{\tau}{1 + \frac{v}{V}}.$$

Вместе с тем, т. к. нос судна направлен в отрицательную сторону оси ξ , то в ур-ие волны x д.б. заменен $-x$, т. е.

$$\zeta = r_0 \cos 2\pi \left(\frac{x}{\lambda} + \frac{t}{\tau} \right).$$

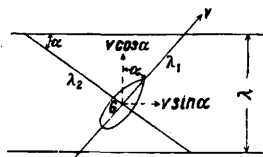
То же необходимо сделать во всех интегралах a_0, b_0, a_1, b_1 , т. ч. интегралы, содержащие четную ф-ию $x - a$, переменяют свой знак, а содержащие четную ф-ию $x - a$ не изменяют знака.

К первым относятся интегралы b'_0 и a'_1 , ко вторым — a'_0 и b'_1 . Так как от a и b зависят разности фаз, то с переменой курса меняется характер качки. Меняется также отношение периодов собственных колебаний судна к видимому периоду волны, от чего меняется и величина размахов судна:

$$A' = \frac{\gamma r_0}{K_1} \cdot \frac{b'_1}{p^2 - \frac{4\pi^2}{\tau^2}} = \frac{\gamma r_0 b'_1 T^2}{4\pi^2 K_1} \cdot \frac{1}{1 - \frac{T^2}{\tau^2}}.$$

Обычно при перемене курса навстречу волне качка становится сильнее, при попутной же волне амплитуды размахов становятся меньше. При косвенном курсе к волнам вместо истинной длины волны λ необходимо ввести действуюшую длину λ_1 (фиг. 8), равную $\lambda_1 = \frac{\lambda}{\cos \alpha}$, с видимым периодом $\tau_1 = \frac{\tau}{1 - \frac{v}{V} \sin \alpha}$. В этом случае

килевая качка сопровождается боковой. Действующей волной, вызывающей боковую качку,



Фиг. 8.

можно считать волну длиной $\lambda_2 = \frac{\lambda}{\sin \alpha}$ с видимым периодом $\tau_2 = \frac{\tau}{1 - \frac{v}{V} \cos \alpha}$. При изменении

курсового угла от 0 до 90° угол действующего волнового склона будет все время уменьшаться, дойдя до минимального значения. При дальнейшем увеличении курсового угла от 90 до 180° килевая качка будет опять усиливаться, дойдя до максимума при ходе судна вразрез волны против направления ее бега. Так как увеличение хода при курсовых углах до 90° увеличивает видимый период волны, а при курсовых углах больше 90° уменьшает его, то для случая, когда период свободных килевых колебаний судна меньше истинного периода волны, размахи при курсовых углах $\alpha < 90^\circ$ будут меньше, а при $\alpha > 90^\circ$ будут больше соответственных размахов судна, стоящего или идущего меньшим ходом. Если период судна больше периода волны, то будет иметь место обратное явление. Для судна без хода боковая качка достигает своего максимума при $\alpha = 90^\circ$, т. е. при положении судна лагом к волне, и соответственно уменьшается до 0 при $\alpha = 0^\circ$ и $\alpha = 180^\circ$. При ходе на волне, период которой меньше периода свободных колебаний корабля, размахи судна при курсе $0 < \alpha < 90^\circ$ будут больше соответственных размахов судна без хода, т. к. отношение периодов судна и волны будет приближаться к 1. При $90 < \alpha < 180^\circ$ видимый период волны меньше истинного, отношение периодов увеличивается, удаляясь от синхронизма. Следовательно на ходу боковая качка становится наиболее сильной при косвенном курсе судна. Увеличение хода вызывает наибольшую качку при более острых курсовых углах.

Момент инерции массы судна относительно поперечной оси, проходящей через ц. т., приблизительно м. б. определен по ф-ле

$$K_1 = 0,01 \sum m x^2.$$

Соппротивление воды можно определить по следующей приближенной ф-ле:

$$R = -k S_0 \zeta_0' - k S_0 l \psi'.$$

Момент сопротивления воды

$$M_R = -R S_0 l \zeta_0' - k J \psi.$$

Значение букв—принято выше. Коэф. k колеблется от 0,010 \sqrt{L} до 0,012 \sqrt{L} . Для вычисления коэф-тов H , F , M и N подставляем в дифференциальные ур-ия качки ур-ия

$$\zeta_0 = H \cos \frac{2\pi t}{\tau} + F \sin \frac{2\pi t}{\tau},$$

$$\psi = M \cos \frac{2\pi t}{\tau} + N \sin \frac{2\pi t}{\tau}$$

и сравниваем коэф-ты при \cos и \sin . Получим систему 2 линейных ур-ий с 4 неизвестными. Проще всего эту систему решить методом последовательных приближений вычисления как боковой, так и килевой качки; все удобно располагается в таблицы.

Определение сил инерции при качке. Предполагая, что поперечные размеры корабля малы по сравнению с размерами волны и сохраняя принятые обозначения, можно написать ур-ия движения при боковой качке:

$$\eta_0 = r_0 \sin \frac{2\pi t}{\tau},$$

$$\zeta_0 = r_0 \cos \frac{2\pi t}{\tau},$$

$$\theta = A \sin \left(\frac{2\pi t}{\tau} + \gamma + \delta \right) + \theta_0 e^{-ht} \sin \left(\frac{2\pi t}{\tau} + \beta \right).$$

Рассматривая случай качки, отличающийся от синхронизма, можно считать величины γ , δ и β малыми, т. ч. последнее ур-ие примет вид

$$\theta = A \sin \frac{2\pi t}{\tau} + \theta_0 e^{-ht} \sin \frac{2\pi t}{\tau}.$$

Ускорения этих движений после отбрасывания пренебрежимо малых величин и упрощения последнего ур-ия будут:

$$\eta_0'' = -\frac{4\pi^2}{\tau^2} \eta_0; \quad \zeta_0'' = -\frac{4\pi^2}{\tau^2} \zeta_0;$$

$$\theta'' = -\frac{1\pi^2}{\tau^2} (\) + \alpha_0 \sin \frac{2\pi t}{\tau}.$$

Здесь α_0 —угол наибольшего волнового склона. Ускорения точки $A(x_1, y_1, z_1)$ от поступательного движения будут те же, что и для ц. т., т. е. ζ_0'' и ζ_0'' . Разлагая эти ускорения по направлению осей y и z (фиг. 9), получим для составляющей ускорения по оси y :

$$\omega_y = \eta_0'' \cos \theta + \zeta_0'' \sin \theta,$$

по оси z :

$$\omega_z = -\eta_0'' \sin \theta + \zeta_0'' \cos \theta.$$

Ускорение от вращательного движения судна около оси x будет равно произведению углового ускорения этого движения на расстояние ρ точки до оси вращения и направлено перпендикулярно к ρ , т. е. $w = \theta'' \rho$. Составляющие этого ускорения по направлению осей y и z будут

$$w_y = -w \sin \gamma = -\theta'' \rho \frac{z_1}{\rho} = -\theta'' z_1,$$

$$w_z = w \cos \gamma = \theta'' \rho \frac{y_1}{\rho} = \theta'' y_1.$$

Суммируя ускорения от вращательного и поступательного движений, получим:

$$W_y = \omega_y + w_y = \eta_0'' \cos \theta + \zeta_0'' \sin \theta - \theta'' z_1,$$

$$W_z = \omega_z + w_z = -\eta_0'' \sin \theta + \zeta_0'' \cos \theta + \theta'' y_1.$$

Применяя к килевой качке те же рассуждения, найдем составляющие ускорений по осям x и z :

$$W_x = \omega_x + w_x = \zeta_0'' \cos \psi + \zeta_0'' \sin \psi - \psi'' z_1,$$

$$W_{1z} = \omega_{1z} + w_{1z} = -\zeta_0'' \sin \psi + \zeta_0'' \cos \psi + \psi'' x_1.$$

При одновременном действии боковой и килевой качек ускорения по оси z будут складываться алгебраически. Имея численные значения ζ_0'' , η_0'' , ζ_0'' , θ'' , ψ'' , θ и ψ , нетрудно определить в любой момент качания ускорения любой точки судна. Т. к. ускорения меняются с течением времени в нек-рых пределах, то ф-лы для наибольших величин ускорений будут иметь вид:

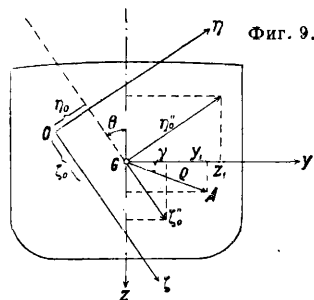
$$(W_x)_{max} = \frac{4\pi^2 r_0}{\tau^2} \cos \psi_{max} + \frac{4\pi^2}{\tau^2} \psi_{max} z_1,$$

$$(W_y)_{max} = \frac{4\pi^2 r_0}{\tau^2} \cos \theta_{max} + \frac{4\pi^2}{\tau^2} (\theta_{max} + \theta_0) z_1,$$

$$(W_z)_{max} = \frac{4\pi^2 r_0}{\tau^2} \sin \theta_{max} + \frac{4\pi^2}{\tau^2} (\theta_{max} + \theta_0) y_1,$$

$$(W_{1z})_{max} = \frac{4\pi^2 r_0}{\tau^2} \sin \psi_{max} + \frac{4\pi^2}{\tau^2} \psi_{max} x_1.$$

Для расчета необходимо задаться величинами углов ψ_{max} и θ_{max} . Все слагаемые в последних ф-лах д. б. взяты одного знака. Имея ускорения, можно определить и силы инерции по соответствующим направлениям, для чего умножаем их на массу тела.



Поворотливость. Управление судном при помощи руля имеет в виду повороты его в горизонтальном направлении для плавания по определенному курсу и для изменения последнего при свежей погоде, при встрече с течениями, а также для плавания в гаванях, протоках и для избежания столкновения со встречными судами. В понятие «управление судном» входят два взаимно противоположных понятия: способность судна изменять свой курс при отклонении руля, называемая поворотливостью, и способность судна сохранять свой курс неизменяемым, называемая устойчивостью на курсе. Когда руль судна находится в прямом положении, т. е. в диаметральной плоскости, то, не принимая во внимание внешних сил (течение, волнение, ветер), судно должно двигаться прямолинейно. При отклонении руля частицы воды или струи начинают давить неравномерно на обе стороны пера руля. Пусть равнодействующая всех давлений, нормальных к поверхности руля (фиг. 10), сведется к силе R , к-рую можно разложить на составляющие: продольную R_1 и



поперечную R_2 . Продольная составляющая R_1 вызовет уменьшение скорости судна до величины v_1 , а поперечная R_2 —появление скорости в поперечном направлении v_2 (скорости дрейфа). Равнодействующей этих скоростей v соответствует определенное по величине и положению сопротивление воды W , разлагаемое на составляющие W_1 и W_2 . От действия сил R и W одновременно получаются вращающие моменты, заставляющие судно изменить прямолинейное направление движения. На судно постоянно действует сила упора винтов T , а во время вращения—центробежная сила F . Под действием всех этих сил диаметральной плоскость при вращении составляет нек-рый угол с касательной к траектории γ . Этот угол называется углом дрейфа. Он обычно равен 5—8° и будет тем больше, чем меньше диаметр кривой перемещения судна (диаметр циркуляции) и чем лучше поворотливость судна. Для движения судна параллельно его продольной оси и перпендикулярно к ней можно написать следующие дифференциальные ур-ия движения

$$\frac{P}{g} \frac{dv_0}{dt} \cos \gamma + \frac{P}{g} \frac{v_0^2}{r} \sin \gamma = T - W_1 - R_1,$$

$$\frac{P}{g} \frac{dv_0}{dt} \sin \gamma + \frac{P}{g} \frac{v_0^2}{r} \cos \gamma = W_2 - R_2.$$

Для вращательного движения имеет место ур-ие

$$J \frac{d^2\theta}{dt^2} = M - M_W.$$

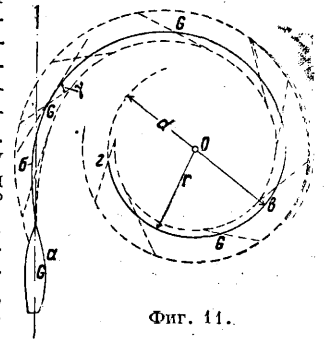
Здесь r —радиус циркуляции, M —момент вращения от давления воды на руль относительно ц. т. судна, M_W —момент вращения от сопротивления воды, v_0 —скорость движения судна,

P —вес судна, g —ускорение земного притяжения = 9,81 м/сек², θ —угол, составляемый продольной осью судна в момент времени t с направлением ее в начальный период и определяемый из соотношения

$$\theta = \gamma + \int_0^t \frac{v_0}{r} dt,$$

J —момент инерции массы судна относительно вертикальной оси, проходящей через ц. т. судна. Практич. решение ур-ий возможно только при допущении ряда упрощений. Это тем более необходимо, что действие гребных винтов изменяет в значительной степени давление воды на руль. Если судно на прямом курсе двигалось с постоянной скоростью v и в нек-рый момент времени его руль отклонен от прямого положения на угол α , то при дальнейшем движении можно различить три фазы движения. Первый период охватывает время с момента прямого положения руля до его отклонения на угол α . Этот период охватывает всего несколько секунд. Вращающий момент от действия давления воды на перо руля достигает полной своей величины, равно как и составляющие этого давления R_1 и R_2 , тогда как момент сопротивления воды M_W возрастает на незначительную величину. Вследствие большой инерции судна движение его в этот момент лишь незначительно отклонится от первоначального прямого курса и то в сторону, противоположную требуемому направлению вращения α — β (фиг. 11). Во вторую фазу (β — ϵ) движения момент сопротивления воды возрастает до полной своей величины, и судно приводится в требуемое вращательное движение. В третий период (ϵ — δ) движения вращающие моменты от давления воды на перо руля и от сопротивления воды сравниваются, угловое ускорение $\frac{1}{r} \cdot \frac{dv}{dt}$ делается равным нулю, и судно приводится в равномерное движение по окружности с центром в O . Оба дифференциальных ур-ия при этом упрощаются, т. к. касательное ускорение $\frac{dv}{dt}$ в этот период равно 0.

Угол дрейфа и радиус r становятся постоянными величинами. Вследствие дрейфа наблюдателю на палубе, будет казаться, что судно вращается невокруг своего ц. т., а около какой-то точки, лежащей впереди ц. т. Расстояние d между обратными курсами при повороте на 180° называется тактич. диаметром циркуляции. Величина его зависит от длины судна, поэтому поворотливость обычно определяется этим диаметром, выраженным в длинах судна. Чем меньше отношение $\frac{d}{L}$, тем лучше поворотливость. При одинаковых величинах отношений поворотливость улучшается: 1) с увеличением угла отклонения руля до некоторого вполне определенного значения (приблизительно до $\alpha=35^\circ$); 2) с увеличением отношения поверхности пера руля к площади погруженной в воду части диаметральной плоскости; 3) с улучшением обводов кормы, способствующей



Фиг. 11.

щих наиболее выгодному подтеканию воды к перу руля; 4) с выпрямлением струй воды, отбрасываемых лопастями винтов.

При циркуляции получается угол крена, приближительная величина которого определяется формулой

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{v^2 a}{gr(e_0 - a)} \cos \gamma.$$

Здесь a —расстояние между ц. т. судна и его центром величины, β —угол крена при циркуляции, v —скорость судна при циркуляции, $e_0 - a$ —метацентрич. высота; значение остальных букв—принятое выше, все величины выражены в метрич. мерах. Если желательно v выразить в узлах, то ф-лу ее нужно поставить со множителем 0,514. Выражая β в градусах, а v в узлах, получим

$$\beta \approx 1,54^\circ \cdot \frac{v^2 a}{r(e_0 - a)} \cdot \cos \gamma.$$

Для давления R на перо руля различные исследователи дают разные ф-лы. Наиболее применимой является ф-ла Жюсселя:

$$R = \frac{k S v^2 \sin \alpha}{0,195 + 0,305 \sin \alpha},$$

где k —коэф., равный 20—25 для скоростей, близких к 20 узлам, S —площадь пера руля в м^2 , v —наибольшая скорость судна в м/сек , α —наибольший угол отклонения руля от прямого его положения. Отстояние l центра давления воды от задней кромки руля по Жюсселю равно

$$l = b(0,195 + 0,305 \sin \alpha),$$

где b —ширина руля в м . В Германии пользуются ф-лой Эйлера:

$$R = 13,5 S v^2 \sin^2 \alpha$$

и Вейсбаха:

$$R = 34,5 S v^2 \sin \alpha (1 - \cos \alpha).$$

В Англии пользуются ф-лой Ранкина:

$$R = 11 S v^2 \sin \alpha.$$

Имеет применение также ф-ла Релея:

$$R = \frac{4\pi \sin \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \cdot S v^2.$$

Отстояние центра давления от передней кромки по Релею:

$$l = \frac{b}{2} \left(1 + \frac{3}{2} \cdot \frac{\cos \alpha}{4 + \pi \sin \alpha} \right).$$

По высоте положение точки приложения давления принимается на уровне ц. т. площади пера руля. Момент давления воды на руль относительно оси баллера будет $M = Rl$. По нему рассчитываются как размеры рулевых приводов, так и мощность рулевой машины. Напр. диаметр головы руля d_0 определяется выражением

$$d_0 = \sqrt[3]{\frac{16M}{\pi\tau}},$$

где τ —допускаемое напряжение на кручение. Если применять ф-лу Жюсселя, то

$$M = Rl = k S v^2 b \sin \alpha.$$

Для расчета рулевой машины можем воспользоваться следующим выражением для работы давления на перо руля при отклонении его от прямого положения до угла α по Жюсселю:

$$A = k S v^2 b \int_0^\alpha \sin a \, da = k S v^2 b (1 - \cos \alpha) \text{ кгм};$$

отсюда мощность рулевой машины

$$N = \frac{A}{75\eta t} = \frac{k S v^2 b (1 - \cos \alpha)}{75\eta t} \text{ HP},$$

где η —кпд рулевой машины, t —время, потребное для отклонения руля на борт. Последние исследования выяснили, что при отклонении руля сила давления воды на его перо состоит из 2 слагаемых:

$$R = R' + R'',$$

где R' —увеличение давления с передней (рабочей) стороны и R'' —уменьшение давления с задней (нерабочей) стороны. Доминирующее значение имеет составляющая R'' , величина которой при углах, не превышающих 20° , составляет ок. $0,8 R$ (опыты Эйфеля). Опыт и теория подъемной силы аэропланного крыла также устанавливают преимущественную роль очертания задней поверхности крыла. Вследствие указанных причин в последнее время обращено внимание на очертание пера руля (руль Эрца, Вагнера, сист. Симплекс и др.), чем осуществляется лучшая поворотливость судна, уменьшается мощность и вес рулевых механизмов и несколько увеличивается скорость самого судна (см. *Судовые устройства*). Устойчивость судна на курсе обеспечивается действием руля и поддерживается потоком, отбрасываемым гребными винтами. Новейшие формы рулей способствуют также большей устойчивости на курсе. Начинают находить применение автоматические приборы, удерживающие судно на курсе (Аншюца, Сперри).

Лит.: Невражин В., Теория корабля, ч. 1, СПб, 1914; Крылов А., Теория корабля, ч. 2, СПб, 1908; Яковлев С., Кораблеустройство и трюмное дело, ч. 1, Теория корабля, Л., 1928; Шершов А., Устройство и теория корабля, Л., 1930; Horn F., Theorie des Schiffes, Handbuch der physikalischen u. technischen Mechanik, hrsg. v. F. Auerbach u. W. Hort, B. 5, Lief. 2, Leipzig, 1928; Johow-Foerster, Hilfsbuch für den Schiffbau, B. 1—2, 5 Auflage, Berlin, 1928.

ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ, см. *Относительности теория*.

ТЕОРИЯ ОШИБОК, см. *Ошибки измерений и наблюдений*.

ТЕОРИЯ ПОДОБИЯ, учение о методах обобщения данных опыта путем представления результатов эксперимента в форме таких зависимостей, к-рые по своей структуре отвечают механизму исследуемого явления. Исходными понятиями Т. п. являются следующие. Дифференциальное ур-ие (или система дифференциальных ур-ий) представляет собой математич. модель механизма, общего целому классу явлений. Индивидуальные различия отдельных явлений одного и того же класса обусловлены обстоятельствами произвольными и посторонними по отношению к их механизму—состоянием физич. области, охваченной процессом (системы) к моменту его возникновения (начальные условия), и взаимодействием между системой и окружающей средой (граничные условия). Кроме того различия вносятся неодинаковостью физич. свойств тех тел. из к-рых образована система. Данные, которые в своей совокупности исчерпывающим образом определяют все эти особые обстоятельства, имеют значение у с л о в и й о д н о з н а ч н о с т и, т. к. присоединение их к основному ур-ию выделяет нек-рое единичное явление из класса ему подобных. При сравнении явлений, принадлежащих к одному и тому же классу, обнаруживаются весьма глубокие различия их свойств. Поэтому возможность распространения результатов, полученных при изучении конкретного явления, на все другие явления того же класса исключена. В этом смысле класс явлений—область очень широкая.

В Т. п. устанавливается понятие группы явлений как области, в пределах которой обобщение закономерно и плодотворно. Группы выделяются из класса на основе расширенного понимания условий однозначности. Задание условий однозначности для единичного явления заключается в определении частных значений ряда физич. величин, характеризующих особые его признаки. Применительно к группе явлений те же признаки выражаются в виде произведений из соответствующих величин на постоянные численные множители (множители преобразования), которые принимают различные частные значения для отдельных явлений, входящих в состав группы, но сохраняют неизменные значения в пределах каждой данной системы. Умножение совокупности величин на один и тот же численный множитель есть подобное преобразование и х. Следовательно условия однозначности всякого явления получаются из условий однозначности любого другого явления той же группы непосредственно с помощью подобного преобразования всех величин, входящих в их состав. Так, поверхность взаимодействия между системой и окружающей средой во всех явлениях одной и той же группы между собой подобны (геометрическое подобие систем). Физич. константы образуют подобные поля (физическое подобие систем). Векторы всех величин в начальный момент и на границах систем также между собой подобны (подобие начальных и граничных условий). Т. о. условия однозначности для различных явлений одной и той же группы по существу представляют между собой одну и ту же систему условий, данную в различных масштабах (в широком понимании этого слова имеется в виду не только геометр. масштаб, но также масштаб всех физич. величин: скоростей, перепадов давлений, t° -ных градиентов и т. п.). Но условия однозначности в совокупности с основными ур-ями определяют все свойства явления. Поэтому явления одной и той же группы, отвечающие одинаковым ур-ям и подобным между собой условиям однозначности, представляют собой одно и то же явление, данное в различных масштабах, т. е. образуют группу подобных между собой явлений. Этот вывод выражает содержание важнейшей теоремы Т. п.: подобие условий однозначности есть достаточное основание для утверждения подобия явлений, определяемых одной и той же системой уравнений. Группа подобных между собой явлений и есть область обобщения данных опыта.

Критерии подобия. Множители преобразования не м. б. выбраны произвольно, так как величины, получаемые в итоге преобразования, должны удовлетворять основным ур-ям. Допустимы только такие подобные преобразования условий однозначности, по отношению к к-рым основные ур-я инвариантны. Условия, ограничивающие свободу выбора множителей преобразования (обусловливающие уравнения), заключаются в требовании равенства единиц нек-рых их комбинаций, составляемых по определенным правилам. Но если множитель преобразования какого-либо выражения равен единице, то выражение это при преобразовании не изменяется. Следовательно, подобные между собой явления отличаются той особенностью, что известные комбинации из ве-

личин, входящих в состав основных ур-ий, имеют для них одинаковые значения. Эти комбинации называются критериями подобия м. б. составлены непосредственно по виду дифференциальных ур-ий без их интегрирования, почти во всех случаях невыполнимого. Критерии подобия приняты обозначать первыми двумя буквами фамилий исследователей, прославившихся своими работами в данной области знания. В гидродинамике особо важное значение имеют следующие критерии:

$$\frac{w d}{\nu} = Re \text{ (Reynolds),}$$

$$\frac{\Delta p}{\rho w^2} = Eu \text{ (Euler),}$$

$$\frac{w^2}{g d} = Fr \text{ (Froude),}$$

$$\frac{w}{c} = Ba \text{ (Bairston).}$$

В теории теплообмена приходится кроме того рассматривать некоторые другие критерии, из к-рых важнейшими являются:

$$\frac{w d}{a} = Pe \text{ (Péclet),}$$

$$\frac{\nu}{a} = Pr \text{ (Prandtl),}$$

$$\frac{a d}{\lambda} = Nu \text{ (Nusselt),}$$

$$\frac{g d^3 \beta \Delta T}{\nu^2} = Gr \text{ (Grashof),}$$

где ρ — плотность жидкости, ν , λ , a и β — коэффициенты кинематич. вязкости, теплопроводности, температуропроводности и объемного расширения, g — ускорение силы тяжести, w — скорость жидкости, c — скорость распространения звука в жидкости, Δp — перепад давления, d — определяющий размер (напр. диаметр канала), α — коэф. теплоотдачи, $\Delta T = t^{\circ}$ — разность t°). Отдельные типичные случаи движения и теплообмена характеризуются различными совокупностями этих критериев. Так, если работой силы тяжести можно пренебречь (напр. движение по горизонтальному каналу), то выпадает из рассмотрения критерий Fr . Критерий Ba приобретает значение только при весьма больших скоростях жидкости, приближающихся к скорости звука. При весьма малых скоростях (а также и при весьма больших) несущественным становится критерий Re . Для процесса теплообмена при вынужденном движении жидкости (напр. теплоотдача от продуктов сгорания поверхности нагрева котла) характерным является критерий Pe . Наоборот, в условиях свободного движения (напр. теплоотдача калориферов, печей домашнего отопления) критерий Pe несущественен, и определяющее значение приобретает критерий Gr .

Форма обработки данных опыта. Из предшествующего следует, что к подобным явлениям приводят только такие подобные преобразования условий однозначности, при к-рых критерии, составленные из преобразуемых величин, сохраняют неизменное значение. Никакими иными требованиями свобода преобразования условий однозначности не ограничивается. Поэтому равенство критериев, построенных только из тех величин, к-рые входят в состав условий однозначности, есть необходимое и достаточное основание для утверждения подобия явлений как прямого следствия подобия условий однозначности. Не все величины, содержащиеся в ур-ях, входят в состав условий одно-

значности. В связи с этим критерии разбиваются на две группы: к первой относятся критерии, построенные исключительно из тех величин, к-рые входят в состав условий однозначности, ко второй—все остальные. Только критерии первой категории выражают требования, ограничивающие свободу преобразования условий однозначности. Им присвоено название определяющих. Этим термином подчеркивается то обстоятельство, что данной совокупности критериев первой категории отвечает одна определенная группа подобных между собой явлений. Но если явления подобны между собой, то одинаковые значения имеют все критерии, а не только определяющие. Итак, различие критериев обеих категорий заключается в том, что равенство определяющих есть предпосылка подобия явлений, а равенство всех остальных—его следствие. Это противопоставление означает, что каждой данной совокупности определяющих критериев отвечает одно только возможное значение любого критерия второй категории. Полученный вывод выражает вторую основную теорему Т. п. Не определяющие критерии суть однозначные функции критериев определяющих и х. Так, для случая движения жидкости по горизонтальному каналу с обычными для техники скоростями ур-ия гидродинамики приводят к двум критериям Re и Eu . Но в состав критерия Eu входит величина Δp , к-рая не содержится в условиях однозначности. Поэтому определяющим является один только критерий Re . Критерий Eu есть его ф-ия. Если какому-либо конкретному случаю движения (напр. движения воды по прямой цилиндрич. трубе со спокойным входом) отвечает определенное значение критерия Re , то любое другое движение, происходящее в геометрически подобном канале с подобными условиями входа, будет ему подобно, если оно характеризуется тем же значением Re . Отдельные величины, входящие в состав критерия, могут иметь самые разнообразные значения, движущимися средами м. б. жидкости с самыми различными свойствами (воздух, дымовые газы, керосин, глицерин); но, если только значения Re одинаковы,—движения подобны. При вычислении Re можно вводить значения скорости в любых геометрически сходственных точках входного сечения (напр. по оси) или среднюю по сечению скорость (определенную по расходу). Подобные движения характеризуются одинаковыми значениями критерия Re . Поэтому каждому данному значению Re отвечает одно только возможное значение Eu . Иными словами Eu есть однозначная ф-ия от Re . Т. о. если при исследовании какого-либо конкретного случая (напр. движения воды в трубе данного диаметра) найден вид зависимости $Eu = f(Re)$, то полученный результат непосредственно распространим на все подобные движения. Вид этой ф-ии изучен для многих технических важных случаев (движение по прямым и криволинейным каналам, обтекание шаров и цилиндров, обтекание тел со специальными профилями и т. п.). Все эти системы характеризуются при помощи коэф-циентов сопротивления, к-рые представляют собой удобные для практики модификации критерия Eu и следовательно являются однозначными ф-иями Re . Весьма обширный экспериментальный материал, к-рым располагает гидродинамика, полностью подтверждает вывод о существовании однозначной связи между Eu и

Re . Такого рода зависимостям, в которых неопределяющие критерии выражены в ф-ии от определяющих, присвоено название ур-ий связи между критериями. Уравнениями связи устанавливаются те общие формы, в которых надлежит обрабатывать данные опыта. Так, результаты исследований по теплообмену между твердыми телами и жидкостями д. б. представлены в виде ур-ий:

$$Nu = \varphi(Re, Pr)$$

для случая вынужденного движения и

$$Nu = \varphi(Gr, Pr)$$

для случая свободного движения. Ур-ия связи не только являются основой для закономерного обобщения данных опыта, но и содержат в себе известную программу исследования, которое прежде всего заключается в определении вида ф-ий, входящих в состав ур-ий связи.

Моделирование одновременно с задачей о методах закономерного обобщения данных эксперимента Т. п. решает также задачу о методах закономерного замещения объекта эксперимента. Все подобные между собой явления качественно совершенно тождественны друг другу. Вместе с тем величины, характеризующие их количественные признаки, находятся в очень простых, заранее известных соотношениях. Поэтому непосредственное исследование данного конкретного явления вполне возможно заменить изучением любого другого явления той же группы. Такого рода замещение основного явления—образца—другим подобным ему явлением—моделью—называется моделированием. Применение метода модели оказывается чрезвычайно плодотворным во всех тех случаях, когда исследование основного явления представляет какие-либо специфич. трудности (невозможность непосредственного наблюдения, недоступность объекта для измерений и т. п.). Т. о. моделирование есть воспроизведение явления, подобного некому другому основному явлению. С точки зрения Т. п. это—частная задача, к-рая непосредственно разрешается с помощью ее общих методов. Для того чтобы воспроизвести явление, подобное образцу, достаточно удовлетворить следующие требования: 1) геометрия, подобие обеих систем, 2) физическое подобие сред, 3) подобие начальных и граничных условий, 4) равенство определяющих критериев. Если все эти требования выполнены, то можно с полной уверенностью утверждать, что картина, наблюдаемая в модели, совершенно точно воспроизводит действительную обстановку процесса и что измеренные величины после умножения на соответствующие множители преобразования определяют условия в образце.

Изложенные соображения приводят к заключению, что метод модели применим—по крайней мере в принципе—во всех тех случаях, когда для явления-образца м. б. заданы все условия, составляющие содержание основных требований подобия. Моделирование широко практикуется в судостроении, гидротехнике, воздухоплавании и других областях техники, связанных с применением механики сплошной среды. За последние годы моделирование получило широкое развитие в теплотехнике. Здесь метод-модель применяется, с одной стороны, для изучения картины движения газов в котлах, печах и других тепловых аппаратах, а с другой,— для исследования чисто тепло-

вых явлений, напр. распределения ρ , потоков тепла и т. п., в изоляции теплопроводов, обмуровках, грунтах. Вообще приложения метода модели весьма многочисленны и разнородны (напр. изучение акустических свойств помещений). Применение его всегда оказывается весьма плодотворным, в особенности же при изучении новых конструкций, их критич. освоении и усовершенствовании (легкость и дешевизна изготовления моделей, простота переделок и т. п.). В некоторых случаях не представляется возможным реализовать все требования, необходимые для строгого осуществления подобия. Так, при движении газов по дымоходам котла происходит теплообмен с поверхностью нагрева, вследствие чего плотность их изменяется. При моделировании рабочей жидкостью служит обычно среда постоянной плотности (холодный воздух, вода), и следовательно одно из основных требований—подобие полей физич. констант—не удовлетворяется. Во всех таких случаях имеет место приближенное подобие явлений. Теория приближенного моделирования находится еще в начальной стадии своего развития.

Видоизменением метода модели является метод анал. основанный на формальной тождественности ур-ий, определяющих различные классы процессов (напр. уравнение ρ -ного поля и поля электр. потенциала, уравнения диффузии и распространения тепла). В этом случае явление-образец моделируется при помощи явления другого класса. Все основные соображения, изложенные применительно к простому моделированию, остаются в силе и здесь с той только разницей, что переход от образца к модели связан не с изменением масштаба, а с изменением физич. природы величин (напр. изотермич. поверхности моделируются эквипотенциальными поверхностями, количеству теплоты в образце отвечает количество продиффундировавшей жидкости в модели). Замещение величин, подлежащих измерению, величинами другой природы во многих случаях представляет большие преимущества, т. к. позволяет применить совершенно иную экспериментальную методику.

Приложения Т. п. Наибольший интерес представляют те приложения Т. п., в к-рых она применяется как основа для обобщения данных единичного опыта. Метод обобщения заключается в том, что данные опыта обрабатываются в форме ур-ий связи между критериями, причем неопределяющие критерии выражаются как нек-рые однозначные ф-ии от критериев определяющих. Нахождение вида этих ф-ий и является основной задачей эксперимента. Ниже приводится несколько характерных примеров приложений Т. п.

Одной из важнейших задач аэро- и гидродинамики является исследование стационарного взаимодействия между жидкостью (упругой или капельной) и твердыми телами, движущимися по отношению к ней. При этом различают два основных случая: обтекание твердого тела потоком жидкости (внешняя задача) и течение жидкости по руслу, ограниченному твердыми стенками (внутренняя задача). Рассматриваемым процессам отвечает ур-ие связи

$$Eu = f(Re) \quad \text{или} \quad \frac{\Delta p}{\rho w^2} = f\left(\frac{wd}{\nu}\right).$$

Величина Δp является количественной мерой той потери энергии, к-рая обусловлена взаимодей-

ствием между твердым телом и потоком. В условиях внешней задачи это взаимодействие характеризуется силой сопротивления W , т. е. силой, к-рая д. б. приложена к телу для того, чтобы удержать его на месте в потоке жидкости, движущейся со скоростью w (или, что то же самое, сообщить ему скорость w по отношению к неподвижной жидкости). Здесь величина Δp находится как отношение $\frac{W}{F}$, где F —характеристическая площадь (площадь поперечного сечения). Ур-ие связи приводится к выражению

$$W = f_1(Re) F \rho w^2$$

или

$$W = 2f_1(Re) F \frac{\rho w^2}{2},$$

к-рым сила сопротивления определяется через кинетич. энергию единицы объема жидкости. Эту зависимость обычно представляют в виде

$$W = CF \frac{\rho w^2}{2}, \quad (1)$$

где $C = 2f_1(Re)$ —коэф. сопротивления. В условиях внутренней задачи взаимодействие между потоком и стенками характеризуется уменьшением статич. давления в потоке жидкости. В случае канала с постоянными геометрич. свойствами (прямая труба неизменного сечения) характерной величиной является падение давления на единицу длины. Следует только иметь в виду, что рассматривать надо не абсолютную длину l , а относительную по отношению к определяющему размеру d . Соответственно ур-ие связи приводится к виду

$$\frac{\Delta p d}{l} = f_2(Re) \rho w^2 \quad \text{или} \quad \Delta p = 2f_2(Re) \frac{l}{d} \frac{\rho w^2}{2}.$$

Так же как в случае внешней задачи принимается обозначение

$$2f_2(Re) = \xi,$$

причем для величины ξ сохраняется название коэф-та сопротивления. Ур-ие приводится к известному выражению:

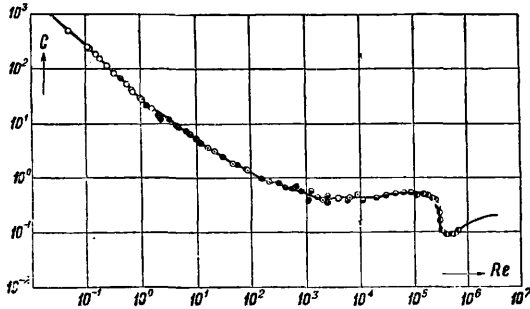
$$\Delta p = \xi \frac{l}{d} \frac{\rho w^2}{2}. \quad (2)$$

Т. о. необратимые преобразования энергии в условиях внешней и внутренней задачи определяются аналогичными ур-иями, в состав к-рых входят особого рода безразмерные коэффициенты, существенная особенность к-рых заключается в том, что они представляют собой однозначные ф-ии от критерия Re . Ур-ия (1) и (2) являются основными расчетными ф-лами при решении разного рода задач о механ. взаимодействии между твердым телом и потоком жидкости.

Определение коэф-та C сводится к измерению силы W при разных скоростях относительного движения жидкости с известными физич. свойствами (с известными ρ и ν). Сила сопротивления измеряется с помощью динамометров (см. *Аэродинамические весы*). Результаты опыта обрабатываются в форме зависимости коэф-та C от критерия Re . На фиг. 1 приведена в логарифмич. системе координат кривая зависимости коэф-та C от критерия Re для шара. Из рассмотрения ее видно, что все экспериментальные точки, полученные разными исследователями при существовании различных условий (обозначенные на фиг. 1 различным образом), хорошо укладываются на одной кривой; это является весьма убедительным доказательством правиль-

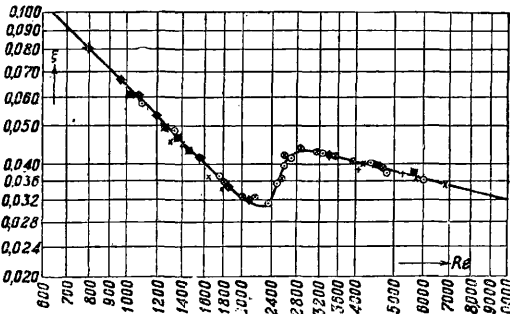
ности утверждения, что коэффициент C — однозначная функция от критерия Re .

Определение коэф-та ξ сводится аналогичным образом к измерению разности статич. давлений в двух сечениях трубы при разных скоростях течения жидкости. На фиг. 2 пред-



Фиг. 1.

ставлена кривая зависимости ξ от Re . И здесь с полной очевидностью обнаруживается однозначность рассматриваемой связи. Особого внимания заслуживает перелом кривой, свидетельствующий о резком изменении закона сопротивления при $Re = 2300$. Это изменение обусловлено реконструкцией потока — переходом от ламинарной формы течения к турбулентной (см. *Ламинарное и турбулентное движение воды и Турбулентное движение*). Значение $Re = 2300$, представляющее собой границу областей устойчивости ламинарного и турбулентного движения, называется критическим. В полном соответствии с выводами Г. п. критич. значение остается неизменным независимо от физич. свойств жидкости, диам. трубы и других индивидуальных признаков явления; при $Re < 2300$ всякое возмущение потока заглушается, и он приобретает ламинарный характер, при $Re > 2300$ раз возникшее возмущение нарастает и турбулизует поток. Из



Фиг. 2.

рассмотрения фиг. 1 выясняется, что в условиях внешней задачи также происходит внезапное изменение закона сопротивления при $Re \approx 2,5 \cdot 10^3$. И здесь причиной изменения является реконструкция потока — перемещение места отрыва струй и сужение вихревой области (см. *Турбулентное движение*). Существенно, что реконструкция происходит при определенном значении Re независимо от свойств жидкости и размеров обтекаемого тела.

Кривые сопротивления в равной мере относятся ко всем геометрически подобным между собой телам при движении жидкости с любыми физич. свойствами. Каждое явление, исследование которого дает экспериментальную точку на кривой, есть модель всех других

явлений, характеризующихся тем же значением критерия Re . Если возникает вопрос о законах сопротивления в некотором конкретном случае (напр. движение определенного тела в определенной же среде), то вовсе нет необходимости исследовать именно этот случай. Достаточно исследовать модель явления, т. е. изучить движение тела, геометрически подобного (в произвольно измененном масштабе) в любой среде одинаковым значениям Re в образце, и модели будут отвечать одинаковые значения коэф-тов сопротивления и качественно тождественные картины течения. Пусть напр. поставлена задача изучить на модели распределение сопротивления и картину движения для котла, модель к-рого в $\frac{1}{15}$ натуральной величины представлена на фиг. 3. Количественные требования, обеспечивающие подобие сводятся к условию

$$Re'' = Re', \text{ или } \frac{w''d''}{\nu''} = \frac{w'd'}{\nu'}$$

где значками ' и '' отмечены величины, относящиеся к модели и образцу.

Рабочей жидкостью модели служит вода. Масштаб выбран $\frac{1}{15}$. Таким образом условие $Re'' = Re'$ служит для выбора скорости воды в модели. Данные для образца: скорость газов $w' = 13,6$ м/сек; определяющий размер (в качестве характерного размера выбрано расстояние от верхнего края перегородки, разделяющей первый и второй дымоходы, до барабана) $d' = 1,72$ м; коэф. кинематич. вязкости (газы при $t^\circ 1065^\circ$) $\nu' = 175 \cdot 10^{-6}$ м²/сек,

$$Re' = \frac{13,6 \cdot 1,72}{175 \cdot 10^{-6}} = 133\,500.$$

Данные для модели:

$$d'' = \frac{1,72}{15} = 0,115 \text{ м,}$$

$$\nu'' = 1,23 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{сек,}$$

$$w'' = Re' \frac{\nu''}{d''} = 133\,500 \cdot \frac{1,23 \cdot 10^{-6}}{0,115} = 1,43 \text{ м/сек.}$$

Т. о. для воспроизведения картины движения газов на модели необходимо осуществить такой расход воды, чтобы скорость ее в соответствующем сечении равнялась 1,43 м/сек. Существенно, что скорость в модели составляет только ок. $\frac{1}{10}$ скорости в образце; это значительно облегчает непосредственное наблюдение. В противоположность этому перепады давления в модели значительно больше, чем в образце. Действительно из условия

$$Eu'' = Eu', \text{ или } \frac{\Delta p''}{\rho'' w''^2} = \frac{\Delta p'}{\rho' w'^2}$$

получается

$$\frac{\Delta p''}{\Delta p'} = \frac{\rho''}{\rho'} \cdot \left(\frac{w'}{w''}\right)^2,$$

откуда ясно, что перепады давления в модели в несколько десятков раз больше сходственных перепадов в образце. Это обстоятельство также существенно упрощает технику эксперимента, т. к. вместо весьма малых разностей давления (порядка мм вод. ст.) в образце объектом измерения при исследовании модели являются разности порядка нескольких десятков мм.

Лит.: Н ъ ю т о н И., Математич. начала натуральной философии, пер. с лат., П., 1915; Г у х м а н А., Физические основы теплопередачи, Теория подобия и ее приложение, т. 2, Л. (печат.); К и р п и ч е в М. и Г у х м а н А., Теория подобия, «Труды Государственной физико-технич. лаборатории», М., 1929, вып. 9; и х ж е, Приложение теории подобия к опыту, 1931, вып. 1; В r i d g m a n P., Theorie d. physikalischen Dimensionen, Lpz., 1932; G r ö b e r H., Die Grundgesetze d. Wärmeleitung u. des Wärmeüberganges, B., 1921; S c h a c k A., Der industrielle Wärmeübergang, Düsseldorf, 1929; E h r e n f e s t A f a n a s s i e w a, Der Dimensionsbegriff u. d. analytische Bau physikalischer Gleichungen, «Mathematische Annalen», B., 1916, B. 77, H. 2; W e b e r M., Die Grundlagen d. Ähnlichkeitsmechanik u. ihre Verwertung bei Modellversuche, «Jahrbuch d. Schiffbautechnischen Gesellschaft», B., 1919, B. 20; W e b e r M., Das allgemeine Ähnlichkeitsprinzip d. Physik u. sein Zusammenhang mit d. Dimensionslehre u. d. Modellwissenschaft, ibid., B., 1930, B. 31; H e r r m a n n W., Ueber die Bedingungen f. dynamische Ähnlichkeit, «Z. d. VDI», B., 1931, B. 75, 20; N u s s e l t W., Grundgesetz des Wärmeüberganges, «Gesundheits-Ingenieur», B., 1915, B. 42; W e b e r M., Ähnlichkeitsmechanik oder Theorie d. Modelle, Hütte, des Ingenieurs Taschenbuch, 25 Aufl., B. 1, Berlin, 1931; P r a n d t l L., Einführung in die Grundbegriffe d. Strömungslehre, Handbuch d. experimental Physik, hrsg. v. W. W. v. F. Harms, B. 4, T. 1, Lpz., 1931; B u s e m a n n A., Gasdynamik, ibid., Lpz., 1931; A c k e r e t J., Gasdynamik, Handbuch d. Physik, hrsg. v. H. Geiger u. K. Scheel, B. 7, B., 1927. А. Гухман.

ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ, математич. дисциплина, в к-рой изучают в отличие от математич. анализа не действия над числами, а самые числа, исходя из различного характера их, как то: чисел целых и дробных, рациональных и иррациональных и т. п. В своей элементарной части Т. ч. изучает свойства целых положительных или отрицательных чисел, т. е. чисел натурального ряда

$$\dots -5, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots (1)$$

В нек-рых высших отделах Т. ч. изучаются свойства также и чисел иррациональных. В дальнейшем для краткости будем называть целое число одним словом «число». Основным вопросом Т. ч., по крайней мере в элементарной ее части, является вопрос о делимости чисел, теоретич. обоснование к-рого состоит в самых общих чертах в следующем. Пусть имеются два числа a и b и пусть

$$a = bq, \quad (2)$$

где q —нек-рое целое число; тогда говорят, что a делится на b , что обозначается символом $a|b$. В этом случае a называется д е л и м ы м, или к р а т н ы м, а b —д е л и т е л е м; q есть также делитель, его называют д о п о л н и т е л ь н ы м д е л и т е л е м. Т. к., с одной стороны, $-a$ имеет тот же делитель, что и a , а с другой стороны, если b есть делитель a , то и $-b$ есть делитель a и можно ограничиться изучением свойств положительных кратных делителей. Рассмотрим ряд чисел, кратных числа $b > 0$:

$$\dots -4b, -3b, -2b, -b, 0, b, 2b, 3b, \dots (3)$$

Сопоставляя ряд (3) с рядом натуральных чисел (1), нетрудно усмотреть, что все числа ряда (3) находятся в ряде (1). Рассмотрим какое-либо число a ; т. к. оно обязательно находится в ряде (1), то оно окажется в ряде (3) между двумя какими-либо числами этого ряда, напр. между числами

$$qb \text{ и } (q+1)b,$$

вследствие чего

$$a = bq + r, \quad (4)$$

где r есть число мест, на к-рое нужно в ряду (1) отойти от числа bq , чтобы получить a , при этом

$$0 \leq r < b; \quad (5)$$

при $r = 0$ $a = bq$, и число a находится в ряду (3). Величина q есть целая часть, получающаяся от деления a на b , что обозначается символически следующим образом:

$$\left[\frac{a}{b} \right] = q. \quad (6)$$

Исходя из вышеуказанных предпосылок, нетрудно установить следующие теоремы. 1) Если два числа a и b делятся каждое на одно и то же третье число c , то сумма или разность a и b также делится на то же число c . Если условие теоремы писать над горизонтальной чертой, а заключение под этой чертой, то указанную теорему можно символически записать в следующем виде:

$$\frac{a|c; b|c}{(a \pm b)|c} \quad (7)$$

Очевидно, что эту теорему можно распространить на какое угодно число кратных a_1, a_2, \dots, a_n , так что

$$\frac{a_1|c; a_2|c; a_3|c; \dots; a_n|c}{\sum_{i=1}^n a_i|c} \quad (8)$$

2) Если число a делится на b , а b делится на c , то и a делится на c :

$$\frac{a|b; b|c}{a|c} \quad (9)$$

Всякое число делится на 1 и на самого себя; эти делители называются н е с о б с т в е н н ы м и; помимо того данное число может иметь еще и других делителей, к-рые называются с о б с т в е н н ы м и. Пусть имеются два числа a и b и пусть делители числа a будут

$$1, d', d'', d''', \dots, a, \quad (10)$$

а делители числа b будут

$$1, \delta', \delta'', \delta''', \dots, b. \quad (11)$$

Ряды (10) и (11) могут иметь и общие числа

$$1, d_1, d_2, \dots, d_k. \quad (12)$$

Наибольшее число d_k из последнего ряда называется о б щ и м н а и б о л ь ш и м д е л и т е л е м чисел a и b и обозначается так:

$$d_k = D(a, b). \quad (13)$$

Аналогичным образом можно дать определение для общего наибольшего делителя и для большего количества чисел. Если имеется несколько чисел a, b, c, \dots ; то можно найти такие числа, к-рые будут кратными всех данных чисел; такие числа называются о б щ и м и к р а т н ы м и, причем наименьшее из них называется н а и м е н ь ш и м о б щ и м к р а т н ы м и о б о з н а ч а е т с я символически:

$$m(a, b, c, \dots).$$

Особенно важное значение имеет в Т. ч. м о д у л ь, под к-рым подразумевают совокупность чисел, к-рая обладает тем свойством, что сумма или разность любых двух чисел этой совокупности принадлежит к той же совокупности. Так, ряд всех четных чисел

$$\dots -6, -4, -2, 0, +2, +4, +6, \dots (14)$$

представляет собой модуль, т. к. сумма или разность любых двух чисел этого ряда дает опять четное число, т. е. число, принадлежащее к тому же ряду. Из определения понятия мо-

для легко прийти к следующим выводам: 1) всякий модуль содержит число 0; 2) всякий модуль содержит как положительные, так и отрицательные числа; 3) всякий модуль состоит из совокупности чисел, кратных наименьшего положительного числа модуля. Последнее число часто также называют модулем.

Свойства модуля имеют непосредственное применение при нахождении общего наибольшего делителя чисел. Пусть имеются два числа a и b ; рассмотрим совокупность чисел $ax + by$, где x и y — независимые друг от друга числа, принимающие всевозможные целые значения. Нетрудно видеть, что в рассматриваемую совокупность входят числа: 0 (при $x = y = 0$), a (при $x = 1$; $y = 0$) и b (при $x = 0$; $y = 1$). Возьмем два числа из этой совокупности:

$$ax_1 + by_1 \text{ и } ax_2 + by_2.$$

Взяв сумму или разность их, имеем:

$$(ax_1 + by_1) \pm (ax_2 + by_2) = a(x_1 \pm x_2) + b(y_1 \pm y_2), \quad (15)$$

т. е. получаем число, принадлежащее к той же совокупности, т. к. это есть число вида $ax + by$, при $x = x_1 \pm x_2$ и $y = y_1 \pm y_2$. Следовательно рассматриваемая совокупность чисел есть модуль, а поэтому на основании вышеприведенного 3-го свойства модуля она эквивалентна совокупности кратных наименьшего положительного числа n модуля. Применяя для эквивалентности знак \sim , можно написать:

$$ax + by \sim nz, \quad (16)$$

где z — число, принимающее всевозможные целые значения. Допустим, что

$$D(a, b) = d. \quad (17)$$

Т. к. по вышесказанному a и b принадлежат к модулю (16), то они делятся на n , т. е. n — их общий делитель, а т. к. d — их наибольший общий делитель, то

$$d \geq n. \quad (18)$$

Но n есть число данного модуля, т. ч.

$$n = ax' + by', \quad (19)$$

где x' , y' — нек-рые значения x и y . Т. к. a и b делятся на d , то и n должно делиться на d , следовательно

$$n \geq d. \quad (20)$$

Из (18) и (20) следует, что

$$n = d, \quad (21)$$

т. е. что наименьшее положительное число модуля $ax + by$ есть общий наибольший делитель чисел a и b :

$$ax + by \sim D(a, b) \cdot n. \quad (22)$$

Отсюда можно сделать и обратный вывод: если $D(a, b) = d$, то можно подобрать таких два целых числа x' , y' , при к-рых

$$ax' + by' = d. \quad (23)$$

Пусть далее имеем какой-нибудь общий делитель δ чисел a и b :

$$a = \delta n_1; \quad b = \delta n_2. \quad (24)$$

Подставляя (24) в (23), имеем:

$$\delta(n_1 x' + n_2 y') = d, \quad (25)$$

т. е. d есть также делитель и для δ . Таким образом всякий общий делитель есть также делитель и для общего наибольшего делителя. Если $D(a, b) = 1$, то других общих делителей a и b не имеют; в этом случае они называются взаимно простыми.

На основе приведенного выше можно легко доказать нижеследующие положения: 1) част-

ные от деления двух чисел на их общего наибольшего делителя суть числа взаимно простые; 2) если два числа взаимно простые с третьим, то и их произведение есть число взаимно простое с третьим; 3) если имеются два ряда попарно взаимно простых чисел, то произведение всех чисел 1-го ряда есть число взаимно простое с произведением всех чисел 2-го ряда.

Числа, имеющие собственных делителей, м. б. представлены в виде произведения этих делителей, поэтому они называются также разложимыми, или составными, числами в отличие от неразложимых, или простых, или первоначальных, чисел, имеющих только несобственных делителей. Всякое составное число м. б. разложено на первоначальных множителей, т. е. представлено в виде произведения последних. Т. к. нек-рые из простых делителей или множителей могут повторяться при разложении, то всякое составное число м. б. представлено в виде

$$n = a^\alpha b^\beta c^\gamma d^\delta \dots, \quad (26)$$

где a, b, c, \dots — числа простые, а $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ — целые положительные числа, причем нек-рые из них могут равняться 1. Множители, не повторяющиеся, называются первичными. Очевидно, что все делители числа n будут содержаться в ф-ле

$$\delta = a^\alpha b^\beta c^\gamma \dots l^\lambda. \quad (27)$$

Нетрудно установить, что число q всех делителей числа n будет равно

$$q = (\alpha + 1)(\beta + 1)(\gamma + 1) \dots (\lambda + 1). \quad (28)$$

Число q зависит очевидно от числа n :

$$q = q(n). \quad (29)$$

Признаков, на основании к-рых можно было бы непосредственно судить о том, есть ли данное число простое или составное, до настоящего времени не установлено, т. ч. распознать в этом отношении характер данного числа можно только последовательным делением его на простые числа. Точно так же несмотря на многочисленные попытки не установлен и закон распределения простых чисел в ряде натуральных чисел. В Т. ч. помимо ф-ии $q(n)$ рассматривается еще и целый ряд других ф-ий. Так, рассматриваются: сумма всех делителей числа n , символически обозначаемая $f(n)$; число чисел взаимно простых с n и не превосходящих n , каковая ф-ия обозначается через $\varphi(n)$ — т. н. ф-ия Гаусса; ф-ия, представляющая собой число первоначальных чисел, содержащихся между 1 и n , и обозначаемая через $\Pi(n)$, и т. п. Все эти ф-ии представляют собой пример чисел оных функций, т. е. ф-ий, оперирующих с понятиями Т. ч.

Особенно крупную роль в Т. ч. играет распределение чисел по классам относительно данного модуля, причем под этим термином подразумевается следующее. Пусть имеется какой-нибудь модуль

$$\text{Mod}(n) \sim nz$$

и два каких-нибудь числа a и b . Если разность чисел $a - b$ принадлежит к рассматриваемому модулю, то говорят, что они принадлежат к одному и тому же классу относительно данного модуля или что они сравнимы по данному модулю. Так, числа 17 и 13 сравнимы по модулю, представленному рядом (14). В этом случае для a и b применяется символ

$$a \equiv b \pmod{n}. \quad (30)$$

Последнее выражение называется сравнением по модулю n . Можно доказать, что два числа сравнимы по модулю n , если при делении на n они дают равные остатки, напр. числа 27 и 17 сравнимы по модулю 5, т. к. $(27-17) = 10 = 2 \cdot 5$, при этом и то и другое число при делении на $n = 5$ дают равные остатки. Если имеется число a , то всякое другое число b того же класса по модулю n называется вычетом числа a по модулю n . Так, для числа 18 при модуле 5 наименьший положительный вычет будет +3, а наименьший отрицательный вычет будет -2. Какое-либо из чисел класса по данному модулю называется представителем класса. Система, состоящая из представителей всех классов по данному модулю, называется полной системой вычетов. Так, при модуле $n = 8$ полная система вычетов будет: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, причем 1, 3, 5, 7 будут с модулем 8 числа взаимно простые. Такие числа называются единицами по модулю n , а совокупность всех единиц по данному модулю — приведенной системой вычетов.

Нетрудно доказать следующие положения.

1) Два числа, сравнимые порознь с третьим по одному и тому же модулю, сравнимы между собой по тому же модулю, что можно символически представить в виде:

$$\frac{a \equiv c; b \equiv c}{a \equiv b} \pmod{n}. \quad (31)$$

2) Сравнения по одному и тому же модулю можно почленно складывать и вычитать:

$$\frac{a \equiv b; c \equiv d}{(a \pm c) \equiv (b \pm d)} \pmod{n}. \quad (32)$$

3) Сравнения можно почленно перемножать:

$$\frac{a \equiv b; c \equiv d}{ac \equiv bd} \pmod{n}. \quad (33)$$

Из сказанного видна аналогия, существующая между сравнениями и ур-иями. Идя по пути аналогии и дальше, т. ч. рассматривает сравнения, содержащие неизвестные x, y, z, \dots , и отыскивает целые значения неизвестных, удовлетворяющие данным сравнениям. Таким образом рассматриваются сравнения с одним неизвестным, с двумя, тремя неизвестными, сравнения 2-й степени, высших степеней, показательные сравнения и т. п.

Помимо области целых чисел т. ч. рассматривает еще более обширную область, в к-рой первая является как бы лишь частным случаем, а именно: область, элементами к-рой являются всевозможные многочлены вида

$$f(x) = a_m x^m + a_{m-1} x^{m-1} + \dots + a_2 x^2 + a_1 x + a_0, \quad (34)$$

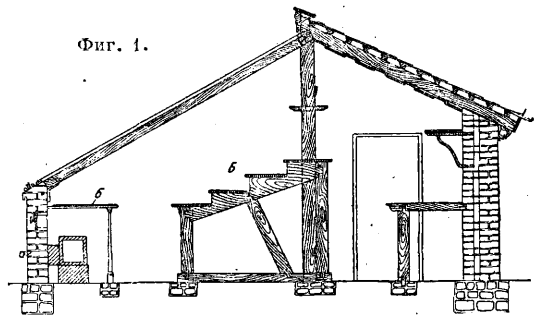
причем $a_m, a_{m-1}, \dots, a_1, a_0$ — целые числа, а x рассматривается не как переменное, принимающее различные значения, а как некий символ, показатели степени к-рого указывают лишь на порядок чисел a_m, a_{m-1}, \dots . Т. о. многочлен (34) представляет собой в т. ч. символ определенной совокупности группы упорядоченных чисел. В области многочленов-символов вида (34) т. ч. устанавливает правила и зависимости, аналогичные правилам и зависимостям, существующим в области целых чисел.

Лит.: Чебышев П., Теория сравнений, СПб, 1879; Успенский Я., Некоторые приложения непрерывных параметров в теории чисел, СПб, 1910; Граев Д., Элементарный курс теории чисел, Киев, 1913; Егоров Д., Элементы теории чисел, М.—П., 1923; Fuetter R., Synthetische Zahlentheorie, Berlin, 1921; Pringsheim A., Vorlesungen über Zahlentheorie, Berlin, 1921.

М. Серебряников.

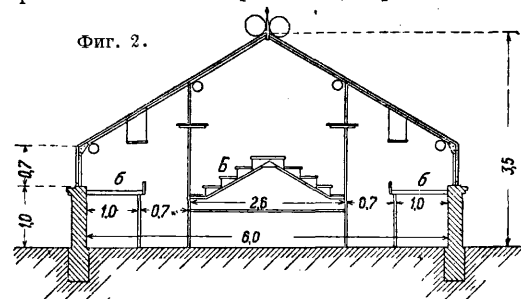
ТЕПЛИЦЫ, ПАРНИКИ И ОРАНЖЕРЕИ. Теплицы служат для защиты растений от зимнего холода, что необходимо как для выращивания культурных растений, так и для самого

Фиг. 1.



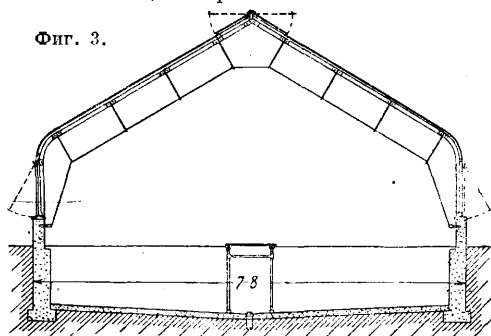
произрастания иных из них в условиях чуждой им почвы и климата (напр. тропич. растений). Таковы теплицы выгоночные, к числу к-рых относятся парники, и разводоч-

Фиг. 2.



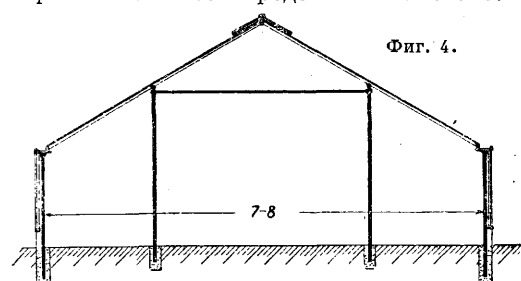
ные. Теплицы для экзотич. растений называются оранжереями. Для лучшего освещения теплиц их располагают относительно

Фиг. 3.



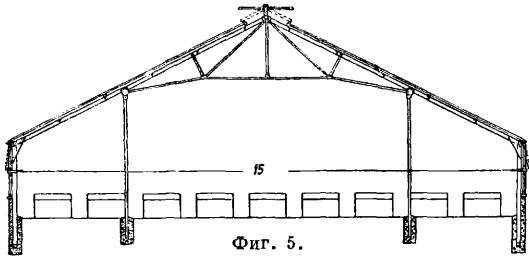
стран света так, чтобы односкатные имели скат, обращенный на Ю. или Ю.-Ю.-В., а двускатные направлялись своей продольной осью с С. на

Фиг. 4.



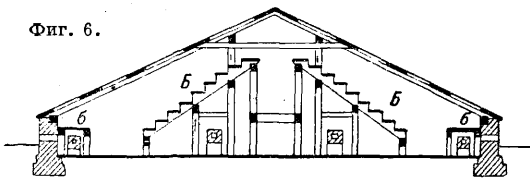
Ю. (фиг. 1—6). С Ю. теплица не должна ничем затемняться, а с С. ее защищают от холодных ветров постройками, высокими заборами, древесными насаждениями. Грунт под теплицей

д. б. сухим, т. к. для утепления пол теплиц иногда углубляют в землю на 0,5—0,7 м. Вокруг теплицы делают водосборные кюветы и мощный отлив шириною в 1 м. При постановке нескольких теплиц рядом для них предпочи-



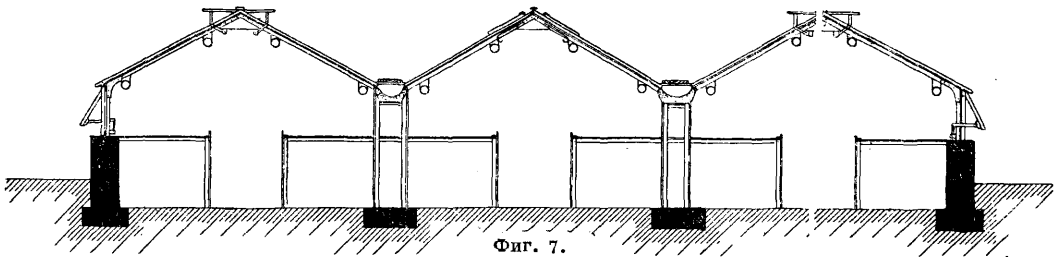
Фиг. 5.

тают двускатную форму, причем всего выгоднее покрывать всю их группу зубчатой общей кровлей (фиг. 7). Этим достигается экономия во внешних стенах и сильное сокращение их охлаждающего действия. В настоящее время с применением бесстолбных железных конструкций (фиг. 3) по этому принципу делают теплицы



Фиг. 6.

очень обширные (до 12—15 элементов), перекрывающие громадные площади (0,5—1 га), для посадок растений и гл. обр. овощей пря-



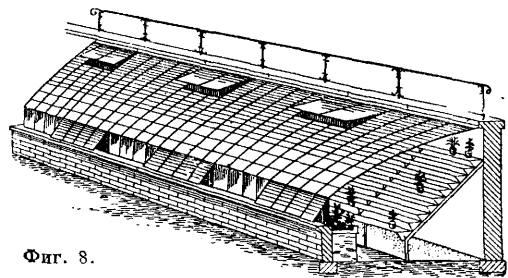
Фиг. 7.

мо в грунт. Планы теплиц имеют обычно прямоугольную форму шириной 3—6 м при односкатном типе и 4—20 м при двускатном. Длина тепличного здания берется в 2—4 его ширины в зависимости от отопления; при отоплении боронами она не должна превышать 8—12 м, а при водяном 50 м. Иногда теплицы делают в виде пристроек к жилым зданиям, придавая им характер зимних садов, а небольшие (5×10—6×12 м) железные ставят на плоских крышах многоэтажных зданий. Внутренняя высота теплиц под скатами: в небольших теплицах ок. 1 м, а в обширных двускатных у стен в $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{8}$ ширины здания, смотря по размеру теплицы, в коньке—в зависимости от угла наклона кровли, но не свыше 6 м. Лишь в теплицах для очень высоких тропич. растений высота берется в соответствии с их ростом так, чтобы верхнее застекление отстояло от их верхушек не менее как на 0,5 м во избежание холода и солнечных ожогов от пузырьков стекол. Поперечное сечение теплиц имеет один из видов, изображенных на фиг. 1—5. Простейший односкатный тип (фиг. 1) делается иногда с задним служебным помещением (простенком),

полезным также для защиты от охлаждения входом. Теперь чаще выделяют вспомогательные работы в отдельную постройку. Передняя низкая стенка а односкатной теплицы называется ю ж н о й, а вообще ее правильнее называть п о д с к а т н о й. При водяном отоплении теплицы получают односкатную или, чаще, двускатную форму (фиг. 2—5), выполняемую всего лучше из железа, хотя возможны и деревянные (фиг. 6) с шириной не свыше 10 м. Железные двускатные теплицы бывают без столбов (фиг. 3) и особенно пригодны для упомянутых выше громадных грунтовых теплиц, составленных по принципу, указанному на фиг. 7. Пролеты бесстолбных теплиц бывают 4—8 м. При больших пролетах, 6—24 м, уже делают теплицы со столбами (фиг. 4 и 5), выполняемыми в США из железных трубок толщиной в различных частях пролета 3,5—6 см. В некоторых современных железных теплицах стенки делают не вертикальными, а под углом в 60° к горизонту, для лучшего освещения. Кроме того большие теплицы получают часто среднюю часть (между двумя крыльями) более обширную и высокую, перекрываемую застекленным куполом; встречаются железные теплицы и с криволинейным покрытием (фиг. 8).

Растения размещаются в теплицах на столах, скамейках б (фиг. 1, 2), ступенчатых стеллажах В (фиг. 1, 2, 6), подвесных полках (фиг. 2), в искусственных грядах и прямо в грунте. Для водяных растений устраивают б а с е й н ы. Столы или скамейки шириной около 1 м и высотой 0,6—0,8 м ставят в малых теплицах вдоль подскатной стенки или рядами (фиг. 5), причем в первом случае между столом и стеллажем (фиг. 1) оставляют проход

в 0,7 м, а между столами (шириной 1—1,5 м) больших теплиц—ок. 0,6 м и даже (США) 0,5 м. Столы обивают цинком, обделывают плитками (фиг. 9) или снабжают неглубокими (15 см) посадочными ящиками (фиг. 5). Имеют подобные размеры стеллажи, показанные на фиг. 1;

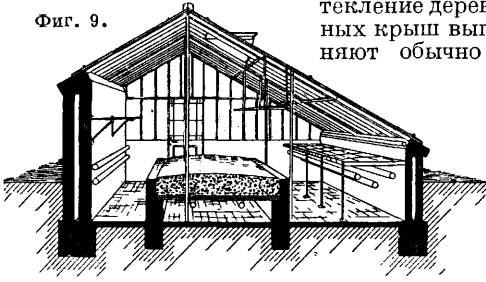


Фиг. 8.

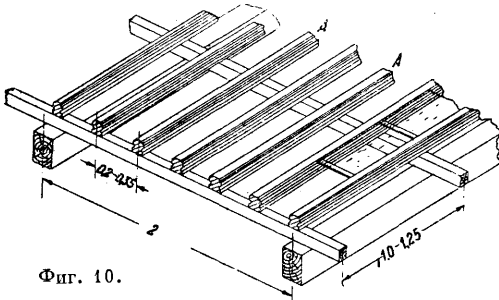
подвесные полки (фиг. 2)—ширину в 0,4—0,45 м; искусственные гряды (фиг. 9) ок. 2 м и места для грунтовых посадок около 1,5 м. Последний способ содержания растений применяют для плодовых растений (персиков, абрикосов, винограда и пр.), для поддержания к-рых упо-

требляются или шпалерные решетки или провололочные натяжки под более крутой кровлей (40°). Застекления делают в крышах теплиц (фиг. 1 и 6), но часто еще и в стенах (фиг. 2—5). Застекление деревянных крыш выполняют обычно по

Фиг. 9.



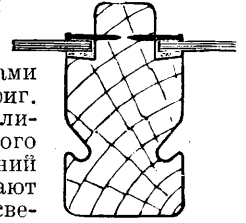
шпилькам между деревянными стропилами А, размещаемыми на взаимном расстоянии 1,5—2 м (фиг. 10), а железные переплеты—по общим приемам такого рода промышленных застеклений. Застекленные крыши и стены теплиц, а равно внутренние столбы конструируются по возможности тонко во избежание затенений. Стекло применяется по возможности белое, без пузырьков, могущих действовать как зажигательные стекла и ожогами портить растения. Толщина стекл 2,5—6 мм, причем



Фиг. 10.

чаще всего употребляют стекла в 3—4 мм для крыши и 2—2,5 мм для стен. Стекла ставятся между шпильками с взаимным расстоянием (ширина стекла) при обычных стеклах в 15—30 см; при употреблении специальных тепличных стекол ширина эта в железных конструкциях доходит до 70 см. Длина стекол берется в 2—4 ширины, достигая иногда 1—2 м при толщине 4—6 мм. В США применяют тепличные стекла размером 25×30—40×60 см. Для стен зимних садов употребляется иногда стеклянный кирпич; он дает много света и декоративен. Вставляют стекла длиной по скату с верхним напуском в 2—5 см без замазки во избежание лишнего затенения, а в железных крышах еще и для сокращения возможности лопанья от термич. изменений железа. В фальцах стекла ставятся на гвоздях и замазке (фиг. 11), а при тяжелых, больших стеклах поперечные напуски удерживаются скобочками в виде буквы S. Для равномерного освещения полезны стекла рубчатые, вставляемые вниз рубчатой стороной. На лето стекла забеливаются или затеняются шторами. Затенение и зимнее утепление стеклянных тепличных кровель накладыванием на них досок, щитов и настланием соломенных или камы-

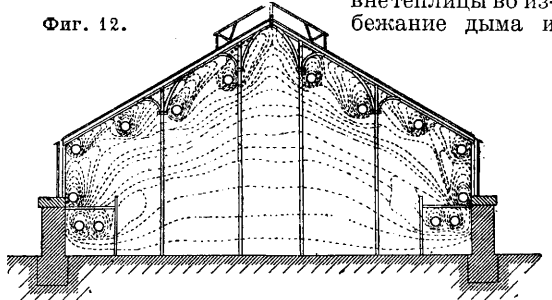
шевых матов (например накатки) в больших теплицах теперь уже не применяют, так как выгоднее возместить этот громоздкий и трудоемкий способ усилением водяного отопления. Вода, получающаяся от потения стенок, отводится желобками вдоль стропил и шпилек (фиг. 11). Желобки м. б. и из листового или мелкого углового железа. Двойных застеклений не делают, т. к. они отнимают много солнечного тепла и света особенно при загрязнении их пылью и копотью.



Фиг. 11.

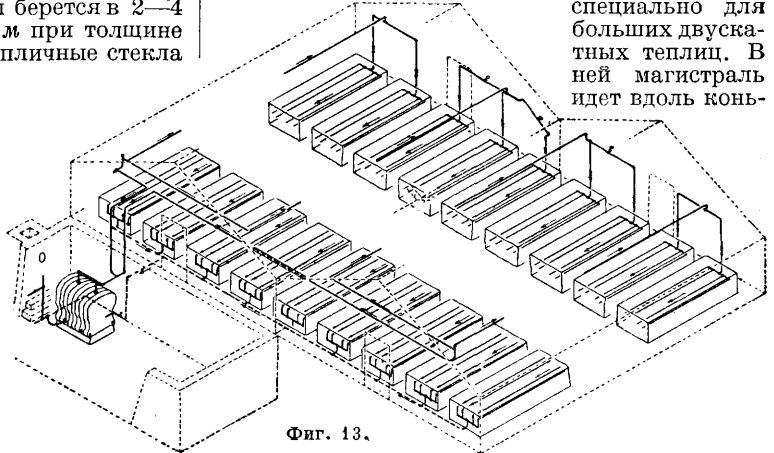
Отопление небольших теплиц длиной не свыше 12 м делается дымоходными кирпичными боровами с размерами 25×25—30×30 см, проходящими под столами и стеллажами (фиг. 1 и 6). Топка их производится из особого помещения вне теплицы во избежание дыма и

Фиг. 12.



угара. Борова длиной не свыше 20 м получают небольшой подъем по направлению к дымовой трубе, вершина к-рой должна возвышаться не менее как на 8 м над колосниками топки; топку вследствие этого приходится углублять в землю. Водяное отопление производится маленькими секционными котлами типа Гёнша, Штрёбеля и пр. (фиг. 12). Отопление должно давать t° 20—25° для выгонки южных растений (томаты, баклажаны, цветы и пр.), 10—15° для северных рассад и всего 3—5° в холодных теплицах для зимнего сохранения растений умеренного климата. Кроме обычной схемы отопления (фиг. 12) существует еще и иная,

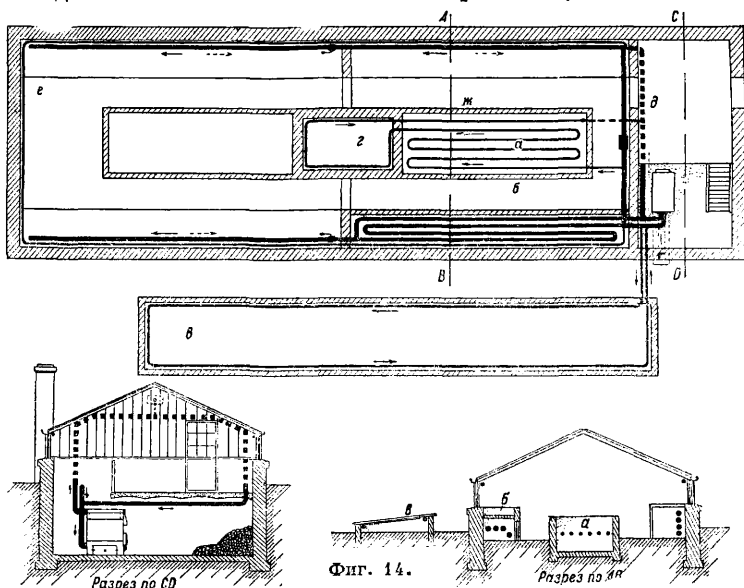
специально для больших двускатных теплиц. В ней магистраль идет вдоль конь-



Фиг. 13.

ка крыши, а от нее спускаются вниз, вдоль стропил, циркуляционные трубы, которые могут рассчитываться еще и так, что они своим сопротивлением до известной степени будут усиливать стропила. Но трубы, идущие горизонтально (фиг. 12), дают равномерное распределение теп-

ла, что хорошо иллюстрируется изотермами этой фигуры, дающими распределение тепла от 25° сверху до 8° у пола при 20° внешней t° . Для поддержания в теплице надлежащей t° д. б. широко применяются вентили. Паровое отопление вообще для теплиц не годится, т. к. дает излишне большую t° вблизи труб, а главное обладает малой теплоемкостью. На фиг. 13



Фиг. 14.

приведена одна из схем водяного отопления большой теплицы и на фиг. 14—план и разрез отопления (ож) теплицы: а—грунтовая посадка на искусственной гряде б, парник в и поливной резервуар г, отапливаемое рабочее помещение д и холодная, неотопливаемая теплица е.

Вентиляция чаще всего производится откидными форточками в стенах или крыше (фиг. 3 и 5). Такая вентиляция проста, но опасна в смысле возможности выстуживания растений, что предотвращается направлением холодного воздуха вверх по обычному приему внутренне откидывания форточек и защитными боковыми их крыльями. Некоторые считают, что лучше подводить внешний воздух снизу, пропуская его под стол, мимо бортов или труб отопления. В односкатных теплицах воздушные отверстия бывают в задней стене и открываются на любую величину винтовым механизмом. Вообще лучше, если форточки или отдушины открываются и закрываются все сразу в ряду, при помощи напр. бесконечной цепи или червячной передачи. Вентиляция с побудительной вытяжкой слишком сложна и ее трудно сделать равномерной на всем протяжении теплицы.

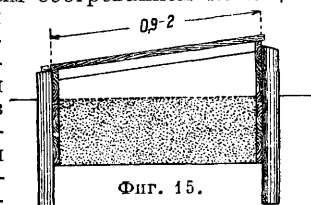
Водоснабжение сводится к устройству поливного резервуара г (фиг. 14) на 300—400 л, куда подается речная или дождевая вода. Вода должна иметь t° теплицы, а потому иногда ее подогревают; для тропич. растений это обязательно. Обычно вода не подогревается, но резервуар для воды помещается подале от застеклений. Очень удобны и красивы круглые бетонные резервуары, помещенные в середине.

Со строительной точки зрения главная задача при постройке теплиц состоит в устройстве их застеклений, к-рые должны конструироваться достаточно прочно, чтобы выносить довольно большой груз стекла, но вместе с тем по возможности тонко, чтобы не затенять теплицы. В этом

отношении всего лучше конструкции железные, опирающиеся на железные же столбы, особенно на железные трубчатые, размещаемые в взаимном расстоянии в 3—4 м. Железобетонные конструкции не годятся, так как их трудно сделать настолько тонкими, чтобы не было излишнего затенения. Подкатные и задние стенки односкатных теплиц выкладывают в $1\frac{1}{2}$ —2 кирпича или делают их из бетона (30—40 см) или пустотелыми (фиг. 10), особенно пригодными в теплицах с полом ниже уровня земли (в настоящее время делаются редко). Дерево (сосна или лиственница) идет на стропила в виде 7-см досок на ребро и на шпильки с размером 3,5×4,5—3,5×5 см. Пол часто совсем отсутствует, но лучше его делать в виде толстой насыпки гравия, а под столами и стеллажами—из отсеянного шлака. Проходы лучше выстилать кирпичом, плитняком или плитками. Асфальта и бетона следует избегать, так как они не впитывают проливаемую на пол воду, а бетон, снашиваясь, пылит. Все внутренние владки (подкатные стенки, базы столбов и пр.) д. б. гладко оштукатурены цементом. Деревянные и железные части шпаклюют и красят масляной светлой краской.

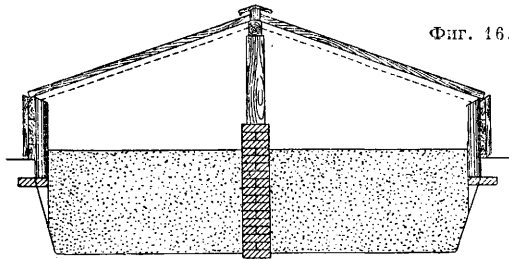
Парники располагают так, чтобы их скаты под углом в 5—10° к горизонту были обращены прямо на Ю., и лучше, если туда же будет направлен и скат местности. С С. парники д. б. защищены зданиями, древесными насаждениями или забором, к-рым полезно обнести и все парниковое место для защиты от ветра и посторонних вторжений. Т. к. обыкновенные парники нижней своей частью, набиваемой навозом, погружаются в землю на глубину до 0,7 м, то грунт под ними д. б. сухой и, лучше всего, черноземный, а затем—глинистый (песчаный грунт неподходящ). В очень крупных парниковых хозяйствах примитивное нагревание парниковой земли навозом теперь уже заменяется специальным обогреванием помощью

водяного отопления (фиг. 14), что в связи с постройкой обширных теплиц для посадки растений в грунт открывает широкие перспективы выгонки и культивирования напр. овощей большими массами независимо от местных климатических условий. На избранном месте парники размещают рядами, причем в каждом ряду делают разрывы (дорожки) шириной 0,5—0,7 м через каждые 4—8 рам, а между рядами оставляют широкие (2 м) проезды. Разрывы простых парников показаны на фиг. 15; на фиг. 16—каменный парник двойной, особенно применимый при оттапливании. Основным элементом парника является рама с нормальным размером ок. 1 м в ширину при длине 1—2 м (ширина парника). На каждом парниковом ящике кладут 2—4 рамы, а отдельный парник составляется из примкнутых друг к другу ящиков и получает длину чаще всего в



Фиг. 15.

8 рам, но иногда и до 20. Ящики не делают выше 4 рам, так как при большем размере делается уже затруднительным их поднимание при



Фиг. 16.

установке и ремонте. Рамы вяжут из 6—7-см досок со шпильками (4—5 см) по 4—5 шпилек на раму. Стекла берут толщиной в 2,5—3 мм полубелые без пузырьков и укрепляют в фальцах рам замазкой на проволоке, получая верхний напуск 1—1,5 см. Рамы красят масляной краской или же только олифят. От холода парники прикрывают рогожами, а лучше — соломенными или камышевыми матами толщиной 2—3 см и шире парника на 15—20 см (в 4—5 шпурков). Простые не обогреваемые парники навешивают сперва конским навозом, а затем в надлежащее время насыпают землю для посадок с расчетом на глубину корней и на известное расстояние выгонок от застекления во избежание солнечных ожогов.

Лит.: Муравкин Ю., Практич. парниковое орождение, М.—Л., 1929; Прейс П., Постройки сельскохозяйственного значения, М.—Л., 1927; Страхов П., Сельскохозяйственная архитектура, 4 изд., М.—Л., 1930; Штейнберг П., Деловые теплицы, как ихстроить домашними средствами, Л., 1925; Engel-Norsk, Handbuch des Landwirtschaftlichen Bauwesens, 11 Aufl., В., 1923; Burnham, Some Greenhouses We Have Built in the United States a. Canada, N. Y., 1929. П. Страхов.

ТЕПЛОВАЯ ИНЕРЦИЯ, теплоустойчивость, свойство всякого тела сохранять постоянную свою t° , если оно не будет выведено из этого состояния t° -ным воздействием окружающей среды или какого-либо другого вида энергии, переходящей в тепловую. При этом роль силы играет количество тепла, роль скорости — t° и роль массы — объемная теплоемкость. Отсюда следует: 1) при перенесении тела в среду с постоянной t° оно не принимает ее мгновенно, но асимптотически приближается к ней; 2) при колеблющейся t° среды будет колебаться и t° тела, но с меньшей амплитудой. Первая проблема является хорошо изученной под названием теории остывания; вторая является еще недостаточно разработанной и преимущественно называется в технич. литературе теплоустойчивостью тела.

Ряд основных вопросов жилищного строительства тесным образом связан с теорией теплоустойчивости. Одним из главных требований, предъявляемых к жилищу, является сохранение в нем б. или м. постоянных t° независимо от сильных колебаний наружных t° и неравномерного притока тепла от отопительных устройств. Старое строительство, применявшее толстые теплоемкие или нетеплопроводные стены, могло не считаться с этой проблемой. Новое строительство при применении тонких нетеплоемких конструкций должно тщательно учитывать теплоустойчивость здания для определения характера и режима обслуживающих их отопительных устройств. Особенно резко значение теплоустойчивости зданий можно наблюдать на временных построй-

ках типа барачков. Если эти здания будут отапливаться нетеплоемкими железными печами, притом с перерывами на ночь, то при сильных морозах, несмотря на высокие дневные t° внутри помещения, за ночь здание успеет так охладиться, что его t° в некоторых случаях доходит до 0° . Это явление может устраниться либо соответствующим режимом отопления, напр. непрерывной топкой, либо установкой теплоемких отопительных устройств, дающих сравнительно равномерную подачу тепла. Таким образом в применении к жилищному строительству проблема теплоустойчивости м. б. формулирована сл. обр. Дано помещение, ограниченное вполне определенными наружными и внутренними поверхностями ограждений; требуется определить зависимость между колебаниями наружной t° , внутренней t° и притоком тепла от отопления. Введем обозначения: z — время, z_0 — период колебания притока тепла и наружных t° (обычно можно принять $z_0 = 24$ час.; для некоторых проблем принимаются другие периоды), $x^{(m)}$ — расстояние от наружной поверхности, $x_{(k)}^{(m)}$ — расстояние от наружной поверхности k -го слоя m -го ограждения, $t_i(z)$ — темп-ра внутреннего воздуха, t_e — средняя темп-ра внутреннего воздуха

$$t_i = \frac{1}{z_0} \int_0^{z_0} t_i(z) dz,$$

$t_e(z)$ — темп-ра наружного воздуха, t_e — средняя темп-ра наружного воздуха, $t^{(m)}(x, z)$ — темп-ра внутри m -го ограждения, $t^{(m)}(x)$ — средняя темп-ра внутри m -го ограждения, $l^{(m)}$ — толщина m -го ограждения, Δ_k — толщина k -го слоя, $F^{(m)}$ — поверхность m -го ограждения, F — об-

щая поверхность ограждений ($F = \sum_{m=1}^M F^{(m)}$), F_s — поверхность отопительного устройства, c или $c^{(m)}$ — объемная теплоемкость, λ или $\lambda_{(x)}^{(m)}$ — теплопроводность, K или $K^{(m)}$ — общая теплопроводность, $w_{(x, z)}^{(m)}$ — поток тепла через 1 м^2 m -го ограждения, $w_{(x)}^{(m)}$ — средний поток тепла через 1 м^2 m -го ограждения, $w_s(z)$ — выделение тепла 1 м^2 отопительного устройства [не учитывая теплоемкость обстановки, $F_s w_s(z) = \sum F^{(m)} w^{(m)}(l^{(m)}, z)$], w_s — среднее выделение тепла 1 м^2 отопительного устройства, α_e — коэф. тепловосприятости, α_e — коэф. теплоотдачи, T — амплитуда колебания t° , W — амплитуда колебания w , τ — фаза t , β — фаза w . В дальнейшем фини $t_i(z)$, $t_e(z)$ и $w_s(z)$ будут считаться периодическими с периодом z_0 .

С математич. точки зрения проблема теплоустойчивости сводится к решению системы ур-ий:

$$\frac{\partial}{\partial z} t^{(m)}(x, z) = \frac{1}{c^{(m)}} \frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda_{(x)}^{(m)} \frac{\partial}{\partial x} t^{(m)}(x, z) \right], \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} & \left[\lambda_{(x)}^{(m)} \frac{\partial}{\partial x} t^{(m)}(x, z) \right]_{x=l^{(m)}} = \alpha_i [t_i(z) - t^{(m)}(l^{(m)}, z)] \\ & \left[\lambda_{(x)}^{(m)} \frac{\partial}{\partial x} t^{(m)}(x, z) \right]_{x=0} = \alpha_e [t^{(m)}(0, z) - t_e(z)] \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$\frac{\alpha_i}{F_s} [F t_i(z) - \sum_{m=1}^M F^{(m)} t^{(m)}(l^{(m)}, z)] = w_s(z). \quad (3)$$

Из этой системы ур-ий нужно найти зависимость между $t_i(z)$, $t_e(z)$ и $w_s(z)$. Разложим

$t_i(z)$, $t_e(z)$ и $w_s(z)$ в ряды Фурье:

$$t_i(z) = t_i + \sum_{n=1}^{\infty} T_{i,n} \cos \left(n \frac{2\pi}{z_0} z - \tau_{i,n} \right), \quad (4)$$

$$t_e(z) = t_e + \sum_{n=1}^{\infty} T_{e,n} \cos \left(n \frac{2\pi}{z_0} z - \tau_{e,n} \right), \quad (5)$$

$$w_s(z) = w_s + \sum_{n=1}^{\infty} W_{s,n} \cos \left(n \frac{2\pi}{z_0} z - \beta_{s,n} \right) \quad (6)$$

и будем искать зависимость между соответственными коэф-тами рядов, т. е. между

$$T_{i,n}, T_{e,n}, W_{s,n}, \tau_{i,n}, \tau_{e,n} \text{ и } \beta_{s,n}.$$

Из дальнейшего будет видно, что если задаться двумя парами коэф-тов с одинаковыми индексами, то третья пара с теми же индексами определяется однозначно. Следовательно коэф-ты с разными индексами не влияют друг на друга. Положим далее

$$t^{(m)}(x, z) = t_1^{(m)}(x, z) + t_2^{(m)}(x, z) \quad (7)$$

и соответственно

$$w_s(z) = w_{1,s}(z) + w_{2,s}(z),$$

причем оба слагаемых удовлетворяют ур-ию (1), а вместо (2) положим:

$$\left. \begin{aligned} \left[\lambda_{(x)}^{(m)} \frac{\partial}{\partial x} t_1^{(m)}(x, z) \right]_{x=l^{(m)}} &= \alpha_i [t_i(z) - t_1^{(m)}(x, z)] \\ \left[\lambda_{(x)}^{(m)} \frac{\partial}{\partial x} t_2^{(m)}(x, z) \right]_{x=l^{(m)}} &= -\alpha_i t_2^{(m)}(x, z) \\ \left[\lambda_{(x)}^{(m)} \frac{\partial}{\partial x} t_1^{(m)}(x, z) \right]_{x=0} &= \alpha_e t_1^{(m)}(0, z) \\ \left[\lambda_{(x)}^{(m)} \frac{\partial}{\partial x} t_2^{(m)}(x, z) \right]_{x=0} &= \alpha_e [t_2^{(m)}(0, z) - t_e(z)] \end{aligned} \right\} (2')$$

Кроме того из (3) и (7) получаем:

$$\frac{\alpha_i}{F_s} \left[F t_i(z) - \sum_{m=1}^M F^{(m)} t_1^{(m)}(l^{(m)}, z) \right] - \frac{\alpha_e}{F_s} \sum_{m=1}^M F^{(m)} t_2^{(m)}(l^{(m)}, z) = w_{1,s}(z) + w_{2,s}(z). \quad (3')$$

Физический смысл каждого из этих двух частных решений следующий: $t_1^{(m)}(x, z)$ является общим интегралом ур-ий (1) и (2) при предположении $t_e(z) = 0$, $t_2^{(m)}(x, z)$ — при предположении $t_i(z) = 0$; каждое из этих двух решений м. б. оц-делено самостоятельно, а общее является их суммой. Т. о. для решения общей задачи достаточно решить серию частных: решить ур-ия (1) и (2') при предположении, что $t_e(z)$ и $t_i(z)$ являются гармонич. ф-иями с периодами $z_0; \frac{z_0}{2}; \frac{z_0}{3}; \dots; \frac{z_0}{n}$. В таком случае $w_s(z)$ определится непосредственно из (3') и (6).

1) Определение $w_{1,s}(z)$. Согласно закону Ньютона мы можем написать

$$w(l^{(m)}, z) = \alpha_i [t_i(z) - t(l^{(m)}, z)]. \quad (8)$$

Полагая все ф-ии, входящие в ур-ие, гармоническими, получаем

$$\begin{aligned} W(l^{(m)}) \cos \left[\frac{2\pi}{z_0} z - \beta(l^{(m)}) \right] &= \\ &= \alpha_i \left[T_i \cos \left(\frac{2\pi}{z_0} z - \tau_i \right) - \right. \\ &\left. - T(l^{(m)}) \cos \left(\frac{2\pi}{z_0} z - \tau(l^{(m)}) \right) \right]. \end{aligned}$$

Обозначив

$$\frac{W(l^{(m)})}{T(l^{(m)})} = S(l^{(m)}) \text{ и } \beta(l^{(m)}) - \tau(l^{(m)}) = \delta(l^{(m)}),$$

получаем

$$\left. \begin{aligned} - \frac{\sin [\tau_i - \tau(l^{(m)})]}{\sin [\tau_i - \tau(l^{(m)})] - \delta(l^{(m)})} &= \frac{S(l^{(m)})}{\alpha_i} \\ W(l^{(m)}) = \alpha_i T_i \frac{\sin [\tau_i - \tau(l^{(m)})]}{\sin \delta(l^{(m)})} \end{aligned} \right\} (9)$$

Из ф-лы (3') получаем

$$\frac{1}{F_s} \sum_{m=1}^M F^{(m)} w[l^{(m)}, z] = w_{1,s}(z).$$

Из ур-ия (9) видим, что $\tau_i - \tau(l^{(m)})$ является ф-ией $\frac{S(l^{(m)})}{\alpha_i}$ и $\delta(l^{(m)})$.

Обозначим

$$\frac{\alpha_i}{S(l^{(m)})} \cdot \frac{\sin [\tau_i - \tau(l^{(m)})]}{\sin \delta(l^{(m)})} = \frac{\sin [\tau_i - \tau(l^{(m)}) - \delta(l^{(m)})]}{\sin \delta(l^{(m)})} =$$

$$= 1 \left[\delta(l^{(m)}), \frac{\tau_i - \tau(l^{(m)})}{\alpha_i} \right] = f_1,$$

$$\frac{\sin [\tau_i - \tau(l^{(m)})]}{\sin \delta(l^{(m)})} = f_2 [\delta(l^{(m)}), \tau_i - \tau(l^{(m)})] = f_2,$$

$$\frac{\sin [\tau_i - \tau(l^{(m)})]}{\sin \delta(l^{(m)})} \cos [\beta(l^{(m)}) - \tau_i] = f_3 [\delta(l^{(m)})],$$

$$\tau_i - \tau(l^{(m)}) = f_4 \frac{\sin [\tau_i - \tau(l^{(m)})]}{\sin \delta(l^{(m)})} \sin [\beta(l^{(m)}) - \tau_i] =$$

$$= f_4 [\delta(l^{(m)}), \tau_i - \tau(l^{(m)})] = f_4.$$

При этих обозначениях мы получаем окончательно

$$T(l^{(m)}) = T_i f_1, \quad (10)$$

$$W(l^{(m)}) = \alpha_i T_i f_2, \quad (11)$$

$$W_{1,s} = \frac{\alpha_i T_i}{F_s}.$$

$$\sqrt{\left(\sum_{m=1}^M F^{(m)} f_3 \right)^2 + \left(\sum_{m=1}^M F^{(m)} f_4 \right)^2}, \quad (12)$$

$$\operatorname{tg} (\beta_{1,s} - \tau_i) = \frac{\sum_{m=1}^M F^{(m)} f_3}{\sum_{m=1}^M F^{(m)} f_4}. \quad (13)$$

Т. о. при известных $\frac{S(l^{(m)})}{\alpha_i}$ и $\delta(l^{(m)})$, пользуясь этими ф-лами, можем по T_i и τ_i получить $w_{1,s}(z)$ и пр. Для удобства пользования этими ф-лами служат табл. 1, 2, 3, 4 и 5.

Итак, наша вспомогательная задача сводится к определению $S(l^{(m)})$ и $\delta(l^{(m)})$ в зависимости от характера рассматриваемого ограждения. Рассмотрим смену, состоящую из нескольких однородных стоев. Внутри каждого слоя коэф-ты $\lambda(x)$ и $c(x)$, входящие в ур-ие (1), постоянны, и для k -го слоя оно преобразуется

$$\frac{\partial}{\partial z} t(x, z) = \frac{\lambda_k}{c_k} \frac{\partial^2}{\partial x^2} t(x, z), \quad (1')$$

вместе с тем на границе k -го слоя должно соблюдаться равенство

$$t(x_k + 0, z) = t(x_k - 0, z); \quad (14)$$

$w(x_k + 0, z) = w(x_k - 0, z)$ или

$$\begin{aligned} \lambda_{k+1} \left[\frac{\partial}{\partial x} t(x, z) \right]_{x=x_k+0} &= \\ &= \lambda_k \left[\frac{\partial}{\partial x} t(x, z) \right]_{x=x_k-0}. \end{aligned} \quad (15)$$

Согласно Фурье общий гармонич. интеграл ур-ия (1') имеет вид

$$\begin{aligned} t(x, z) &= A_1 e^{-y} \sin \left(\frac{2\pi}{z_0} z - y + \theta_1 \right) + \\ &+ A_2 e^{+y} \sin \left(\frac{2\pi}{z_0} z + y + \theta_2 \right), \end{aligned} \quad (16)$$

Д И А Г Р А М М А для расчета теплоустойчивости

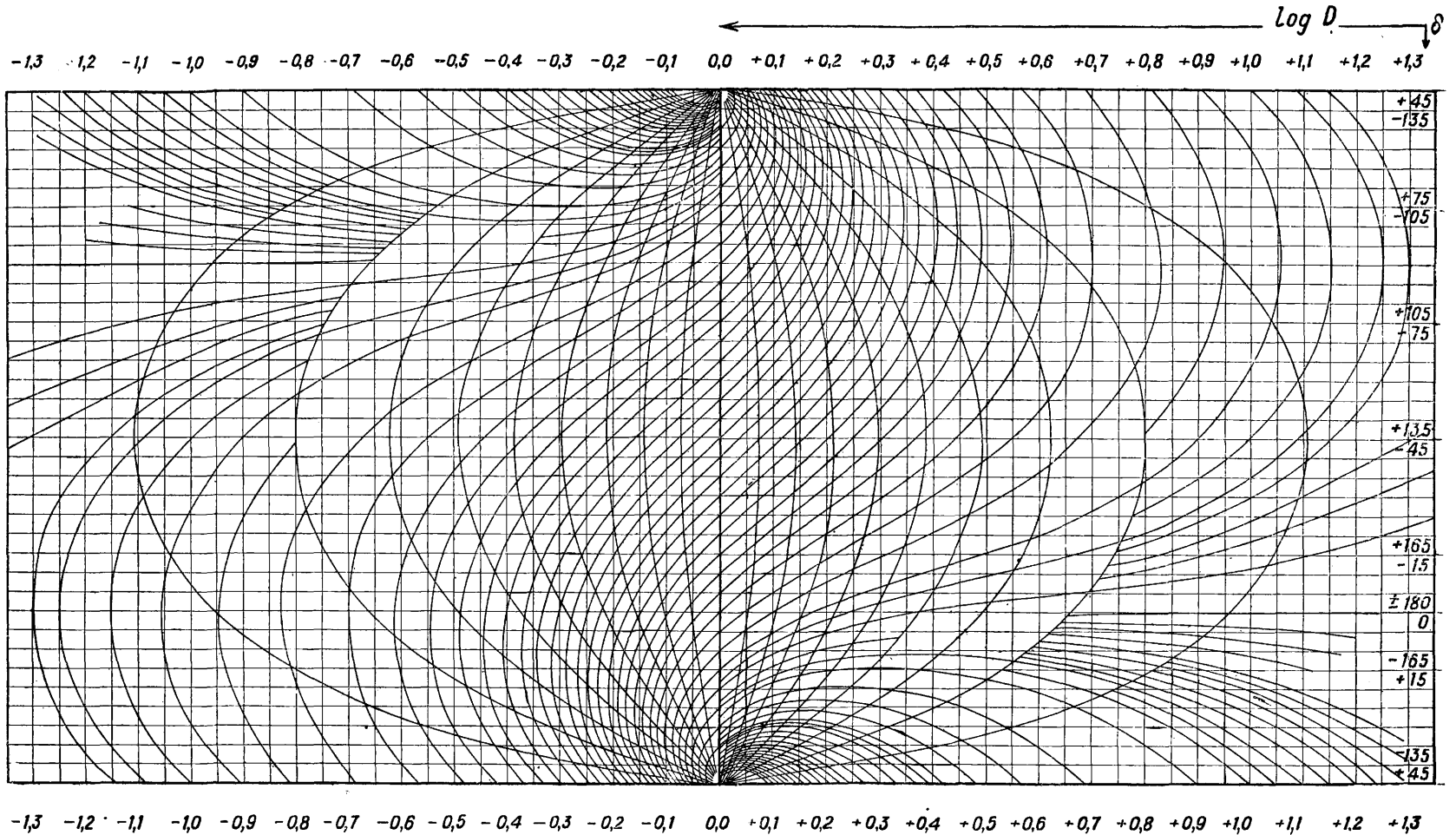


Табл. 6. — Определение $\lg D$ и δ .

| Название материалов | Коэф. теплопроводности λ | Объемная теплоемкость c | Период колебания в час z_0 | Число шагов диаграммы, соответств. 1 см стены | $\lg \sqrt{c\lambda}$ | $\lg D_0$ на наружной поверхности стены | $\lg \frac{S(l^{(m)})}{a_i} - \lg D(l^{(m)})$ |
|--|----------------------------------|---------------------------|------------------------------|---|-----------------------|---|---|
| Бетон литой | 1,00 | 380 | 24 | 0,90 | 1,290 | 0,302 | +0,124 |
| Железобетон набивной | 1,33 | 440 | 24 | 0,84 | 1,384 | 0,208 | +0,218 |
| Шлакобетон набивной в наружных ограждениях | 0,50 | 250 | 24 | 1,03 | 1,048 | 0,544 | -0,118 |
| Дерево поперек волокон в наружном ограждении | 0,15 | 390 | 24 | 2,35 | 0,831 | 0,708 | -0,282 |
| То же во внутренних конструкциях | 0,12 | 390 | 24 | 2,65 | 0,835 | 0,757 | -0,331 |
| Кирпичная кладка | 0,70 | 357 | 24 | 1,04 | 1,154 | 0,393 | -0,033 |
| Горючие плиты, смазываемые | 0,07 | 200 | 24 | 2,46 | 0,573 | 1,019 | -0,593 |
| То же, несмазываемые | 0,05 | 175 | 24 | 2,49 | 0,511 | 1,081 | -0,655 |
| Обыкновенная известковая штукатурка на внешней поверхности | 0,75 | 320 | 24 | 0,95 | 1,190 | 0,402 | +0,024 |
| То же на внутренней поверхности | 0,80 | 320 | 24 | 1,03 | 1,142 | 0,450 | -0,021 |

труда; из ф-л (14) и (15) заключаем, что

$$S(x_k + 0) = S(x_k - 0), \\ \delta(x_k + 0) = \delta(x_k - 0),$$

следовательно

$$\sqrt{\frac{2\pi c_k \lambda_k}{z_0}} D(x_k - 0) = \sqrt{\frac{2\pi c_{k+1} \lambda_{k+1}}{z_0}} D(x_k + 0)$$

или

$$\lg D(x_k + 0) = D(x_k - 0) + \lg \sqrt{c_k \lambda_k} - \\ - \lg \sqrt{c_{k+1} \lambda_{k+1}}.$$

Т. о. для перехода от конца k -го к началу $(k+1)$ -го слоя нужно сохранить значение абсциссы и продвинуться по вертикали на отрезок (табл. 6):

$$\lg \sqrt{c_k \lambda_k} - \lg \sqrt{c_{k+1} \lambda_{k+1}}.$$

Для определения $D(0)$ и $\delta(0)$ воспользуемся вторым ур-ием (2). Из него следует, что

$$w_1(0, z) = a_e t_1(0, z).$$

Отсюда заключаем, что

$$S(0) = a_e \text{ и } \delta(0) = 0.$$

Следовательно (табл. 6)

$$\lg D(0) = \lg \frac{a_e}{\sqrt{\frac{2\pi c_1 \lambda_1}{z_0}}}. \quad (24)$$

Т. о. по значениям на наружной поверхности стены $\lg D$ и δ мы можем, переходя от слоя к слою по диаграмме фиг. 1, определить эти величины и на внутренней поверхности стены,

затем, прибавляя к $\lg D(l^{(m)}) \lg \frac{\sqrt{\frac{2\pi c_l \lambda_l}{z_0}}}{a_i}$, мы получаем $\lg \frac{S_l(l^{(m)})}{a_i}$ и по табл. 1, 2, 3, 4 и 5 определяем все нужные нам величины.

2) Определение $w_{2,s}(z)$ и $t_2(l_3 z)$. Для определения $w_{2,s}(z)$ мы не можем воспользоваться приведенными выше таблицами, т. к. по первому условию (2')

$$\frac{S(l^{(m)})}{a_i} = 1 \text{ и } \delta(l^{(m)}) = 0. \quad (25)$$

Однако, пользуясь нашей диаграммой, мы можем подобно предыдущему случаю от внутренней поверхности перейти к значению этих ве-

личин на наружной и затем по таблицам определить $T(0)$ и $\tau(0)$, причем в ф-лах (10), (11), (12) и (13) индекс i нужно заменить через e . Т. о. для решения второй вспомогательной задачи мы по $D(0)$, $\delta(0)$, $T(0)$ и $\tau(0)$ должны определить две последние из этих величин на внутренней поверхности стены. Для этого достаточно определить в ф-ле (19) неизвестные величины: значения $\frac{T_y}{T_0}$ и $\tau_y - \tau_0$ как ф-ии D_0 и δ_0 и y . Эту задачу можно решить также графич. методом: положим для $\delta_0 = 45^\circ$ $\tau_0 = 0$. Давая различные значения $\lg D_0$ и y , мы будем получать различные значения $\lg D_y$, δ_y и τ_y . Каждому значению $\lg D_y$ и δ_y соответствует на плоскости определенная точка; следовательно каждой точке соответствует значение τ_y ; соединим точки, соответствующие равным значениям τ_y , новой серией кривых; аналогично поступим для $\lg \frac{T_y}{T_0}$: положим для $\lg D_0 = 0$ и $\lg T_0 = 0$ и, давая различные значения δ_0 и y , будем получать $\lg D_y$, δ_y и $\lg T_y$, соединяя точки, имеющие координаты $\lg D_y$ и δ_y и соответствующие равным значениям $\lg T_y$, получим еще одну серию кривых. Формулы, определяющие τ_y для $\delta_0 = 45^\circ$ и $\lg T_y$ для $\lg D_0 = 0$, можно получить путем длительных, но не представляющих принципиальных трудностей переделок:

$$\tau_y = \Delta_1 \tau + \Delta_2 \tau,$$

причем

$$\lg \Delta_1 \tau = \text{th } y \text{ tg } y$$

и

$$\lg \Delta_2 \tau = \frac{\sin 2y}{\text{ch } 2y + \cos 2y} \\ 1 + D_0 \frac{\text{sh } 2y}{\text{ch } 2y + \cos 2y}$$

и

$$T_y = \text{ch } 2y + (\text{sh } 2y + \sin 2y) \cos \delta_0 + \\ + (\text{sh } 2y - \sin 2y) \sin \delta_0.$$

При помощи этих кривых и вторая вспомогательная задача решается автоматически. Каждой паре чисел $\lg D$ и δ или каждой точке нашей плоскости соответствуют два новых числа $\lg T$ и τ . Пусть начату k -го слоя соответствуют $\lg D_{k-1}$, δ_{k-1} , $\lg T_{k-1}$ и τ_{k-1} , а концу его — $\lg D_k$, δ_k , $\lg T_k$ и τ_k . Для того чтобы определить, насколько при переходе от

начала к концу слоя изменяется $\lg T$ и τ , достаточно взять

$$\text{и } \left. \begin{aligned} \lg T_k - \lg T_{k-1} \\ \tau_k - \tau_{k-1} \end{aligned} \right\}. \quad (26)$$

Зная T_0 и τ_0 на наружной поверхности стены, мы шаг за шагом по ф-ле (26) можем определить их и на внутренней. Отсюда W ($l^{(m)}$) и β ($l^{(m)}$) получаются по ф-лам:

$$\lg W$$
 ($l^{(m)}$) = $\lg S$ ($l^{(m)}$) + $\lg T$ ($l^{(m)}$)

$$\text{и } \beta$$
 ($l^{(m)}$) = δ ($l^{(m)}$) + τ ($l^{(m)}$).

Но $\lg S$ ($l^{(m)}$) = a_i и δ ($l^{(m)}$) = 0 согласно (25), следовательно

$$\lg W$$
 ($l^{(m)}$) = $\lg a_i$ + $\lg T$ ($l^{(m)}$)

$$\text{и } \beta$$
 ($l^{(m)}$) = τ ($l^{(m)}$).

Т. о. и вторая вспомогательная задача решена. Следовательно решена и общая. Определим напр. T_i , зная из метеорологич. таблиц $t_e(z)$ и из экспериментальных наблюдений над отопительной системой данной конструкции $w_s(z)$. Эту задачу можно решать в следующем порядке: 1) определяем для каждой наружной поверхности ограждения w_2 ($l^{(m)}, z$); 2) определяем $w_{2,s}(z)$ по ф-ле

$$w_{2,s}(z) = \frac{1}{F_s} \sum F^{(m)} w_2(l^{(m)}, z);$$

3) определяем $w_{1,s}(z)$ по ф-ле $w_{1,s}(z) = w_s(z) - w_{2,s}(z)$; 4) определяем $\lg \frac{S_i(l^{(m)})}{a_i}$ и δ_1 ($l^{(m)}$) для каждой поверхности ограждения; 5) определяем f_1, f_2, f_3 и f_4 для каждой поверхности ограждения; 6) определяем T_i из у-рия (12) по ф-ле

$$T_i = \frac{W_{2,s}}{\frac{a_i}{F_s} \sqrt{(\sum F^{(m)} f_3)^2 + (\sum F^{(m)} f_4)^2}}.$$

Практически, ограничиваясь периодами колебания $t_e(z)$ и $w_s(z)$, меньшими или равными 24 час., мы можем считать, что наружные темп-рные волны затухают в толще ограждений, не доходя до внутренней поверхности их для всех ограждений, кроме окон. Для этих последних можно положить, считая их абсолютно нетеплоемкими,

$$w_2(l^{(0)}, z) = K^{(0)} [t_i - t_e(z)];$$

следовательно

$$w_{2,s}(z) = \frac{F^{(0)}}{F_s} K^{(0)} [t_i - t_e(z)].$$

Мы ограничились в этой статье изложением общей теории теплоустойчивости без приведения употребительных практич. ф-л, т. к. все они крайне несовершенны и имеют лишь временный интерес.

Остывание тел. Темп-ра в каждой точке всякого физич. тела, граничащего различными частями своей поверхности со средами, имеющими постоянные, хотя и различные, t° , асимптотически приближается к некоторому пределу, различному для различных точек. Т. о. возникают две задачи: определить для каждой точки тела предел, к которому стремится ее t° , и определить, с какой скоростью t° приближается к этому пределу. Первая из этих задач встречается гл. обр. как вспомогательная для определения теплопередачи через ложные тела; вторая начинает приобретать применение как в вопросах строительной теплотехники, так и во многих производственных процессах. Введем следующие

обозначения: z — время, x, y, u — координаты точек тела (для стены $x=0$ для одной из ее поверхностей), r — радиус, x_k и r_k — расстояния k -го слоя в многослойных телах от поверхности или от центра, t_1, t_2, \dots — темп-ры окружающих сред, $t(x, y, u, z)$ — темп-ра точек тела (если t° не зависит от нек-рых координат, то они не пишутся), $t_0(x, y, u)$ — начальное распределение темп-р, $t(x, y, u)$ — предельное распределение темп-р, w — поток тепла ($w = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n}$), $\lambda(x, y, u)$ — коэф. теплопроводности, $c(x, y, u)$ — коэффициент объемной (вместо c_V) теплоемкости, a_1, a_2, \dots — коэф-ты теплоотдачи (или тепловосприятия), K — число слоев многослойной стенки, X — толщина всей стены, R — общий радиус цилиндра или шара (значения коэффициентов см. *Спр. ТЭ*, т. VII). По методам решения указанные общие задачи распадаются на следующие частные. 1) Установившийся поток тепла через однородную или состоящую из нескольких слоев плоскую, цилиндрич. или сферич. стенку. 2) Остывание однородных или состоящих из нескольких слоев стен цилиндра и шара. 3) Установившийся тепловой поток через однородное тело, ограниченное двумя цилиндрическими поверхностями, основания которых м. б. практически и конформно отображены на две параллельные прямые или концентрич. окружности. 4) Остывание и установившийся поток тепла для произвольных тел однородных или состоящих из нескольких однородных. С математич. точки зрения решение этих задач сводится к нахождению ф-и, к-рая внутри однородных частей тела удовлетворяла ур-ию теплоты, а на границах различных частей и на поверхности тела — следующим пограничным условиям:

$$t(x+dx, y+dy, u+du, z) = t(x-dx, y-dy, u-du, z), \quad (27)$$

$$w(x+dx, y+dy, u+du, z) = w(x-dx, y-dy, u-du, z) \quad (28)$$

при $dx=0, dy=0, du=0$.

Выразим ур-ие (28) в конечных разностях, предположив, что направление dn совпадает с dx ,

$$\lambda_1 \frac{t(x+\Delta_1 x, y, u, z) - t(x, y, u, z)}{\Delta_1 x} = \lambda_2 \frac{t(x, y, u, z) - t(x-\Delta_2 x, y, u, z)}{\Delta_2 x}$$

или

$$t(x, y, u, z) = \frac{\lambda_1 \Delta_2 x}{\lambda_2 \Delta_1 x} t(x+\Delta_1 x, y, u, z) + t(x-\Delta_2 x, y, u, z) \quad (29)$$

$$1 + \frac{\lambda_1 \Delta_2 x}{\lambda_2 \Delta_1 x}$$

и на поверхности тела

$$a_i [t(x, y, u, z) - t_i] = + \lambda(x, y, u) \frac{\partial}{\partial n_i} t(x, y, u, z) \quad (30)$$

для x, y, u , лежащих на поверхности тела. Если направление dn_i совпадает с dx , то ур-ие (30) можно заменить ур-ием в конечных разностях при условии, что Δx не выходит из однородного слоя,

$$a_i [t(x, y, u, z) - t_i] = + \lambda(x, y, u) \frac{t(x+\Delta x, y, u, z) - t(x, y, u, z)}{\Delta x}$$

или

$$t(x, y, u, z) = t_i + \frac{t(x+\Delta x, y, u, z) - t_i}{1 + \frac{a_i \Delta x}{\lambda(x, y, u)}} \quad (31)$$

Общее ур-ие движения тепла имеет вид

$$c \frac{\partial}{\partial z} t = \frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda \frac{\partial}{\partial x} t \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\lambda \frac{\partial}{\partial y} t \right] + \frac{\partial}{\partial u} \left[\lambda \frac{\partial}{\partial u} t \right]. \quad (32)$$

Для однородного тела оно преобразуется в

$$\frac{\partial}{\partial z} t = \frac{\lambda}{c} \left[\frac{\partial^2}{\partial x^2} t + \frac{\partial^2}{\partial y^2} t + \frac{\partial^2}{\partial u^2} t \right]. \quad (33)$$

В случае установившегося состояния очевидно $\frac{\partial}{\partial z} t = 0$. Следовательно ур-ия (32) и (33) преобразуются в

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda \frac{\partial}{\partial x} t \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\lambda \frac{\partial}{\partial y} t \right] + \frac{\partial}{\partial u} \left[\lambda \frac{\partial}{\partial u} t \right] = 0 \quad (34)$$

$$\text{и} \quad \frac{\partial^2}{\partial x^2} t + \frac{\partial^2}{\partial y^2} t + \frac{\partial^2}{\partial u^2} t = 0. \quad (35)$$

Из ур-ий (29), (31) и (32) заключаем, что

$$t(x, y, u, z) = t(x, y, u) + t_1(x, y, u, z),$$

причем t_1 удовлетворяет ур-ию (33) и (30) при предположении, что все $t_i = 0$. Т. о. вопрос об остывании и об установившемся состоянии можно изучать отдельно.

1-я задача. В этом случае для стенки плоской

$$\frac{d}{dx} \left[\lambda(x) \frac{d}{dx} t(x) \right] = 0,$$

цилиндрической (в цилиндр. коорд.)

$$\frac{d}{dr} \left[r \lambda(r) \frac{d}{dr} t(r) \right] = 0,$$

сферической (в сферич. координатах)

$$\frac{d}{dr} \left[r^2 \lambda(r) \frac{d}{dr} t(r) \right] = 0.$$

Решая эти ур-ия, получаем поток тепла для стены с 1 м^2

$$w = \frac{t_1 - t_2}{\frac{1}{a_1} + \sum_{k=1}^K \frac{x_{k+1} - x_k}{\lambda_k} + \frac{1}{a_2}},$$

для трубы с 1 н. м

$$w = \frac{2\pi(t_1 - t_2)}{\frac{1}{r_1 a_1} + \sum_{k=1}^K \frac{\ln r_{k+1} - \ln r_k}{\lambda_k} + \frac{1}{a_2 r_{K+1}}}, \quad (36)$$

для шара через всю поверхность

$$w = \frac{4\pi(t_1 - t_2)}{\frac{1}{r_1^2 a_1} + \sum_{k=1}^K \frac{1}{\lambda_k} \left(\frac{1}{r_{k+1}} - \frac{1}{r_k} \right) + \frac{1}{a_2 r^2 K+1}}$$

и темп-ры для стены

$$t = t_1 - w \left(\frac{1}{a_1} + \sum_{k=1}^p \frac{x_{k+1} - x_k}{\lambda_k} + \frac{x - x_p}{\lambda_p} \right),$$

для трубы

$$t = t_1 - \frac{w}{2\pi} \left(\frac{1}{a_1 r_1} + \sum_{k=1}^p \frac{\ln r_{k+1} - \ln r_k}{\lambda_k} + \frac{\ln r - \ln r_p}{\lambda_p} \right), \quad (37)$$

для шара

$$t = t_1 - \frac{w}{4\pi} \left[\frac{1}{a_1 r^2} + \sum_{k=1}^p \frac{1}{\lambda_k} \left(\frac{1}{r_{k+1}} - \frac{1}{r_k} \right) + \lambda_p \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_p} \right) \right].$$

2-я задача. Для решения этой задачи ищем частное решение ур-ия (32) в виде

$$t(x, y, u, z) = \psi(z) f(x, y, u).$$

Подставляя это выражение в (33), разделив переменные из равенства f -ий от z и от x, y, u , заключаем, что они тождественны нек-рой постоянной $-\mu$. Следовательно

$$\psi(z) = e^{-\mu z},$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda \frac{\partial}{\partial x} f \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\lambda \frac{\partial}{\partial y} f \right] + \frac{\partial}{\partial u} \left[\lambda \frac{\partial}{\partial u} f \right] + \mu c f = 0.$$

Т. Э. т. XXII.

В частных случаях ур-ие (36) преобразуется: в однородном слое плоской стенки

$$\frac{d^2}{dx^2} f(x) + \frac{\mu c}{\lambda} f(x) = 0,$$

для цилиндра

$$\frac{d^2}{dr^2} f(r) + \frac{1}{r} \frac{d}{dr} f(r) + \mu \frac{c}{\lambda} f(r) = 0,$$

для шара

$$\frac{d^2}{dr^2} f(r) + \frac{2}{r} \frac{d}{dr} f(r) + \mu \frac{c}{\lambda} f(r) = 0.$$

Эти ур-ия имеют соответственно решения

$$f(x) = A \cos \sqrt{\mu \frac{c}{\lambda}} x + B \sin \sqrt{\mu \frac{c}{\lambda}} x,$$

$$f(r) = A J_0 \left(\sqrt{\mu \frac{c}{\lambda}} r \right)$$

[J_0 — Бесселевы функции (см.)],

$$f(r) = A \frac{\sin \sqrt{\mu \frac{c}{\lambda}} r}{\sqrt{\mu \frac{c}{\lambda}} r}.$$

На поверхности для $x = x_{k+1}$ или $r = r_{k+1}$ из

$$(29) \text{ получаем, положив } \sqrt{\mu \frac{c}{\lambda}} r_{k+1} = \nu,$$

$$\nu \frac{f'(\nu)}{f(\nu)} = - \left(\frac{\alpha}{\lambda} r_{k+1} \right).$$

Это ур-ие имеет бесконечное множество корней ν_k . Т. о. получаются частные решения, удовлетворяющие ур-иям (31) и (29). Общее решение должно удовлетворять еще условию $t_0(x, y, u)$ — произвольной функции. Можно доказать, что это решение имеет вид

$$t = \sum_k A_k e^{-\nu^2 \frac{\lambda z}{c R^2}} f\left(\nu_k \frac{r}{R}\right).$$

A_k зависят только от $t_0(x, y, z)$, ν — от $\frac{\alpha}{2} R$.

Следовательно

$$F \left[\frac{\alpha}{\lambda} R, \frac{\lambda z}{c R^2}, \frac{r}{R}, t_0(x, y, u) \right].$$

Положим $t_0(x, y, u) = t_0$,

$$t = t_0 F \left(\frac{\alpha}{\lambda} R, \frac{\lambda z}{c R^2}, \frac{r}{R} \right).$$

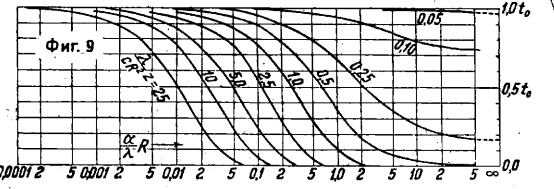
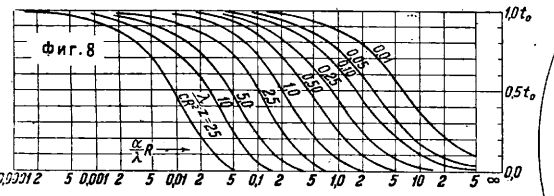
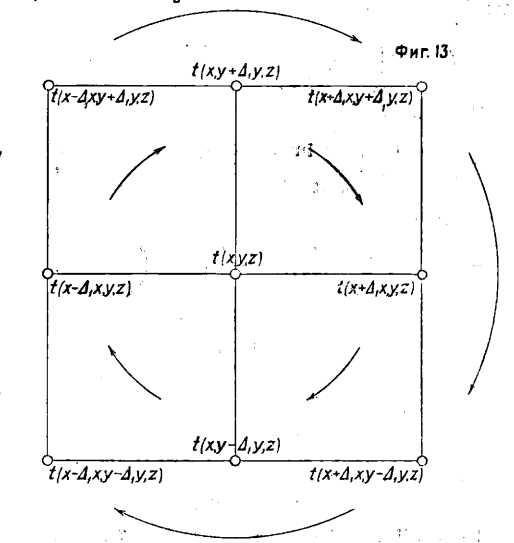
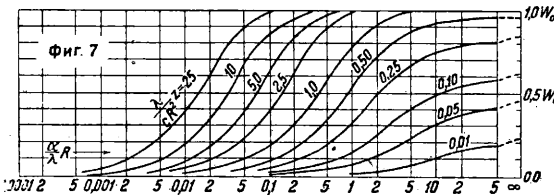
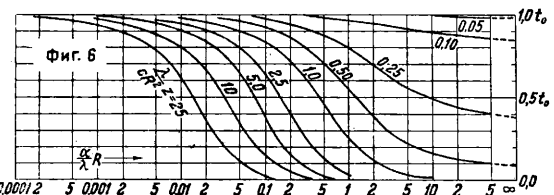
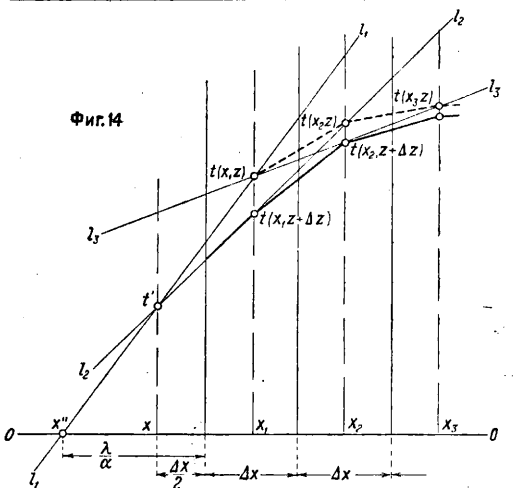
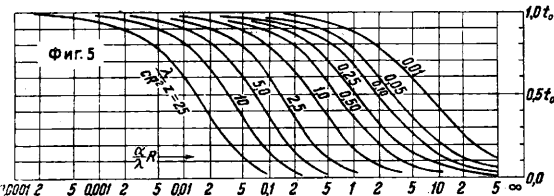
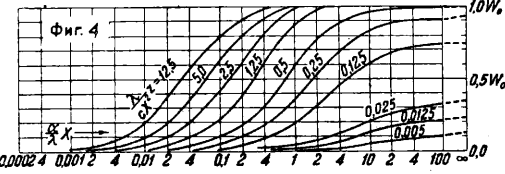
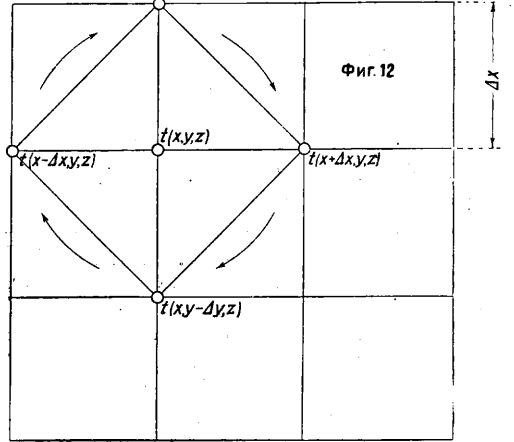
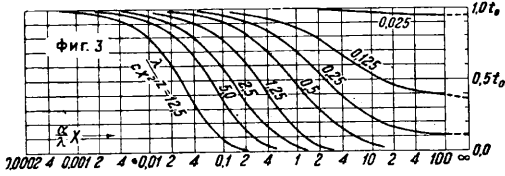
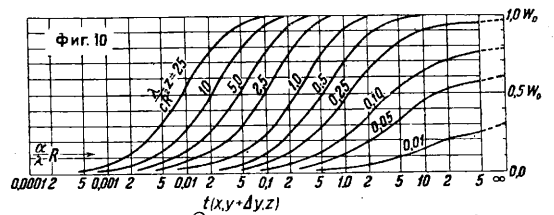
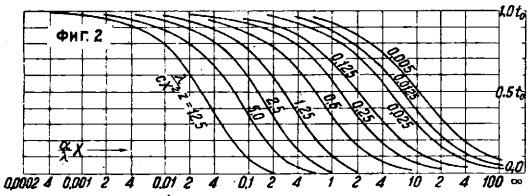
Точно так же потеря тепла телом за время z

$$w = w_0 \Phi \left(\frac{\alpha}{\lambda} R, \frac{\lambda z}{c R^2} \right).$$

Φ -ии F и Φ представлены графически Гребером для $r = 0$ и $r = R$ или $x = \frac{x}{2}$ и $x = X$ (фиг. 2, 5 и 8 дают t° поверхностей соответствующей стенки цилиндра и шара, фиг. 3, 6 и 9 — t° середины, фиг. 4, 7 и 10 — потерю тепла).

3-я задача. Эта задача обыкновенно решается при заданных t° на обеих поверхностях. При условии (30) для получения приближенного решения нужно увеличить тело на слою толщиной $\frac{\lambda}{a_1}$ и $\frac{\lambda}{a_2}$ и считать на поверхностях нового увеличенного тела темп-ры t_1 и t_2 . Отобразим конформно основания границ на две концентрич. окружности или параллельные прямые. Пусть при этом $x = x(u, v)$; $y = y(u, v)$. Распределение темп-р между окружностями и параллельными прямыми при темп-рах на поверхностях t_1 и t_2 дается Φ -лами (36) и (37) при предположении $\frac{1}{a_1} = 0$. Из теории конформного отображения известно, что если на плоскости (u, v) в точке с координатами (u_0, v_0) имеется темп-ра t , то ту же темп-ру имеет точка с координатами $x_0 = x(u_0, v_0)$, $y_0 = y(u_0, v_0)$ на плоскости (x, y) . Зная темп-ры, не трудно

ТЕПЛОВАЯ ИНЕРЦИЯ



определить и поток тепла. Таким способом можно получить поток тепла от трубы или туннеля, заложённых на глубине h (фиг. 11),

$$w = \frac{\pi \lambda (t_i - t_e)}{\ln \left[\sqrt{\frac{h + \frac{\lambda}{\alpha_e}}{2(R - \frac{\lambda}{\alpha_i})}} + \sqrt{1 + \frac{h + \frac{\lambda}{\alpha_e}}{2(R - \frac{\lambda}{\alpha_i})}} \right]}$$

Методами конформного отображения можно также отобразить угол стены на параллельные прямые и пр.

4-я задача. Эта задача самая общая, решается методом Либмана. Ограничимся плоским (т. е. ограниченными цилиндрич. поверхностями) телом, т. к. обобщение на пространственное не представляет труда. Возьмем однородную часть тела и разобьем ее на равные квадратики со сторонами Δx . Положим

$$\Delta z = \frac{c}{\lambda} \frac{\Delta x^2}{4}$$

и, заменив в ур-ии (27) производные конечными разностями, получим

$$t(x, y, z + \Delta z) = \frac{t(x + \Delta x, y, z) + t(x, y - \Delta y, z) + t(x - \Delta x, y, z) + t(x, y + \Delta y, z)}{4} \quad (38)$$

Получив т. о. значения $t(x, y, z + \Delta z)$ для всех точек кроме пограничных, получаем для последних по ф-лам (29) и (31). При этом для неоднородного тела необходимо соблюдать условие

$$\frac{c_1}{\lambda_1} \frac{\Delta x^2}{4} = \frac{c_2 \Delta_2 x^2}{\lambda_2 4} = \dots = \Delta z,$$

к-рое определяет соотношение между $\Delta_1 x$, $\Delta_2 x$ и т. д. Т. о. шаг за шагом определяются скорости остывания и предельное распределение темп-р в любой точке и в любой момент. Полученные значения являются приближенными, но будут тем точнее, чем меньше Δx , если с уменьшением Δx увеличивается число десятичных знаков при вычислении $t(x, y, z)$. В качестве примера на расчет по методу Либмана

Табл. 7.—Распределение t° в углу кирпичной стены в $\frac{1}{2}$ кирпича.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $t_i = +20$ | | | | | | | | | | | | | | |
| +13,40 | +13,39 | +13,38 | +13,34 | +13,26 | +13,17 | +13,01 | +12,75 | +12,33 | +11,67 | +10,50 | | | | |
| +8,24 | +8,24 | +8,20 | +8,13 | +8,00 | +7,84 | +7,55 | +7,10 | +6,35 | +5,17 | +3,10 | +9,08 | | | |
| +3,10 | +3,08 | +3,03 | +2,93 | +2,80 | +2,60 | +2,20 | +1,67 | +0,82 | -0,43 | -2,29 | -4,93 | -7,88 | | |
| -2,05 | -2,07 | -2,12 | -2,22 | -2,38 | -2,60 | -2,95 | -3,50 | -4,28 | -5,35 | -6,80 | -8,68 | -10,78 | -12,89 | |
| -7,20 | -7,22 | -7,27 | -7,35 | -7,50 | -7,70 | -7,99 | -8,43 | -9,04 | -9,81 | -10,87 | -12,14 | -13,53 | -14,99 | -16,45 |
| -12,38 | -12,37 | -12,40 | -12,48 | -12,55 | -12,70 | -12,90 | -13,17 | -13,55 | -14,04 | -14,65 | -15,37 | -16,18 | -17,03 | -17,89 |
| -17,53 | -17,53 | -17,54 | -17,55 | -17,58 | -17,64 | -17,70 | -17,78 | -17,91 | -18,07 | -18,27 | -18,50 | -18,78 | -19,04 | -19,32 |
| | | | | | | | | | | | | | | -19,60 |
| | | | | | | | | | | | | | | -19,88 |
| $t_e = -20$ | | | | | | | | | | | | | | |

приводим остывание (табл. 7) и предельное распределение темп-р (табл. 1 и 8) в углу однородной кирпичной стены при $x = 0,375$ м, $\lambda = 0,6$, $\alpha_1 = 7,5$, $\alpha_2 = 20$, $\Delta x = \Delta y = 6,25$ см.

Этот пример заимствован из работы Д. Панава. Начальные темп-ры были положены равными $-20,000000$.

Табл. 8.—Скорость приближения к установившимся температурам.

| n | $t(0, y_1, n\Delta z)$ | $t(X, y_1, n\Delta z)$ |
|----|------------------------|------------------------|
| 0 | -20,000000 | -20,000000 |
| 1 | -20,000000 | + 8,037383 |
| 2 | -18,063880 | +12,229383 |
| 3 | -17,643897 | +13,146936 |
| 4 | -17,551584 | +13,349092 |
| 5 | -17,531414 | +13,389825 |
| 6 | -17,527007 | +13,393881 |
| 7 | -17,528044 | +13,401469 |
| 8 | -17,525833 | +13,401926 |
| 9 | -17,525787 | +13,402025 |
| 10 | -17,525777 | +13,402047 |

Вместо ф-лы (38) можно пользоваться ф-лой Селдиверстова-Поллок, к-рая экономит вычисления в два раза, давая тождественные результаты. Берем $\Delta_1 x = \sqrt{2} \Delta x$ и, сохраняя прежнее значение Δz , имеем (фиг. 12):

$$t(x, y, z + 2\Delta z) = \frac{1}{4} \left[t(x, y, z) + \frac{1}{2} \{ t(x + \Delta_1, x, y, z) + t(x, y - \Delta_1, y, z) + t(x - \Delta_1, x, y, z) + t(x, y + \Delta_1, y, z) + \frac{1}{2} [t(x + \Delta_1, x, y + \Delta_1, y, z) + t(x + \Delta_1, x, y - \Delta_1, y, z) + t(x - \Delta_1, x, y - \Delta_1, y, z) + t(x - \Delta_1, x, y + \Delta_1, y, z)] \} \right]$$

Для остывания стены можно пользоваться как методом Либмана, так и графическим методом Шмидта. Положив $\Delta z = \frac{c}{\lambda} \frac{\Delta x^2}{2}$, получаем (фиг. 13)

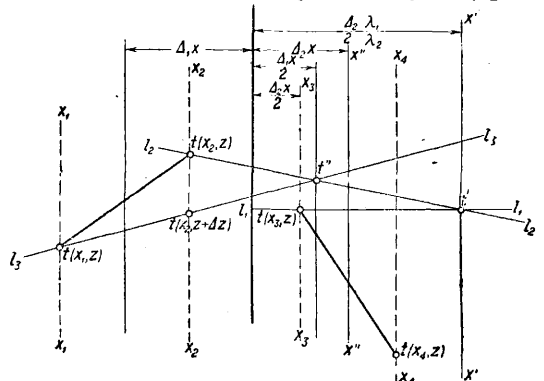
$$t(x, z + \Delta z) = \frac{t(x + \Delta x, z) + t(x - \Delta x, z)}{2}$$

Для определения $t(x, z + \Delta z)$ графически строим стену (фиг. 14) на полосу Δx . Из середины каждой восстанавливаем перпендику-

ляр высотой $t(x, z)$. Температура в момент z изобразится графически ломаной $t(x_1, z)$, $t(x_2, z)$, $t(x_3, z)$... Соединим прямой l_2 точки $t(x_1, z)$ и $t(x_3, z)$. Пересечение прямой l_2 с вертикалью x_2 определит точку $t(x_2, z + \Delta z)$. Точно так же, соединяя $t(x_2, z)$ и $t(x_4, z)$, $t(x_3, z)$ и $t(x_5, z)$ и т. д., получаем $t(x_3, z + \Delta z)$, $t(x_4, z + \Delta z)$ и т. д. Для определения $t(x_1, z + \Delta z)$ откладываем отрезок длиной $\frac{\lambda}{\alpha}$, который определит x'' ,

и отрезок $\frac{\Delta x}{2}$, который определит вертикаль x' . Пересечение прямой l_1 , проходящей через x'' и $t(x_1, z)$, с вертикалью x' определит t' . Пересечение прямой l_2 , проходящей через t' и $t(x_2, z)$,

с вертикалью x_1 определит искомую $t(x_1, z + \Delta z)$. Т. о. получаем новую ломаную $t(x_1, z + \Delta z)$.



Фиг. 15.

+ Δz) $t(x_2, z + \Delta z)$ $t(x_3, z + \Delta z)$ и т. д. Значения $t(x, z + \Delta z)$ около границы двух слоев опреде-

ляются следующим построением: проводим через $t(x_3, z)$ горизонталь l_1 . Пересечение ее с вертикалью x' , отстоящей от границы на $\frac{\Delta z}{2} \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$, определит t' (фиг. 14). Проводим через t' и $t(x_2, z)$ прямую l_2 . Пересечение ее с вертикалью x'' , отстоящей от границы на $\frac{\Delta z}{2} x$, определит t'' . Наконец пересечение прямой l_2 , проходящей через t'' и $t(x_1, z)$, с вертикалью x_2 определит $t(x_2, z + \Delta z)$. Подобным образом получается $t(x_3, z + \Delta z)$ (фиг. 15).

Лит.: Власов О., Плоские тепловые волны, «Известия Политехнич. ин-та», 1927; Гребер Г., Введение в теорию теплопередачи, пер. с нем., М.—Л., 1933; Мачилиский В., Теплотехнич. основы гражданского строительства, М.—Л., 1933; Семенов Г., К вопросу тепло-вой инерции зданий, М.—Л., 1933; Fourier J., Théorie de la chaleur analytique, «Ann. Chim. et Phys.», P., 1816, т. 4; Greber H., Die Grundgesetze der Wärmeleitung u. des Wärmeüberganges, 2 Aufl., В., 1933. Г. Селиверстов.

ТЕПЛОВОЗЫ, локомотивы, источником энергии к-рых является двигатель внутреннего сгорания. Эксплоатационные требования определяют пределы мощностей двигателей Т. Для промышленных предприятий применяются Т. мощностью 40—200 НР; Т. для пригородных ж. д. или автовагонов (см. Автомотриса)—от 100 НР, (2-осные) до 250 НР, (4-осные); локомоторы, т. е. Т. для маневровой службы на промежуточных станциях или для обслуживания подъездных путей, мощностью 50—300 НР; маневровые Т. для маневров на больших сортировочных станциях мощностью 600—1 000 НР и выше; наконец Т. поездные, товарные и пассажирские мощностью 1 000—1 500 НР и выше.

Т. имеют экономич. кпд 24—26% против 6—7% для паровозов и 9—11% для электровозов, т. е. они примерно в 4 раза экономичнее паровозов и в 2,5 раза экономичнее электровозов. Работоспособность Т. примерно в 1,7 раза больше, чем у паровоза, за счет больших скоростей и меньших простоев в депо из-за отсутствия промывки и меньших стоянок под набором воды и топлива. Вследствие меньшего динамич. воздействия на путь для Т. безопасно допустима езда с более высокими скоростями, чем для паровоза; предельные подъемы м. б. допущены на магистральных до 25%, что удешевляет стоимость устройства полотна ж. д. на новых линиях. Не требуется водоснабжения на промежуточных станциях. Т. имеют также преимущество и перед электровозами, т. к. они не требуют громадных одновременных затрат на устройство питательных станций, подстанций, питательных и рабочих проводов; не зависят от провода и потому могут работать на тех участках, где работают паровозы, а следовательно м. б. введены на ж. д. постепенно; при порче машины не останавливают движения на всем участке, как это случается с электровозами при порче машин на питательной станции или подстанции или при порче рабочего, а также питательного провода; работают рентабельно на подъездных путях и на маневрах, где электровозы не применимы даже в том случае, если дороги электрифицированы.

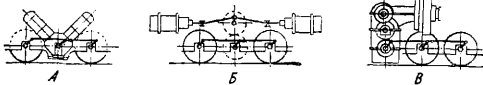
В основном Т. состоит из двигателя, передачи от двигателя к колесам, холодильника, рамы с ходовыми частями и кузова. Рама, ходовые части и кузова выполняются по типу паровозов и электровозов.

Двигатель. Для Т. больших мощностей берут *двигатели Дизеля* (см.) типа двигателей для подводных лодок с 400—600 об/м. и весом,

включая воду и масло, 26—22 кг/НР. Вес 2-тактных двигателей на 15—20% меньше. Быстроходные 4-тактные бескомпрессорные двигатели всят 17—15 кг/НР, при $n = 750 \div 800$ об/м. Для малых мощностей (до 250 НР), $n = 1 200 \div 1 300$ об/м. и вес 10—8 кг/НР. Основные требования к работе тепловозных двигателей заключаются в том, чтобы в 4-тактных двигателях среднее индикаторное давление $p_i \leq 7,5$ кг/см², в 2-тактных $p_i \leq 6,0$ кг/см². В бескомпрессорных двигателях соответственно $p_i = 7,0$ и 5,5 кг/см². Перегрузка допустима в течение 10 мин. до 20%. Для создания больших перегрузок может служить нижняя наддувка с ротационным приводным компрессором при двигателе, работающем с переменным n , или же по типу Бюхи при двигателе, работающем с $n = \text{Const}$. Верхняя наддувка по типу Т. Зульпер находится в периоде опытных исследований. Для создания экономич. условий работы двигателя регулирование среднего индикаторного давления при $n = \text{Const}$ допустимо в границах от полной мощности до половинной. Желательно регулирование двигателя производить переменным n при $p_i = \text{Const}$. Последнее условие предъявляет особые требования к форсунке, к-рая должна хорошо распыливать топливо при разных n . Для вала, работающего на изгиб и кручение, а также и для передачи в пределах допустимых n не должны входить критические обороты. Желательная средняя скорость поршня в 4-тактных двигателях равна 6,5 м/сек и в 2-тактных—5,5 м/сек. По условиям уравнивания для Т. требуется двигатель с 8 или 6 цилиндрами, причем веса движущихся частей шатунного механизма и поршней отдельных цилиндров д. б. равны между собой. Остаточные силы и моменты д. б. согласованы с рессорным подвешиванием для избежания явления резонанса. Вес маховика выбирают минимальным по условиям запуска со степенью неравномерности $\delta = 0,5$ при $n = 60$. Для Т. с электрической передачей $\delta = 0,01$ при нормальном n . Для крышек цилиндров, рубашек, картера, фундаментной плиты и других частей применяют или перлитовый чугун или тонкостенное стальное литье крепостью 4 500 кг/см² при удлинении 15%. Коленчатый вал, шатун, поршневой валик и все ответственные болты делают из стали крепостью 5 500—6 500 кг/см² при удлинении соответственно 25—20%. Нарезка на болтах и шпильках мелкая. Степень надежности 10 при добавочном усилии в 25% на затяжку, а для болтов фундаментной рамы оно повышается до 50% от расчетного. Изделия из стального литья д. б. хорошо охлажденными как после отливки, так и после предварительной грубой обработки. Вспомогательные устройства—масляный и водяной насосы—желательны ротационного типа и д. б. рассчитаны на двойную подачу. Аккумуляторная батарея для освещения 80—100 Ач. Соответственно ей на Т. без электрич. передачи должен быть поставлен мотор-динамо постоянного тока, работающий при переменном n . На Т. устанавливают котел, отапливаемый отходящими газами и растапливаемый нефтью во время стоянок. Поршни двигателей мощностью от 750 НР и выше имеют масляное охлаждение. Для маневровых Т. и автовагонов двигатели строят без охлаждения поршней.

Передача. По роду передачи энергии от двигателя к ведущим колесам различают Т. с передачами: 1) непосредственного действия, 2) ме-

ханической, 3) электрической, 4) гидравлической, 5) пневматической и 6) комбинированной. Непосредственная передача характеризуется постоянным сцеплением реверсивного двигателя с ведущими осями при помощи 2 кривошипов, насаженных на коленчатый вал двигателя под углом 90° друг к другу, и таких же кривошипов на ведущей оси. Соответственные кривошипы связаны шатунами (фиг. 1, А). Для устранения добавочных сил и моментов необходимо коленчатый вал двигателя располагать на линии центров сцепных осей. Если по конструктивным условиям это не выполнимо, то по линии центров сцепных осей располагают промежуточный (тяговый) вал, соединяющийся с валом двигателя шатунами или



Фиг. 1.

зубчатыми колесами (фиг. 1, Б). Основным требованием для Т. с непосредственной передачей является дополнительное пусковое устройство для разгона поезда до скорости $V = 10 \text{ км/ч}$, обеспечивающей вспышку топлива в главных двигателях Т. В качестве пускового устройства обычно применяют добавочный дизель-компрессор с большим количеством баллонов со сжатым воздухом или паровой котел, обогреваемый в пути теплотой отработанных газов главного двигателя, на стоянках—за счет сжигания добавочного топлива. В обоих случаях пусковое устройство д. б. достаточных размеров, согласованных с условиями работы Т. в пути и на маневрах. К Т. с непосредственной передачей относятся тепловозы бр. Зульцер в Швейцарии, Ансальдо в Италии, Стилл-Китсон в Англии, Стилл-Шнейдер во Франции и также Т. по проекту проф. Гриневецкого.

Механическая передача характеризуется отсутствием постоянной жесткой кинематич. связи между валом двигателя и ведущими колесами Т. Последняя достигается при помощи муфт скольжения прямого и обратного хода. Вследствие конструктивных затруднений муфта скольжения обратного хода часто не ставится, что вызывает применение реверсивного двигателя. Обычно механич. передача выполняется зубчатой с коробкой скоростей и с тяговым валом, от к-рого идет шатуны к ведущим колесам Т. (фиг. 1, В). С целью приближения силы тяги к разным профилям пути зубчатая передача выполняется с несколькими ступенями скоростей подобно автомобильной (фиг. 2, где a —коническая зубчатая передача от вала двигателя к тяговому валу b ; Z_1, Z_2, Z_3 —зубчатые передачи с разными передаточными числами; e —зубчатая передача от вала g к валу d ; e —кривошипы с пальцами $ж$, от к-рых идут шатуны к колесам Т.). Муфты I, II и III служат для включения и выключения соответственных зубчатых передач.

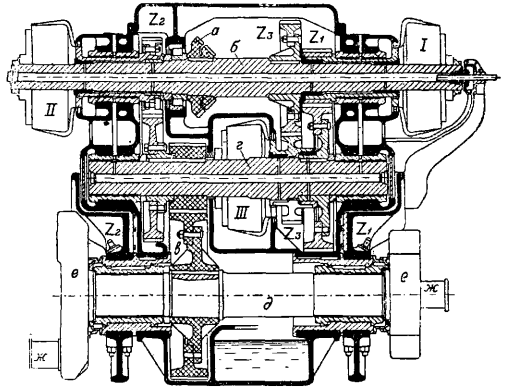
Зависимость между скоростью Т. в км/ч и диам. ведущих колес D выражается

$$V = 0,1884 D n_k, \quad (1)$$

где n_k —число об/м. ведущего колеса (250—400). Зависимость между скоростью и числом оборотов n_d двигателя выразится

$$V = 0,1884 D \frac{n_d}{a}, \quad (2)$$

где $a = \frac{n_d}{n_k}$. По числу оборотов двигателя и ведущего колеса находится a для максимальной скорости. При выборе передаточных чисел для других скоростей необходимо создать возможно простые условия переключения для обслуживающего персонала и одинаковые силы



Фиг. 2.

толчков для всех ступеней в момент перехода с одной скорости на другую. Для выполнения этих условий необходимо изменить скорости согласно геометрич. прогрессии

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{V_2}{V_3} = \frac{V_3}{V_4} = C, \quad (3)$$

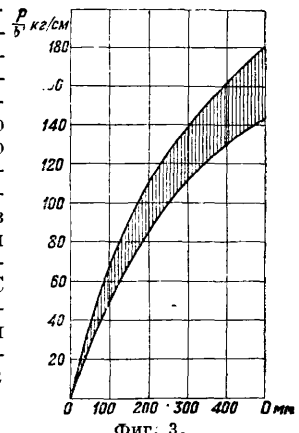
где $C = 0,5 \div 0,8$. Уд. давление на зуб из условий долговечности работы шестерен зависит от окружной скорости колеса u в м/сек и крепости материала k в кг/см², из к-рого шестерня сделана. В общем случае имеем

$$\frac{P}{b} = \frac{0,67 k}{6 + u}. \quad (4)$$

Наименьшее число зубьев малой шестерни берут в зависимости от передаточного числа

| | | | | |
|-------|----|----|----|----|
| 1 | 1 | 2 | 4 | 8 |
| i | | | | |
| z_1 | 20 | 24 | 26 | 28 |

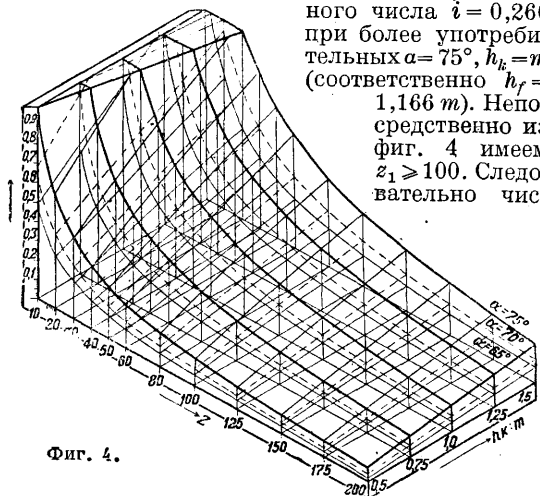
Число зубьев z_2 большей шестерни не должно превышать 128 и в исключительных случаях $z_2 = 160$. Для зубчатых передач, помещаемых в тесном пространстве, число зубьев малой шестерни доводят до $z_1 = 8$, но при этом необходимо исправлять зубья путем уменьшения высоты головки зубьев большой шестерни и соответственно ножки малой шестерни. С уменьшением диаметра D малой шестерни уменьшаются и допустимое уд. давление на 1 см длины зуба $\frac{P}{b}$ (фиг. 3).



Фиг. 3.

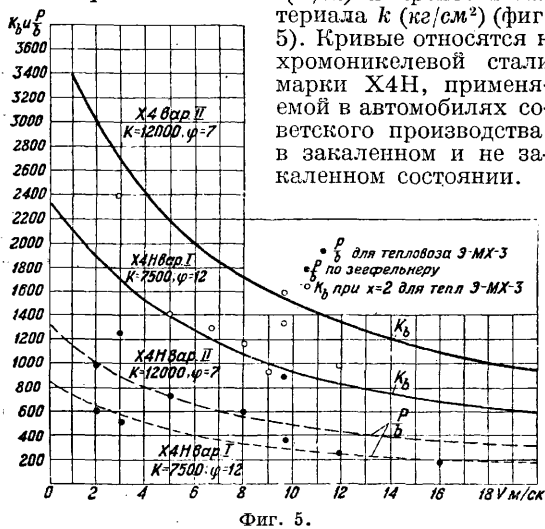
При эвольвентном зацеплении число зубьев зависит от передаточного числа i , высоты головки зуба h_k и угла наклона a линии зацепления к линии центров шестерен (фиг. 4), где по осям координат отложены: скорость u , наименьшее число зубьев большой шестерни z_1 , высота головки зуба h_k . Толстые кривые вычерчены для $a = 75^\circ$,

пунктирные—для $\alpha = 70^\circ$ и тонкие—для $\alpha = 65^\circ$. Пусть например требуется найти наименьшее число зубьев большой шестерни для передаточного числа $i = 0,266$ при более употребительных $\alpha = 75^\circ$, $h_f = m$ (соответственно $h_f = 1,166 m$). Непосредственно из фиг. 4 имеем $z_1 \geq 100$. Следовательно чис-



Фиг. 4.

ло зубьев малой шестерни будет $z_2 = 27$. Для уменьшения скольжения зубьев, а следовательно для повышения КПД часто выбирают $h_f = 0,7 \div 0,8 m$, соответственно $h_f = 0,85 \div 0,95 m$. Ширину зуба берут $b = 10 \div 20 m$. Чем шире зуб, тем спокойнее работают шестерни. Для этой цели зубья выполняются косыми с наклоном $\varphi = 10 \div 30^\circ$. Напряжение изгиба зубьев k_b ($кг/см^2$) выбирается в зависимости от окружной скорости колеса u ($м/сек$) и крепости материала k ($кг/см^2$) (фиг. 5). Кривые относятся к хромоникелевой стали марки Х4Н, применяемой в автомобилях советского производства, в закаленном и не закаленном состоянии.



Фиг. 5.

При расчете зубьев на прочность пользуются ур-нем

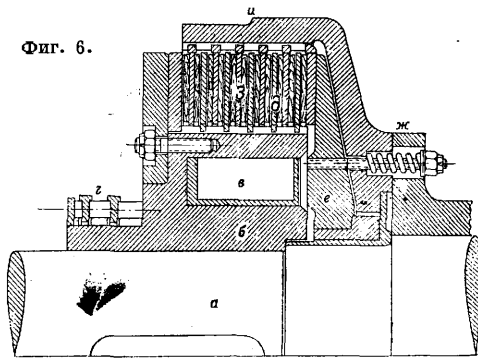
$$Ph = xk_b \frac{hs^3}{b}, \quad (5)$$

где $s = 0,53t$ —толщина зуба в основании (в см), P —окружное усилие (в кг), приложенное к вершине зуба, x —число зубьев, воспринимающих окружное усилие одновременно. В хорошо изготовленных и пригнанных передачах x берется пропорционально продолжительности зацепления ϵ . При отсутствии последних условий обычно $x = 1$.

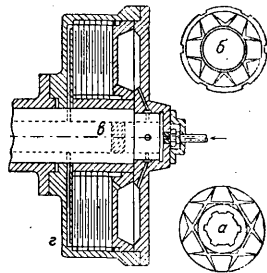
Для включения и выключения шестерен служат муфты электромагнитные, пневматические

или масляные. В электромагнитных муфтах (фиг. 6) на вал a насажен на шпонке магнит b , внутри к-рого помещена катушка $в$. Концы обмотки последней подведены к контактам $г$, по к-рым подводится ток извне через угольные щетки. С магнитом соединены диски трения $д$, могущие передвигаться вдоль оси вала. Якорем служит диск $е$, оттягиваемый пружиной $ж$. Кожух $и$ муфты связан жестко с зубчатым колесом соответствующей ступени. На кожухе сидят внешние диски трения $з$, также передвигающиеся вдоль оси. Между дисками помещены шайбы патентованного асбестового состава на медной сетке. При пуске тока в катушку $в$ электромагнит $б$ преодолевает силу пружины $ж$, притягивает якорь $е$ и сжимает диски $д$ и $з$, вследствие чего развивается трение, к-рым обуславливается сцепление дисков. При включенной муфте между якорем и магнитом должен оставаться зазор $\sim 1,5$ мм. Ход якоря ~ 8 мм.

Фиг. 6.



Передаваемый момент $M_{max} = 1900$ кгм. Расход энергии при напряжении 110 V составляет 0,1 kW. Период скольжения дисков 1—1,5 мин. Масляные муфты (фиг. 7) имеют также 2 группы дисков a и $б$, из к-рых первые связаны с валом $в$, а последние с кожухом $г$ муфты, жестко связанным с зубчатым колесом. Диски замыкаются давлением масла от циркуляционного масляного насоса. Впуск масла в муфты осуществляется при помощи крана у поста машиниста. Размыкание происходит тем же краном, причем масло пускается между пластинками по канавкам. Связь дисков с валом и кожухом осуществляется при помощи соответствующих выступов и пазов. Отношение внутреннего диам. d_1 к внешнему d_2 равно $0,6 \div 0,8$. Толщина пластин $\delta = 0,01 \div 0,015 d_2$. Расстояние между дисками $0,35$ мм. Коэф. трения стали по бронзе при хорошем моторном масле и выходной $t^\circ = 50^\circ$ зависит от уд. давления



Фиг. 7.

k ($кг/см^2$) между дисками и от окружной скорости их (фиг. 8). Фактор работы трения пары трущихся поверхностей должен удовлетворять ур-нию

$$ku = \frac{P}{F} \frac{\pi d_m n}{60 \cdot 100} \leq 8 \div 25 \quad (6)$$

в зависимости от способа охлаждения. Меньшее значение берется для муфт неохлаждаемых, большее—для муфт, охлаждаемых мас-

лом. Количество теплоты, образуемой парой трущихся поверхностей в 1 ск., будет

$$Q = \frac{k\mu}{427} F. \quad (7)$$

Момент, передаваемый парой трущихся поверхностей:

$$M_1 = \mu k 2\pi \int_{r_1}^{r_2} r^2 dr = \frac{2}{3} \pi \mu k (r_2^3 - r_1^3). \quad (8)$$

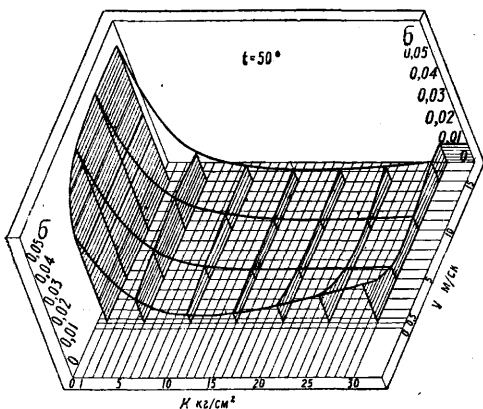
Средний радиус плоскости соприкосновения дисков найдется из выражения

$$M_1 = \frac{2}{3} \pi \mu k (r_2^3 - r_1^3) = \pi \mu k (r_2^2 - r_1^2) r_m,$$

откуда

$$r_m = \frac{2}{3} \frac{r_2^3 - r_1^3}{r_2^2 - r_1^2}. \quad (9)$$

Для передачи полного момента $M_0 = 71\,620 \frac{N}{n}$ потребуется число пар поверхностей или число дисков $i = \frac{M_0}{M_1}$. При расчете редко расцепляемых муфт берут коэф. трения покоя $\mu = 0,1$, а для надежности передаваемый момент увели-



Фиг. 8.

чивают на 25—30%. К тепловозам с механич. передачей относится Т. Э-Мх-3, построенный в Германии по заказу СССР, проект маневрового тепловоза проф. Гаккеля с гидравлич. муфтой сцепления и 2-ступенчатой коробкой скоростей, проект ЦЛПБ с 4-ступенчатой коробкой скоростей и проект проф. Шелеста с 1 ступенью скорости, причем в последнем изменении силы тяги достигается за счет применения нижней наддувки в двигателе.

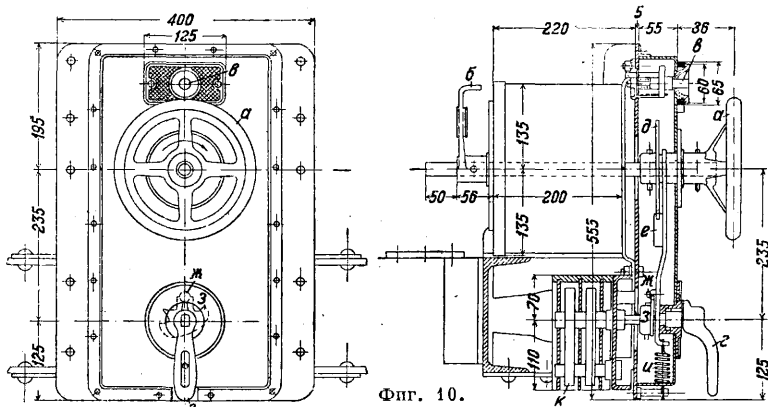
Электрическая передача характеризуется тем, что двигатель приводит в действие динамо, током которой питаются тяговые моторы, как в электровозах. Для Т. с электрической передачей наиболее подходящими являются серийные моторы постоянного тока (см. *Электровозы*). Крутящий момент, а следовательно и сила тяги зависят от силы тока в моторах. Для изменения силы тяги Т. необходимо изменить силу тока путем соответственного изменения вольтажа, что вызывает постановку динамо постоянного тока с неза-

висимым возбуждением, позволяющим производить регулировку тока в широких границах. Регулирование силы тяги производится контроллером, включенным в цепь динамо-возбудительницы. С целью уменьшения веса контроллера обычно ставят две динамо-возбудительницы, из к-рых одна с независимым возбуждением от аккумуляторной батареи. В цепь последней возбудительницы включается контроллер. Схема действия электрич. передачи Т. с 5 сцепными осями изображена на фиг. 9, где e —тяговые моторы, d —главная динамо, b —1-я динамо-возбудительница, a —2-я динамо-возбудительница, z —контроллер с сопротивлениями, $жс$ —реле (электромагнитный выключатель, действующий при силе тока 2300 А), $в$ —аккумуляторная батарея для освещения и возбуждения 2-й возбудительницы. Обе динамо-возбудительницы работают при помощи передач от главного вала двигателя. При такой схеме регулирования сила тока в сети 2-й динамо-возбудительницы не превышает 5 А. Вес обеих возбудительниц и контроллера 714 кг, или 0,8 от веса тех же частей при одной возбудительнице. Контроллер (фиг. 10) весит всего 16 кг. Маховичком a меняется сопротивление в цепи 2-й возбудительницы при помощи рычага $б$, скользящего по соответствующим контактам. Кнопкой $в$ размыкается цепь 1-й возбудительницы. Ручка $г$ служит для перемены хода и блокируется с маховичком a так, что передвижение ее возможно при нулевом положении маховичка. Достигается это эксцентриком $д$, нажимающим на стержень $е$. К последнему прикреплен штифт $жс$, входящий во впадины муфты $з$, наглухо насаженной на валик рычага $г$. Стержень $е$ отжимается пружиной $и$. При нулевом положении маховичка a стержень $е$ входит в соответствующий вырез экс-



Фиг. 9.

центрика $д$, и штифт $жс$ освобождает муфту $з$, благодаря чему можно повернуть рычаг $г$ на передний ход или задний ход. При этом контакты $к$ замыкают цепь электрич. клапанов на пневматич. переключателе того же типа, как в электровозах. К Т. с электрич. переда-

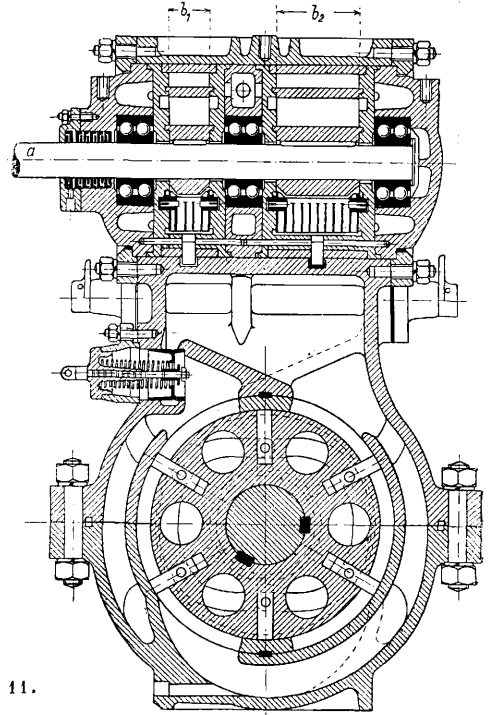
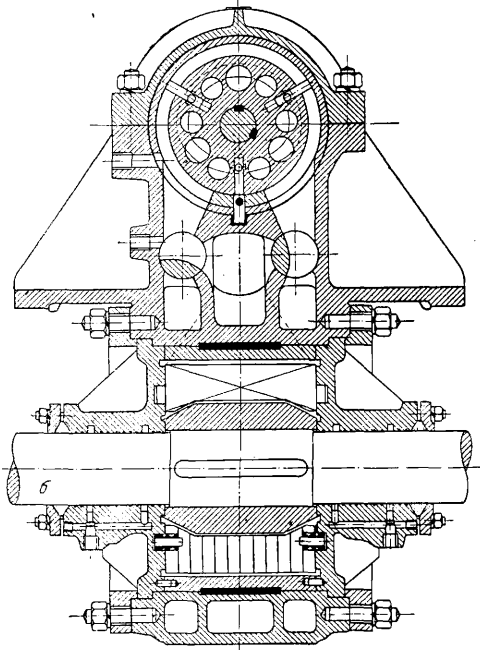


Фиг. 10.

чей относится наибольшее количество построенных во всех странах Европы, Америки и Японии Т. В СССР имеется пока 7 Т. с этой передачей. Т. с электрич. передачей приняты для серийного производства во второй пятилетке.

Гидравлическая передача характеризуется взаимным действием насоса, работающего от двигателя с переменной подачей жид-

кость требуемую передачу. Общий кпд передачи $\eta \approx 0,8$ и ниже при увеличении передаточного числа. В передаче Дженнея, показанной в разобранном виде на фиг. 12, левая часть служит насосом, правая — мотором. Посредине поме-



Фиг. 11.

кости, и гидравлич. мотора, связанного с ведущими колесами Т. При изменении подачи жидкости насосом изменяются обороты мотора и крутящий момент его, а следовательно скорость и сила тяги Т. К этому классу относятся ступенчатая передача Ленца и плавная передача Дженнея. На фиг. 11 изображена передача Ленца, где *a* — вал насоса, соединяющийся с двигателем, *б* — вал мотора, соединяющийся подобно тяговому валу с ведущими колесами Т. Насос разбит на 2 части с шириной выдвинутых лопаток *b*₁ и *b*₂. При соответственном включении обоих насосов порознь или одновременно получаются 3 ступени скорости. При давлении масла *p* кг/см², ширине лопатки *b* см, среднем диаметре канала *d* и высоте канала *h* см усилие, воспринимаемое или передаваемое каждой действующей лопаткой, определится по формуле:

$$P = p b h. \tag{10}$$

Если *i* — число лопаток, *n* — число об/м., то

$$M = \frac{d+h}{2} p b h i \tag{11}$$

и

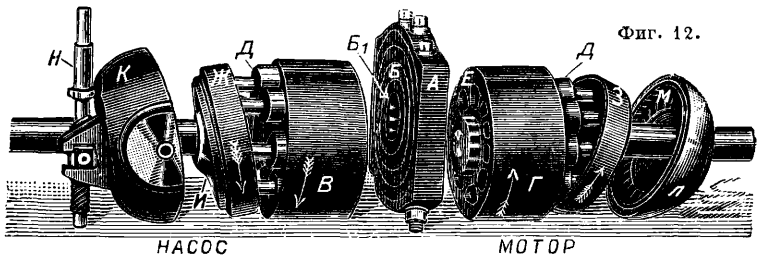
$$N_n = \frac{M n}{71620} \tag{12}$$

Мощность, передаваемая насосом мотору,

$$N_m = \eta N_n,$$

где $\eta \approx 0,90$ — кпд насоса, уменьшающийся с увеличением передаточного числа. Соответственным подбором *d*, *h*, *b* и *i* можно осущес-

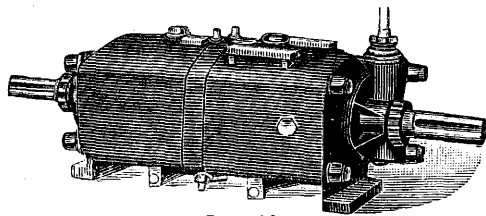
твляется муфта А с двумя дуговыми прорезами В. Вал насоса и вал мотора имеют общую геометрию. ось. Концы валов входят в муфту А и вращаются на роликоподшипниках. Цилиндрич. корпуса насоса В и мотора Г насажены прочно на соответствующие валы. В каждом корпусе имеются 9 цилиндров, в к-рых двигаются поршеньки Д. Цилиндры отверстиями Е сообща-



Фиг. 12.

ются с кольцевыми отверстиями В₁ муфты А. Штоками с шарообразными концами поршеньки Д соединены с кольцами Ж и З, к-рые шарнирами Гука И сцеплены с соответствующими валами. Кольца Ж и З опираются на наклонные опоры К и Л, снабженные в осевом и радиальном направлениях роликами М. Опора Л в моторе неподвижная, опоре К можно придавать различное положение при помощи рукоятки, насаженной на ось Н. Общий вид передачи, заключенной в чугунный корпус, показан на фиг. 13. Весь прибор заполняется густым маслом. При вращении вала насоса от рабочей машины поршеньки получают поступательное движение в одном направлении в течение первого полуоборота и обратное при

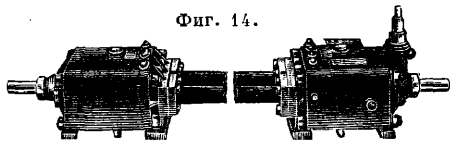
втором полуобороте вала насоса. Накачиваемое масло из цилиндров насоса через прорезы в муфте *A* (фиг. 12) проходит в цилиндры мотора. Поступательное движение поршеньков последних превращается во вращательное благодаря наклонной опоре *L*. Мотор получает то же число оборотов в обратном направлении, что и насос, если опорные поверхности имеют



Фиг. 13.

одинаковый наклон. С изменением наклона опоры *K* насоса уменьшается подача масла в мотор. Последний соответственно уменьшает число оборотов. При вертикальном положении опоры *K* весь прибор выключается. Если опора *K* получает наклон в другую сторону, насос начинает вращаться в обратном направлении. Муфту *A* можно разбить на 2 части. Тогда насос м. б. отделен от мотора (фиг. 14) и поставлен в любом положении по отношению к мотору. Провод масла от муфт к соответствующим цилиндрам производится 2 трубками, при-

Фиг. 14.



чем трубки м. б. согнуты под произвольным углом. Пусть γ —угол наклона подвижной опоры насоса, *D*—диам. насоса и мотора (в см), *d*—диам. поршеньков (в см), *i*—число поршеньков, *p*—давление масла (в кг/см²) и *n*—число оборотов двигателя в мин. Тогда ход поршенька

$$x = D \operatorname{tg} \gamma.$$

Работа, совершаемая им за 1 оборот вала двигателя,

$$L = \eta \frac{\pi d^2 p D \operatorname{tg} \gamma}{4 \cdot 100} \kappa \text{ м.}$$

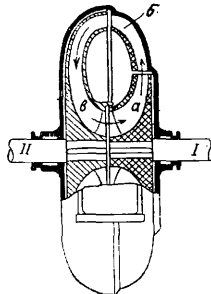
Мощность, передаваемая прибором,

$$N = \eta \frac{\pi d^2 p i n D \operatorname{tg} \gamma}{4 \cdot 100 \cdot 60 \cdot 75} \text{ л. с.}, \quad (13)$$

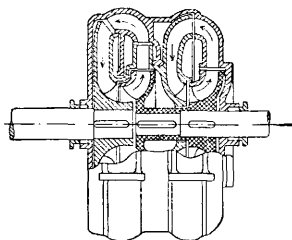
где η —кпд передачи, равный 0,8 и уменьшающийся с увеличением передаточного числа. Все остальные гидравлические передачи Шумахера, Шнейдера, Мейнке и др. суть видоизменения описанных основных передач с целью получения плавности работы без гидравлич. ударов, присущих этому классу передач при больших передаваемых мощностях.

На принципе центробежной силы жидкости осуществлен гидравлический преобразователь момента Фетингера (фиг. 15). На валу машины *I* сидит турбонасос *a*. Жидкость, подаваемая этим насосом, проходит через направляющий аппарат *b* и вступает в турбину *c*, сидящую на рабочем валу *II*. Из турбины жидкость переходит опять в насос и т. о. получается круговой цикл для жидкости. Соответствующим выбором углов лопаток в направляющем аппарате *b* и турбине *c* достигается желаемое увеличение момента рабочего вала *II* с уменьшением

шага оборотов его против вала машины *I*. Путем соединения двух таких машин получается возможность перехода с переднего хода на задний. При ходе вперед заполняется жидкостью трансформатор переднего хода, а при ходе назад—корпус первого трансформатора опорожняется, а корпус трансформатора заднего хода наполняется маслом (фиг. 16). В последнее время преобразователи моментов начали изготовлять с одинаковыми внешними диаметрами насоса и турбины. Направляющий аппарат располагается в этом случае в нижней части между турбиной и насосом. На фиг. 17 показан гидравлич. преобразователь Виккерс-Коатс (Англия), в к-ром лопатки направляющего аппарата *a* выполнены в виде отдельных пластин, вращающихся вокруг соответствующих осей. При переменной скорости вращения турби-



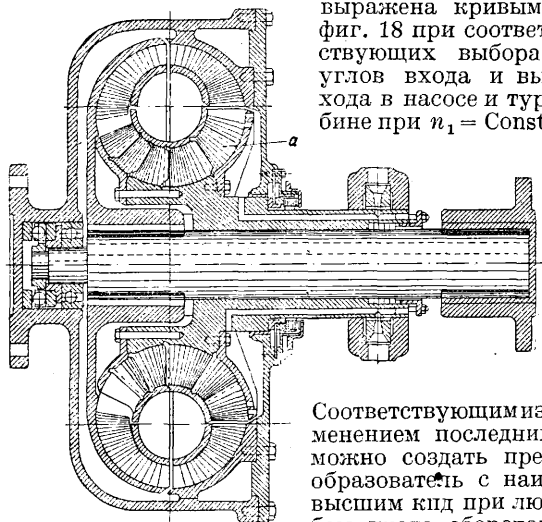
Фиг. 15.



Фиг. 16.

ны жидкость из нее выходит с различными скоростями и под разными углами. Лопатки направляющего аппарата автоматически поворачиваются вокруг своей оси и создают правильный подход жидкости к колесу насоса. Характеристика преобразователя момента м. б.

выражена кривыми фиг. 18 при соответствующих выборах углов входа и выхода в насосе и турбине при $n_1 = \text{Const.}$



Фиг. 17.

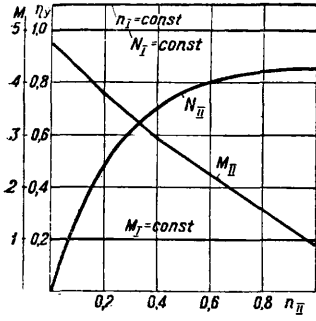
Для повышения кпд преобразователя при нормальном числе оборотов иногда автоматически сцепляют колесо турбины с валом двигателя или же заставляют вращаться направляющий аппарат одновременно с турбиной. В последнем случае преобразователь момента превращается в гидравлич. муфту, работающую с кпд $\eta = 0,95$. Гидравлич. муфты находят широкое применение в паровых установках с целью уменьшения влияния добавочных масс длинного винтового вала на крутильные коле-

Соответствующим изменением последних можно создать преобразователь с наивысшим кпд при любом числе оборотов в минуту турбины.

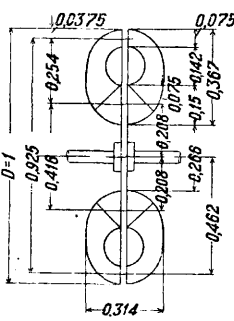
бания вала двигателя. Выполняются они с прямыми радиальными лопатками в насосе и турбине без направляющего аппарата. На схеме (фиг. 19) указаны основные размеры гидравлических муфт в зависимости от внешнего диаметра $D = 1,0$. Зависимость диам. от числа оборотов и мощности выражается ур-ем

$$N = \frac{1,7}{10^6} n^2 D^5, \quad (14)$$

где n —число оборотов двигателя в мин., а D —внешний диам. колес муфты в м. Наглядное



Фиг. 18.

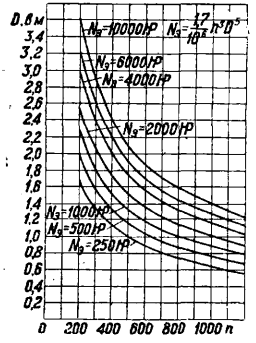


Фиг. 19.

Если требуется осуществить Т. в 1 000 Н_к, то к нижним машинам необходимо подвести в час подогретого до 400° воздуха

$$G_b = 11,3 \cdot 1000 = 11\,300 \text{ кг.}$$

Для лучшего использования размеров и веса компрессоров необходимо сжатие производить в 2 ступенях с перепадом давлений $p = \sqrt{12} = 3,46$. В быстродходных компрессорах линия сжатия приближается к адиабате. Для простоты принимается адиабатич. сжатие. Для сжа-



Фиг. 20.

представление о влиянии числа оборотов n на D дает фиг. 20. Как гидравлич. преобразователи момента, так и муфты—прекрасные глушители крутильных колебаний вала двигателя.

Пневматическая передача характеризуется тем, что энергия, заключающаяся в поступающем из компрессора сжатом воздухе, смеси газа и воздуха или пара и воздуха, используется в нижней машине Т. с распределением и управлением, аналогичными паровозному. Различают передачи разомкнутого и замкнутого процессов. К первому относятся передачи: воздушная—з-д-в Эсслингген, Шварцкопф в Германии и проект Гомзы, газовая—з-да Герлиц в Германии, газо-воздушная—проф. Мазинга (проект), паро-воздушная—Царлатти в Италии и проект Гомзы. К замкнутому процессу, при котором рабочее тело после расширения в рабочих цилиндрах Т. возвращается в компрессор, относятся: воздушная передача Денлоп в Англии (проект) и паровая Кристиани в Италии. Практически и теоретически выяснено, что работа сжатым воздухом без подогрева является невыгодной. Для повышения экономичности необходимо ввести подогрев сжатого воздуха перед вступлением в нижние рабочие цилиндры. По условиям смазки в поршневых машинах предельной t° для пара считают 380—400°. Примем эту t° подходящей для сжатого воздуха. 1 кг сжатого воздуха при $p_2 = 12 \text{ кг/см}^2$ и $t^\circ 400^\circ$ при расширении до $p_1 = 1 \text{ кг/см}^2$ в идеальном процессе обладает энергией $i - i_0 = 82 \text{ Cal}$ (взято по тепловой диаграмме Остертага). Тепловой эквивалент 1 Н_к-час равен 632 Cal. Отсюда расход подогретого воздуха в идеальном процессе будет

$$G_0 = \frac{632}{i_2 - i_1} = 7,7 \text{ кг.}$$

В индикаторную работу превращается ~ 80% от располагаемого тепла ($\eta_i = 0,80$). Поэтому

$$G_i = \frac{G_0}{\eta_i} = 9,6 \text{ кг.}$$

Механич. кпд машины $\eta_m = 0,85$. Тогда расход воздуха на 1 Н_к (на обод колеса) в час будет

$$G = \frac{G_i}{\eta_m} = 11,3 \text{ кг.}$$

тия 1 кг воздуха в первой ступени без потерь на всасывание и выталкивание потребуются затратить тепла

$$AL_1 = c_p (T_2 - T_1) = c_p (t_2 - t_1) = 0,241 (135 - 15) = 29,0 \text{ Cal.}$$

При условии промежуточного охлаждения воздуха до 60°, трудно осуществимого в Т., получим конечную t° сжатия 200° (по диаграмме Остертага). Соответствующая работа во второй ступени потребует:

$$AL_2 = 0,247 (200 - 60) = 34,6 \text{ Cal.}$$

Всего для сжатия 1 кг в 2 ступенях потребуются

$$AL_k = A (L_1 + L_2) = 63,6 \text{ Cal.}$$

Механич. кпд компрессора $\eta_m = 0,85$, индикаторный кпд $\eta_i = 0,8$. Общий кпд с учетом потерь при всасывании и выталкивании $\eta_k = 0,68$, следовательно потребуются затратить на валу двигателя мощность

$$N_s = 11\,300 \frac{AL_k \cdot 427}{\eta_k \cdot 75 \cdot 60 \cdot 60} = 1\,670 \text{ НР}_s.$$

Такой же мощности д. б. и двигатель, расходующий 180 г нефти на 1 Н_к-час. Следовательно Т. должен расходовать топлива на 1 Н_к, отнесенную к ободу колеса,

$$g_t = 0,180 \frac{1\,670}{1\,000} = 0,300 \text{ кг.}$$

Наивысшая его экономичность будет в предположении, что подогрев производится без затраты энергии

$$\eta_s = \frac{632 \cdot 100}{g_t H_n} \approx 21,1\%,$$

где H_n —низшая теплотворная способность топлива. Для подогрева воздуха при $p = 12 \text{ кг/см}^2$ с $t_k = 200^\circ$ до $t_n = 400^\circ$ затрачивается тепла

$$Q = c_p (t_n - t_k) = 0,247 (400 - 200) \cdot 11\,300 = 557\,000 \text{ Cal.}$$

Добавочная затрата тепла на 1 Н_к в идеальном случае будет

$$q = \frac{Q}{N_k} = 557 \text{ Cal.}$$

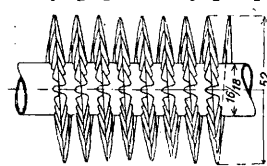
Экономичность Т. выразится

$$\eta'_s = \frac{632 \cdot 100}{g_t H_n + q} = 17,8\%.$$

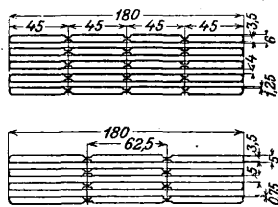
Между этими величинами в лучшем случае будет работать Т. с пневматической передачей в зависимости от способа подогрева воздуха, если p и t_n доведены до указанных величин. К пневматич. передаче можно отнести Т. проф. Шелеста, в к-ром двигатель превращен в механический генератор газов, характеризующийся тем, что цилиндр сгорания заряжается воздухом, сжатым в компрессоре до 3 atm. Этот воздух дожимается до 60—70 кг/см², после чего вводится топливо. Происходит сгорание, расширение и выхлоп, к-рый осуществляется при $p_k = 9—11$ кг/см². Для понижения t° газов до 380—400° впрыскивается вода. Образовавшейся газо-паровой смесью работают нижние рабочие машины Т., подобные паровозным. Второй вариант того же принципа заключается в применении для генерации газов компрессора, камеры сгорания и газовой турбины. Оба варианта находятся в экспериментальном исследовании в тепловозной лаборатории МММИ.

Комбинированная передача характеризуется применением двух не связанных кинематически двигателей, причем один из них имеет эластичную передачу, другой—непосредственную. Первый агрегат служит для разгона Т., второй пускается после достижения скорости, обеспечивающей самовоспламенение горючего в цилиндрах двигателя. В дальнейшем первый выключается на горизонтальных участках и вновь включается на подъемах. К этому классу относятся проекты Креглевского и проф. Тринклера с электр. передачей от первого двигателя, проекты Лонткевича и Пригоровского, у которых первый двигатель осуществлен с компрессорной передачей, служащей в дальнейшем для верхней наддувки второго двигателя по примеру, осуществленному Э-дом Зульцер на первом опытном Т. К этому же классу относятся и проекты Т. с паровым котлом и паровой машиной, служащей для разгона Т. и езды на подъемах. При отношении мощностей двигателя к паровой машине 10 : 1 последняя может работать за счет теплоты отработанных газов в двигателе.

Холодильное устройство состоит из радиатора, в к-ром происходит передача тепла от воды к воздуху, и вентилятора, служащего для просасывания воздуха через радиатор. Последний состоит из ряда гладких или ребристых медных, железных или латунных трубок, вставленных в днище верхнего или нижнего водяных баков. Внутри трубок протекает вода, снаружи они омываются воздухом. По условиям чистки размер трубок d . не менее 13—16 мм. Для увеличения поверхности охлаждения трубы иногда выполняются овальными или снабжаются ребрами в виде квадратных или же слегка гофрированных круглых пластин по типу фирмы Зауэрбир



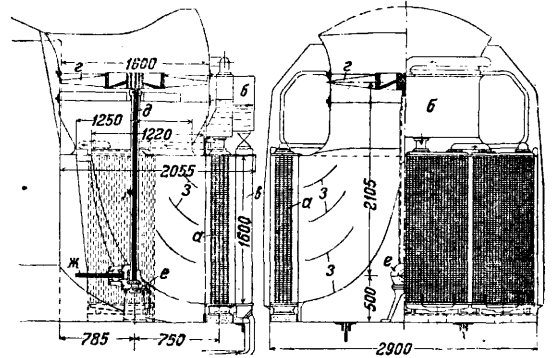
Фиг. 21.



Фиг. 22.

в Берлине (фиг. 21). Трубу с надетыми на нее пластинами погружают в оловянную ванну, чем достигается металлическое соединение трубы с пластинами. Ребра суживают воз-

душное живое сечение радиатора и увеличивают сопротивление проходу воздуха. С целью уменьшения скоростных потерь применяют пластинчатые радиаторы, состоящие из железных или медных полос, изгибаемых, как указано на фиг. 22. Железные полосы свариваются, медные—припаиваются. Ширина каналов для воды 3,5 мм, длина 150—180 мм. Расстояние между каналами 4—5 мм. Вследствие затруднительной чистки эти радиаторы пригодны только для охлаждения масла. На фиг. 23

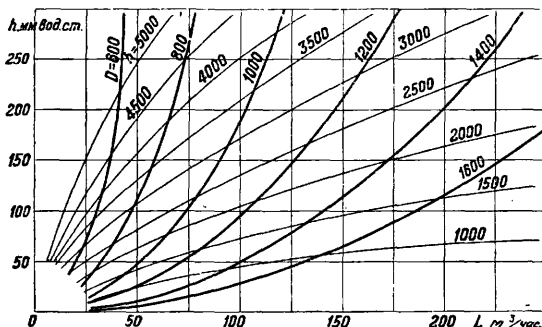


Фиг. 23.

представлен холодильник для Т. с механич. передачей Э-Мх-3, состоящий из 6 элементов a , из к-рых 4 спереди и 2 по бокам. Элемент состоит из 62 труб с пластинками Зауэрбира. Верхние водяные камеры элементов разделены внутренней стенкой на 2 части. Над последними помещен уравнивательный бак b , служащий для заполнения радиатора водой и расширения последней при нагревании. Вода из дизеля поступает в уравнивательный бак b , отсюда при помощи труб разветвляется на 2 линии и поступает к средним элементам. Все элементы соединены между собой последовательно. Кроме того в одной части труб каждого элемента вода течет сверху вниз, в другой—снизу вверх. Т. о. охлаждающая вода делает полных 6 ходов. Из последнего хода боковых элементов вода направляется в сборный бак, а отсюда через насос к дизелю. Общая охлаждающая поверхность водяного радиатора 530 м². Коэф. теплопередачи $k = 50$ Cal/ч м²°C. Масляный радиатор поставлен впереди водяного и состоит из 7 пластинчатых элементов b , из к-рых один служит для охлаждения масла зубчатой передачи, а остальные—для охлаждающего масла поршней и механизма дизеля. Эти элементы разбиты на 2 группы по 3 элемента в каждой, соединенные между собой последовательно. Общая поверхность масляного радиатора 200 м². Коэффициент теплопередачи $k = 35$ Cal/ч м²°C. Необходимый для охлаждения воздух просасывается вентилятором сист. Бетц. Колесо вентилятора z насажено на вертикальный вал d , соединенный конич. шестернями e с горизонтальным валом $ж$. Последний приводит во вращение от вала главного или вспомогательного дизеля при помощи зубчатой передачи, повышающей число оборотов вентилятора до 1200. Соответствующая производительность его 130 000 м³/ч при сопротивлении холодильника $h = 66$ мм вод. ст. Листы z служат для направления воздуха. На фиг. 24 приведена характеристика колес вентилятора Бетц, полученная при опытах Тома. По оси абсцисс отложена производительность вентилятора L (вы-

раженная в тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$), а по оси ординат—сопротивление холодильника h (в мм вод. ст.). Цифры на толстых кривых обозначают диам. колеса D (в мм), на тонких—число об/м.

Количество теплоты, передаваемое радиатором, пропорционально времени, поверхности



Фиг. 24.

соприкосновения, разности t° обоих тел, скорости воды в радиаторах и скорости воздуха, пропускаемого между трубами радиатора. Если обозначим через t среднюю темп-ру охлаждающей воды, ϑ_1 —темп-ру внутренней поверхности стенки трубы, омываемой водой, α_1 —коэф. теплопередачи от воды к стенке, Q —количество теплоты, проходящей в час через стенку, F —поверхность соприкосновения воды со стенкой, то переход тепла от воды к стенке выразится

$$Q = F\alpha_1(t - \vartheta_1). \quad (15)$$

Переход теплоты через стенку будет

$$Q = F\frac{\lambda}{\delta}(\vartheta_1 - \vartheta_2), \quad (16)$$

где δ —толщина стенки в м, λ —коэф. теплопроводности металла, ϑ_2 —темп-ра наружной стенки. Переход тепла от наружной стенки к воздуху

$$Q = F\alpha_2(\vartheta_2 - \tau), \quad (17)$$

где α_2 —коэф. теплопередачи от стенки к воздуху, τ —средняя темп-ра воздуха. Из ур-ий (15)—(17) получаем выражение, общее для всего процесса охлаждения,

$$Q = Fk(t - \tau), \quad (18)$$

где

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

В радиаторах Т. применяются тонкостенные трубы с малой δ . Поэтому с достаточной точностью имеем

$$k = \frac{\alpha_1\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}. \quad (19)$$

Переход тепла от воды к металлу по Зененку зависит от скорости воды v_1 (м/сек), диам. трубы d (в м) и темп-ры воды t

$$\alpha_1 = 2020(1 + 0,014t)\frac{v_1^{0,9}}{d^{0,1}}. \quad (20)$$

Коэффициент теплопередачи от металла к атмосферному воздуху по Тома при движении воздуха между трубами $\varnothing d$ (в м) со скоростью v_2 (в м/сек)

$$\alpha_2 = b\frac{v_2^{0,6}}{d^{0,4}}, \quad (21)$$

где $b = 3,5$ для прямоугольного расположения труб и $b = 43,5$ для шахматного расположения труб. Более точные результаты получаются при введении поправочного коэф-та 0,9. Из

сравнения ур-ий (15) и (17) с (18) можно найти темп-ры стенки:

$$\vartheta_1 = t - \frac{k}{\alpha_1}(t - \tau) \quad (22)$$

и

$$\vartheta_2 = \tau + \frac{k}{\alpha_2}(t - \tau). \quad (23)$$

В холодильнике Т. темп-ра воды понижается с t_1 до t_2 , а темп-ра воздуха повышается с τ_1 до τ_2 . Поэтому переход тепла выразится

$$Q = kF \frac{(t_1 - \tau_1) - (t_2 - \tau_2)}{\ln \frac{t_1 - \tau_1}{t_2 - \tau_2}}. \quad (24)$$

При малых перепадах t достаточно точно служит выражение

$$Q = kF \left(\frac{t_1 + t_2}{2} - \frac{\tau_2 + \tau_1}{2} \right). \quad (25)$$

Обозначив часовой расход воды через G_W , а часовой расход воздуха через G_L , имеем:

$$Q = (t_1 - t_2)G_W \quad (26)$$

и

$$Q = c_p(\tau_2 - \tau_1)G_L, \quad (27)$$

где c_p —теплоемкость воздуха ($= 0,24$). Из уравнений (25), (26) и (27) имеем:

$$t_1 + t_2 - (\tau_2 + \tau_1) = \frac{2Q}{kF},$$

$$t_1 - t_2 = \frac{Q}{G_W}$$

и

$$\tau_2 - \tau_1 = \frac{Q}{c_p G_L}.$$

Складывая последние ур-ия, получим выражение, позволяющее определить t_1 воды в рубашках цилиндров при различных τ_1 наружного воздуха,

$$t_1 - \tau_1 = \frac{Q}{kF} + \frac{Q}{2G_W} + \frac{Q}{2c_p G_L} = \beta Q, \quad (28)$$

где

$$\beta = \frac{1}{kF} + \frac{1}{2G_W} + \frac{1}{2c_p G_L}$$

может служить характеристикой холодильника. Для сравнения холодильников между собою служит уд. поверхность охлаждения и уд. в., приходящийся на 1 HP_s двигателя, т. е.

$$i = \frac{F}{N_s} \quad \text{и} \quad q = \frac{G}{N_s}.$$

Темп-ру наружного воздуха для Европ. части СССР можно принять $\tau_1 = 40^\circ$, для Туркестана и Кавказа $\tau_1 = 50^\circ$. Скорость воздуха в живом сечении холодильника $v_2 = 10 \div 15$ м/сек. В правильно рассчитанном холодильнике

$$\frac{t_1 + t_2}{2} - \frac{\tau_2 + \tau_1}{2} \approx 25^\circ,$$

для чего глубина его $d. \leq 200$ мм; t_1° воды в головке двигателя желательно держать $\leq 80^\circ$. Количество тепла, подлежащего отводу из двигателя, принимается 600 $\text{Cal}/\text{HP}_s\text{-час}$, из них 20% на охлаждение поршней маслом, а 80% на охлаждение цилиндров и головки двигателя водой. Для охлаждения смазочного масла шатунов и подшипников требуется отвести дополнительно 30 $\text{Cal}/\text{HP}_s\text{-час}$ и для зубчатой передачи ~ 30 $\text{Cal}/\text{HP}_s\text{-час}$. Теплоемкость масла $c_p = 0,4$. По ф-ле (27) находится весовое количество воздуха, просасываемого вентилятором через радиатор. Для перехода от веса к объему служит выражение $L = \frac{G_L}{\gamma}$, где γ —уд. в. воздуха при рассматриваемой средней τ . Падение давления воздуха для создания скорости протекания и

преодоления всех сопротивлений определяется по ф-ле

$$\frac{v_0^2}{2g} + \frac{p_0}{\gamma} = \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} + \frac{\xi v^2}{2g}. \quad (29)$$

Если пренебречь скоростью воздуха перед холодильником, то ур-ие (29) примет вид

$$\frac{p_0 - p}{\gamma} = \frac{v^2}{2g} + \frac{\xi v^2}{2g} = (1 + \xi) \frac{v^2}{2g},$$

где $\frac{p_0 - p}{\gamma} = H$ (в м вод. ст.) и $p_0 - p = h$ (в мм вод. ст.). Падение давления Δp при течении воздуха по трубе находится по ф-ле, применяемой также в гидравлике,

$$\Delta p = \beta \gamma \frac{l}{d} v^2.$$

Если взять d (в мм), l (в м), γ (в кг/м³) и v (в м/сек), то по Фриче

$$\beta = 6,02 d^{-0,269} (\gamma v)^{-0,149},$$

причем Δp получается в кг/м² или в мм вод. ст. В общем для подсчетов всех сопротивлений можно пользоваться данными для воды. Для радиатора с гладкими трубами сопротивление каждого ряда обычно = $\frac{1}{2}$ скоростного напора, т. е.

$$\Delta h = 0,5 \frac{v^2}{2g} \gamma \text{ мм вод. ст.}$$

По найденным величинам L (в м³) и h (в мм вод. ст.) подбирают по фиг. 24 колесо вентилятора. Затрачиваемая мощность на вентилятор

$$N_p = \frac{Lh}{3600 \cdot 75\eta}, \quad (30)$$

где $\eta = 0,40 \div 0,50$ кпд вентилятора с передачей. По ф-ле (26) находят количество воды G_w , давление к-рой в сети поддерживается $\sim 4 \text{ atm}$ при помощи предохранительного клапана с обратным перепуском воды в резервуар. Как водяной, так и масляный насосы д. б. рассчитаны на двойную подачу, чтобы при нек-рой неисправности их работоспособность двигателя не была нарушена. Указанный расчет применим для гладких труб, число к-рых получается значительным. Более компактные радиаторы достигаются припайкой на трубы медных пластинок $50 \times 50 \times 0,5$ мм. При этом коэф. k падает значительно и определяется по сл. ф-ле:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{\delta_m}{\lambda} + \frac{1}{a_2}} \text{ Cal/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (31)$$

где f_1 —поверхность соприкосновения с водой, f_2 —с воздухом (в м²), δ_m —средняя ширина ребра в м, $f_m = \pi(d + 2\delta_m)s$ —среднее сечение для теплопроводности в ребре толщиной s . Сопротивление каналов каждого ряда по Рекнагелю

$$\Delta h = \frac{\Delta l v^2}{250d_0} \left(0,12 + 2 \frac{qv + \varphi}{v\sqrt{d_0}} \right) \text{ мм вод. ст.}, \quad (32)$$

где Δl —длина канала в м, $d_0 = \frac{4F}{U}$ —гидравлический диам. канала в м, $q = 0,018$ —коэф. шероховатости пластин и $\varphi = 0,114$ —коэф. вязкости воздуха при атмосферном давлении. При одном и том же количестве отведенного тепла, при равных скоростях воздуха и воды число ребристых труб меньше гладких в 12—9 раз. Мощность вентилятора почти не изменяется.

Определение основных размеров Т. Основная зависимость между силой тяги на ободе колеса F_k , скоростью V (в км/ч) и мощностью N_k выражается, как и в паровозе,

$$N_k = \frac{F_k v}{270}. \quad (33)$$

Удельное сопротивление тепловоза на горизонтальном участке выражается формулой

$$w_1 = 2,5 \frac{Q_1}{P} + c \frac{P_c}{P} + \frac{0,6F}{P} \left(\frac{V}{10} \right)^2, \quad (34)$$

где Q_1 —вес в т, приходящийся на тендер и на спаренные оси локомотива, P_c —цепной вес локомотива в т, P —общий вес локомотива в т, F —лобовая площадь локомотива ($F \approx 10 \text{ м}^2$), c —опытный коэф., учитывающий число спаренных осей: для 2 спаренных осей $c = 5,8 \text{ кг/т}$, для 3 спаренных осей $c = 7,3 \text{ кг/т}$, для 4— $c = 8,4 \text{ кг/т}$ и для 5— $c = 9,3 \text{ кг/т}$. Сильный ветер повышает сопротивление локомотива, что учитывается повышением на 18 км скорости V . Уд. сопротивление вагонов по ф-ле Штраля для 4- и 6-осных пассажирских и тяжелых товарных вагонов

$$w_2 = 2,5 + 0,025 \left(\frac{V}{10} \right)^2, \quad (35)$$

для пассажирских 3-осных вагонов

$$w_3 = 2,5 + 0,033 \left(\frac{V}{10} \right)^2, \quad (36)$$

для товарных 2-осных и смешанных вагонов, на половину нагруженных,

$$w_4 = 2,5 + 0,05 \left(\frac{V}{10} \right)^2, \quad (37)$$

для них же порожних

$$w_5 = 2,5 + 0,04 \left(\frac{V}{10} \right)^2, \quad (38)$$

для открытых порожних вагонов

$$w_6 = 2,5 + 0,125 \left(\frac{V}{10} \right)^2. \quad (39)$$

При сильном боковом ветре нужно увеличить V на 23 км/ч, при ветре спереди V увеличивается на 10—20 км/ч в зависимости от силы ветра. Полное сопротивление всего поезда весом Q будет

$$W_0 = w_1 P + \sum w Q. \quad (40)$$

При установившемся движении $F_k = W$. Уд. сопротивление поезда при трогании с места при обычных условиях $w_0 = 5\text{—}6 \text{ кг/т}$ и при сильно стяннутых стаяжках $w'_0 = 12 \text{ кг/т}$. Максимальная сила тяги при разгоне поезда

$$F_{k_{max}} = (P + Q) w_0 + \frac{P+Q}{3,6g} 1000(1+\gamma) \frac{dV}{dt}, \quad (41)$$

где V —скорость поезда в км/ч, $g = 9,81 \text{ м/сек}^2$ (ускорение тяжести), $\gamma = 0,06$ —коэф., учитывающий влияние вращающихся колесных пар поезда. $F_{k_{max}}$ не д. б. меньше сопротивления поезда при сильно стяннутых стаяжках, т. е. $F_{k_{max}} \geq 12(P + Q)$. Зная $F_{k_{max}}$, находим необ-

ходимый сцепной вес $T. 1000P_c \geq \frac{F_{k_{max}}}{\psi}$, где ψ —коэф. сцепления движущихся колес с рельсами, равный 0,25—0,20. Если нагрузка на ось P по состоянию пути известна, то число сцепных осей $a = \frac{P_c}{P}$. В Т. с электр. и зубчатой передачами вследствие отсутствия поступательно движущихся частей можно допускать нагрузку на ось на 25% больше против паровоза при условии полного уравнивания вращающихся частей механизма. Если общий вес Т. соответствует сцепному, то поддерживающие оси не требуются, причем скорость не должна превышать 60 км/ч. Для спокойного хода Т. необходимо нагрузку на поддерживающие оси брать $P_b = \beta P$, где $\beta = 0,7 \div 1,0$.

Число оборотов n_k сцепных осей в Т. при отсутствии поступательно движущихся частей в передаточном механизме допускается на 15—

20% выше, чем в паровозе. Диам. сцепных колес определяется из ф-лы $V = 0,1884 Dn_k$. Если число оборотов двигателя n_d , то передаточное число $u = \frac{n_d}{n_k}$. Сила тяги 1-цилиндровой паровой машины выражается из условия равенства работ или

$$F_k \pi D = \eta \frac{2\pi d^2}{4} H p_i$$

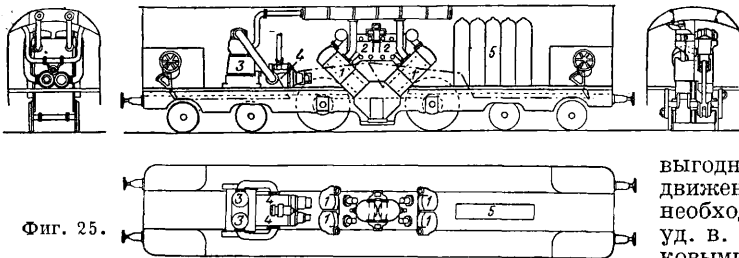
или

$$F_k = \eta \frac{d^2 H}{2D} p_i \quad (42)$$

В двигателе вводится коэф. τ , характеризующий число ходов поршня на 1 рабочий ход. Для 4-тактных двигателей $\tau = 4$, для 2-тактных $\tau = 2$. Если число цилиндров двигателей i , передаточное число u , то при механич. передаче

$$F_k = \eta \frac{d^2 H}{2D\tau} p_i i u, \quad (43)$$

где $\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3$ — коэф., учитывающий потери в буксах осей, шатунном механизме и зубчатой



Фиг. 25.

передаче и механич. потери в двигателе. Обычно можно принять в хорошо исполненных механизмах $\eta_1 = \eta_2 = 0,95$; $\eta_3 = 0,78 \div 0,83$ в 4-тактных двигателях, $\eta_3 = 0,65 \div 0,70$ в 2-тактных. Указанные величины относятся к нормальным p_i . Высшие пределы относятся к двигателям с механич. распыливанием нефти, при к-ром p_i уменьшается на $\sim 10\%$. Отношение хода поршня к диам. в быстроходных двигателях

$$\frac{H}{d} = \varphi = 1,0 - 1,1.$$

Поэтому

$$F_k = \eta \frac{100\varphi d^3}{2D\tau} p_i i u,$$

откуда

$$d = \sqrt[3]{\frac{F_k 2D\tau}{100 \eta p_i i u}} \quad (44)$$

При данных основных размерах в м и n об/мин. мощность 4-тактного двигателя будет

$$N_p = \frac{10^4 \eta n d^2 H n p_i}{4 \cdot 2 \cdot 75 \cdot 60} \approx 0,872 \eta d^2 H n p_i. \quad (45)$$

Мощность 2-тактного двигателя

$$N'_p = 1,744 \eta d^2 H n p_i. \quad (46)$$

Веса частей Т. с зубчатой передачей, отнесенные к мощности двигателя, примерно выражаются (в кг/HP):

| | |
|--|--------------|
| Двигатель при $n=450$ | 25,0 |
| Рама, бунса, сцепные приборы | 14,0 |
| Скаты, рессоры и дышла | 19,0 |
| Зубчатая передача и муфты | 15,0 |
| Холодильник с вентил. приводом | 6,8 |
| Электрич. оборудование (аккумулятор, батарея, вспомогательный динамомотор и запасной компрессор) | 2,0 |
| Вода, топливо, масло с баками | 9,5 |
| Тормоз с принадлежностями | 1,4 |
| Кузов | 7,0 |
| Насосы, трубопровод, котел отопления, лестницы, фонари, инструменты | 2,5 |
| Всего | 102,2 |

Вес Т., отнесенный к касательной мощности,

$$q_k = \frac{q_d}{\eta}, \quad (47)$$

где η — кпд передачи от двигателя к колесам. Указанные веса носят ориентировочный характер при составлении эскизных проектов. С точки зрения эксплуатации идеальным Т. был бы такой, у к-рого сила тяги, мощность, сцепной и общий вес находились бы в полном соответствии при всякой скорости. Связь между силой тяги и сцепным весом при a сцепных осях выражается формулой $F_k = 1000 p_c a \psi$. Между общим весом и мощностью — $1000P = q_k N_k$; между силой тяги, мощностью и скоростью — $N_k = \frac{F_k V}{270}$. Из этих трех ур-ий имеем

$$P = \frac{q_k V \psi}{270} p_c a. \quad (48)$$

Если поддерживающих осей не имеется, то $P = p_c a$. При этом скорость, при к-рой мощность, сила тяги и вес будут использованы полностью, $V = \frac{270}{\psi q_k}$. Коэф. сцепления является ф-ией скорости и м. б. примерно выражен $\psi = 0,22 - 0,00125 V$.

Тогда скорость находится из выражения

$$(0,22 - 0,00125 V) V = \frac{270}{q_k}. \quad (49)$$

Это указывает, что тяжелые Т. выгодно используются только в товарном движении. Для повышения скорости Т. необходимо конструировать Т. с малым уд. в. и кроме того снабжать их бегунковыми осями. Если Т. имеет a сцепных и b бегунковых осей, то наилучшая скорость получается из соотношений:

$$\frac{N_k q_k}{1000} = p_c a + \beta p_c b = p_c a (1 + \beta \frac{b}{a})$$

и

$$F_k = 1000 p_c a \psi,$$

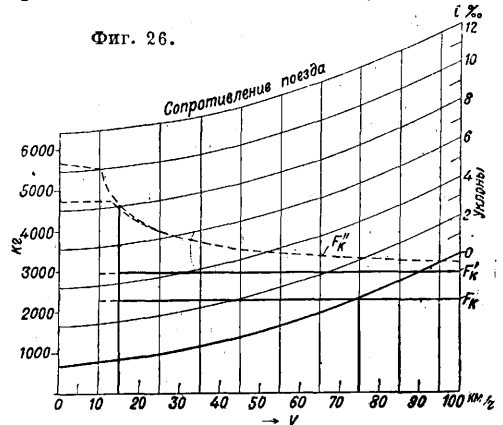
откуда

$$V = \frac{270}{\psi q_k} (1 + \beta \frac{b}{a})$$

или

$$(0,22 - 0,00125 V) V = \frac{270}{q_k} (1 + \beta \frac{b}{a}). \quad (50)$$

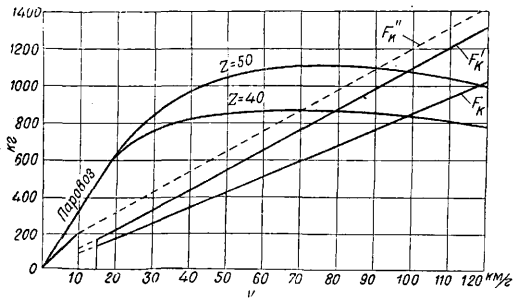
Выполнить эти условия полностью для всех скоростей невозможно. Поэтому необходимо



назначать наилучшие скорости на затяжных подъемах или повышенные скорости езды на горизонтали.

Главнейшие построенные Т. Несмотря на громадные преимущества перед паровозами мощные Т. еще не вышли из стадии опытных изысканий благодаря их высокой начальной стоимости. Автовагоны, локомоторы и ма-

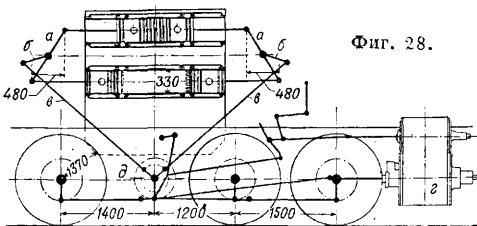
невровые Т. находят большое применение в Америке и др. странах Европы. В СССР к началу 1933 г. имеются 5 пробных автовагонов,



Фиг. 27.

8 мощных Т. и несколько сот мотовозов. В будущем намечено значительное внедрение Т. на безводных участках и мотовозов на заводских и железно-дорожных путях.

Т. с непосредственной передачей. Первый из этого класса Т. построен по заказу Прусских ж. д. з-дами бр. Зульцер в Швейцарии и Борзиг в Германии в 1912 г. Его устройство ясно из фиг. 25, где 1—главный двигатель 2-тактный, 4-цилиндровый 380×550 мм с V-образным расположением цилиндров, $N_s = 960$ Н, при $n = 300$ и $p_i = 8$ кг/см²; 2—продувочные компрессоры, помещенные между цилиндрами двигателя; давление пускового воздуха 50 кг/см², продувочного 1,4 кг/см²; вес тепловоза 95 т. Передача от вала двигателя к 2 ведущим осям осуществлена спарниками. На Т. имеется вспомогательный дизель-компрессор 3—4 мощностью 250 Н, при $n = 350$ для зарядки сжатым воздухом пусковых баллонов 5 емкостью 4 м³

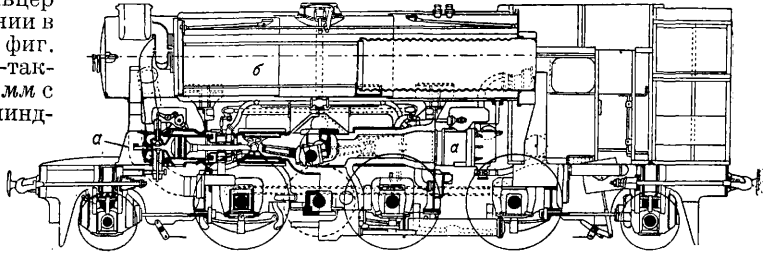


Фиг. 28.

для разгона поезда, а также для добавления сжатого воздуха в цилиндры главного двигателя во время работы с целью повышения его мощности. Сила тяги пропорциональна p_i ; последнее в тихоходных дизелях почти не меняется с изменением n . Следовательно при $p_i = \text{const}$ и $F_k = \text{const}$. Из тяговой характеристики (фиг. 26) при разных скоростях V (в км/ч) и разных подъемах i ‰ для поезда в 38 осей общим весом $P + Q = 475$ т следует, что сила тяги $F_k = 2280$ кг при нагрузке, соответствующей $p_i = 8$ кг/см², достаточна для данного поезда при $V = 75$ км/ч на горизонтальном участке. Если поезд переходит на затяжной подъем всего 3‰, то скорость падает до $V = 15$ км/ч. Добавочный двигатель при максимальной перегрузке главного ($p_i = 10,4$ кг/см²), к-рую надо считать близкой к предельной, повышает силу тяги до 4750 кг при $V = 13$ км/ч. При опытных поездах летом переход с работы сжатым воздухом на нормальную работу производился при $V = 10$ км/ч. На

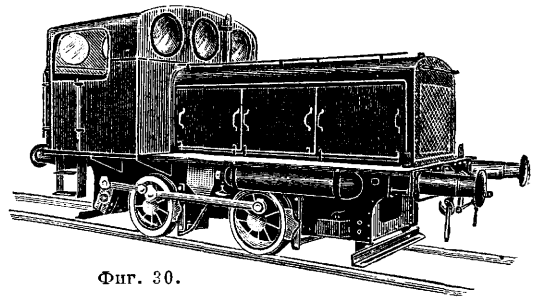
разгон поезда требуется время ~ 8 минут при пройденном пути 6,24 км. Из сравнения мощностей тепловоза Зульцера и паровоза серии КУ (фиг. 27) видно, что указание мощности двигателя в Т. не может служить критерием сравнительной оценки с паровозом. Для разгона Т. сжатым воздухом необходимо значительно увеличить объем баллонов и мощность вспомогательного дизель-компрессора. Плохие условия разгона поезда Т. непосредственной передачи являются препятствием для разрешения проблемы транспорта.

Вторым Т. этого класса является тепловоз Ансальдо в Италии, схема которого ясна из фиг. 28. Двигатели типа Юнкерса 330×480 мм посредством качающихся балансиров a передают работу промежуточным валам, от к-рых кривошипами b и шатунами c работа передается тяговому валу d . Продувочные насосы выполнены в виде 2-цилиндровой паровозной машины e . При разгоне поезда они работают сжатым воздухом из резервуара, давление в к-ром поддерживается постоянным редуцирующим вентилем. В резервуар воздух перепускается из



Фиг. 29.

36 запасных баллонов емкостью 3,2 м³. Для пополнения баллонов имеется компрессор высокого давления (до 120 атм), цилиндры к-рого установлены на передних крышках продувочных насосов. Вспомогательный мотор-компрессор мощностью 10 Н. Переход на топливо происходит при $V = 10$ км/ч. Через 3 км пробега компрессор пополняет израсходованный сжатый воздух. Холодильники поставлены по обоим концам Т. Служебный вес 84 т. К этому же классу можно отнести также Т. Стилл-Китсон в Англии (фиг. 29). Двигатель 4-тактный 6-цилиндровый горизонтальный с использованием

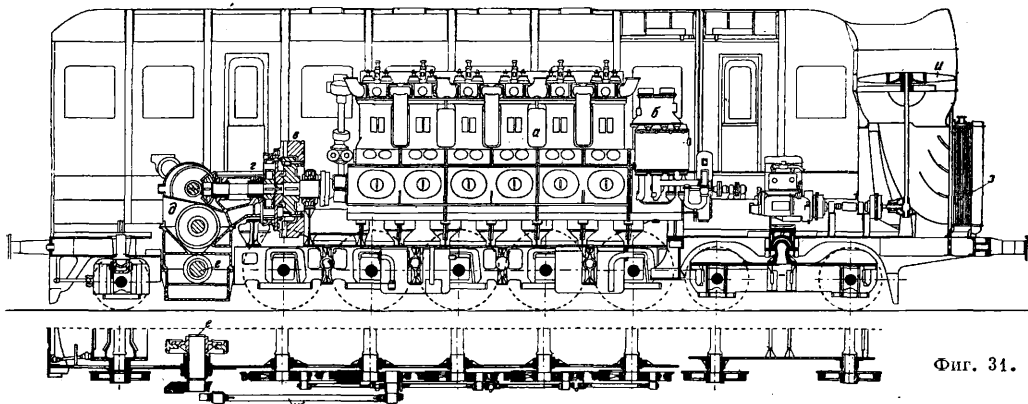


Фиг. 30.

теплоты отработанных газов для обогрева котла b . Пар из последнего при 12 атм поступает в полость цилиндра a , противоположную полости сгорания. Т. о. получается газопаровой двигатель, в к-ром мощность паровой части составляет $\sim 10\%$ газовой при полной нагрузке и уменьшается значительно с понижением p_i двигателя. При $p_i = 3$ кг/см² мощность паровой части $\sim 3,5\%$ газовой. Из этого ясно, что при

разгоне и на подъемах паровая часть двигателя должна пополняться паром за счет сжигания топлива в паровом котле, как в нормальном паровозе. Э-д Шнейдер строит Т. с вертикальным 2-тактным 4-цилиндровым двигателем сист. Стилла. От двигателей работа пере-

троллеров, расположенных у поста машиниста. Один контроллер служит для главной муфты, а другой для муфт коробки скоростей. Перемена направления движения производится путем реверсирования двигателя, что усложняет обслуживание. Т. построен Э-дом Эссlingen в



Фиг. 31.

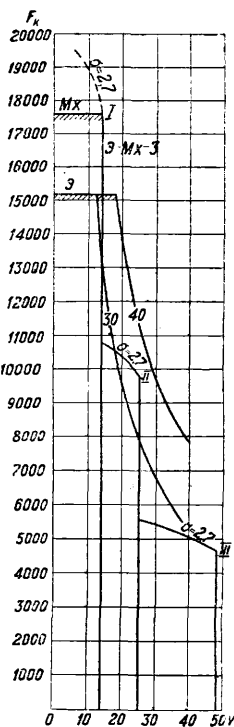
дается помощью балансирно-кривошипного механизма на ведущую ось. Охлаждающие рубашки соединены термосифоном с водяным пространством котла.

Т. с механической передачей малых мощностей для обслуживания э-дов, шахт, гаваней, различных складов и маневров на промежуточных станциях выполняются в большом количестве в Германии фирмой Дейтц, в Америке—Балдвин. На фиг. 30 показан 20-тонный Т. сист. Дейтц-Дизель. Т. этой конструкции строится с мощностью двигателя 10÷300 НР, весом 4÷40 т, максимальной силой тяги на крюке 690÷8 000 кг и скоростью 4÷15 км/ч. При назначении прицепного веса обычно принимают сопротивление нормальной колеи 6 кг/т, узкой—12 кг/т. На фиг. 31 показан Т. СССР с зубчатой передачей Э-Мх-3 типа 2-5-1. Главный двигатель а с компрессором б, реверсивный, э-да MAN мощностью 1 100 НР, при $n = 400$. Критические обороты лежат в пределах $n = 410 \div 430$. Охлаждение поршней масляное. Двигатель приводит в движение колеса Т. через главную сцепную электромагнитную муфту в, углубленную муфту г, шестеренную коробку скоростей д, промежуточный тяговый вал е и шатуны жс. Число ступеней передачи 3; все колеса ее находятся в постоянном зацеплении между собой. Включение делается при помощи соответствующих электромагнитных муфт. Наибольшая скорость Т. на первой ступени 14,36, на второй—25,12 и на третьей 48,52 км/ч. Как показал опыт, 3 ступеней скорости оказались недостаточно. При каждом переключении сила тяги падает до 0, что вызывает затруднения в управлении Т. Радиатор з выполнен из ребристых труб. Вентилятор холодильника и первоначально приводился в движение от вспомогательного дизеля мощностью 60 НР. После первых опытов двигатель был снят и заменен 2-ступенчатой коробкой скоростей, приводимой в движение от главного вала двигателя. Для включения муфт и для освещения служат динамо, приводимая в движение от главного вала, и аккумуляторная батарея емкостью 80 Ач. Нагрузка бегунковых осей 12,6 и 13,1 т, сцепных—по 17,86 т и поддерживающей—16 т. Служебный вес Т. 131,0 т, сцепной—89,3 т. Управление осуществляется при помощи 2 кон-

Германии, зубчатая передача выполнена фирмой Круппа. Сила тяги Т. F_k в зависимости от скорости V при подаче топлива в двигатель $\sigma = 2,7 \text{ г}$ за рабочий ход ($p_i = 7,8 \text{ кг/см}^2$) и при передачах I, II, III изображена на фиг. 32. Там же нанесены кривые силы тяги паровоза серии Э при $z = 30 \div 40 \text{ кг/м}^2 \text{ ч}$. Из сравнения кривых видно, что Т. Э-Мх-3 соответствует паровозу Э при $z = 30$. Кривые силы тяги паровоза Э на 20% выше паровоза Э.

Т. с электрич. передачей благодаря эластичности силы тяги давно нашли широкое применение на маневрах и в пригородном движении в виде автовагонов (см. *Автомотриса*) несмотря на их высокую стоимость. Наиболее распространенные мощности 300 НР, с 1 дизелем и 600 НР, с 2 дизелями. Служебный вес первого ~ 55 т, второго ~ 90 т. Последний тип дает возможность работать одним агрегатом на горизонтальных участках. Из фирм, строящих Т. с электрич. передачей, необходимо отметить: а) в Америке—Американскую локомотивную К^о (AL Co.) и Балдвин; двигатели поставляют для них Э-ды Ингерсол-Рэнд, AL Co., Бриль, Бердмор; электрич. часть изготовляют Всеобщая К^о Электричества (GEC) и Вестингауз (W); б) в Германии—Эссlingen совместно с MAN и Brown-Bowery (BBC), а также AEG.

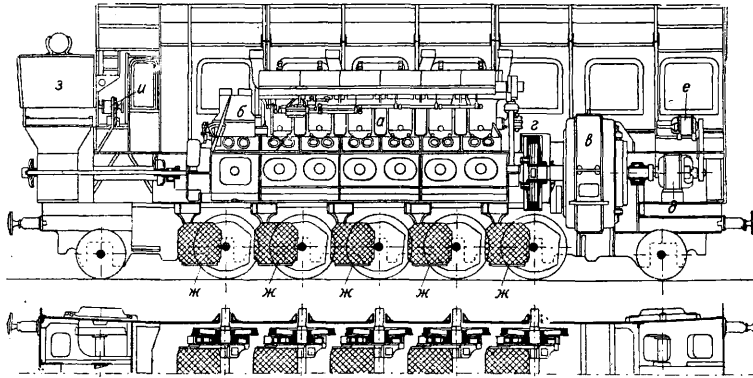
Тепловозы больших мощностей $N_k = 1 500 \text{ НР}$, и выше находятся в периоде исследования в эксплуатации. Наибольший Т. типа 2-4-1+1-4-2 выполнен Э-дом Балдвин с двигателем Бердмор и электрич. частью Вестингауз.



Фиг. 32.

Служебный вес 290 т, сцепной 214 т, $F_{кmax} = 45\ 000$ кг. Т. представляет собою 2 симметричных Т., сцепленных между собою. В каждом установлен 12-цилиндровый 4-тактный двигатель $d = 305$ мм, $H = 305$ мм, $N_0 = 1\ 330$ HP, при $n = 800$. Общая мощность 2 660 HP. Предназначен для поездов 2 800 т со скоростью $V = 60$ км/ч на горизонтальном участке. В СССР

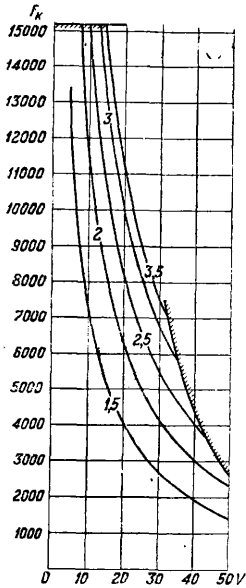
построено 140 kW каждый. Моторы включены параллельно. Передаточное число зубчаток 1:6,14. Поддерживающие оси типа Адамса. Радиатор Т. з первоначально был выполнен трубчатым из горизонтальных гладких труб. Вентиляторы приводятся в движение непосредственно от главного вала двигателя. В настоящее время этот холодильник заменен более мощным. Тепловоз



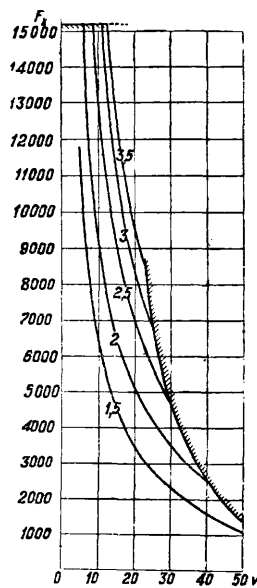
Фиг. 33.

с 1925 г. находится в работе тепловоз Э-Эл-2 типа 1-5-1 (фиг. 33). На раме Т. помещается 6-цилиндровый двигатель *а* с компрессором *б* завода MAN, развивающий 800 HP, при $n = 300$ и 1 200 HP, при $n = 450$. Охлаждение першей — водяное. Между $n = 360$ и $n = 380$ находятся критические числа оборотов. Поэтому регулятор безопасности двигателя установлен на $n = 330$.

построен 3-дом Эсслинген в Германии. Нагрузки бегунковой оси 14 т, сцепной 17,5 т, поддерживающей 16,8 т. Общий вес Т. 118,3 т, сцепной—87,5 т. Управление производится при помощи контроллера *и*, помещенного со стороны холодильника. Сила тяги Т. F_k в зависимости от скорости V и подачи топлива за рабочий ход σ (в г) при числе оборотов $n = 330$ показана на фиг. 34. С уменьшением числа оборотов уменьшается сила тяги при той же подаче топлива σ (фиг. 35). На фиг. 32 и 36 нанесены силы тяги и кпд Т. с электр. передачей Э-Эл-2 и механич. Э-Мх-3.



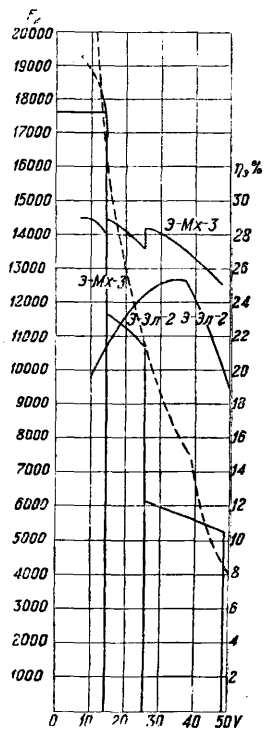
Фиг. 34.



Фиг. 35.

Двигатель приводит в движение главный генератор *в* завода ВВС через полугибкую муфту *г*. Генератор имеет 2-ступенчатое возбуждение по схеме Леонарда, осуществленное посредством динамо-возбудителя *д* мощностью 18,5 kW и *е* — мощностью 1 kW. Оба возбудителя приводятся в движение от вала генератора. Мощность последнего $N = 800$ kW. Наибольшая сила тока $I = 1\ 500$ А, наибольшее напряжение $E = 1\ 000$ V. Движущие оси приводятся от моторов *же* мощ-

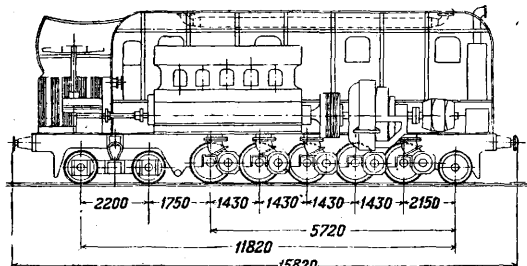
На фиг. 37 показан разрез тепловоза 2-5-1 с электрической передачей Э-Эл-5, более упрощенной конструкции, чем Т. Э-Эл-2. Двигатель 6-цилиндровый, бескомпрессорный, $d = 45$ см, $H = 42$ см, $n = 450$, $N_0 = 1\ 050$ HP. Охлаждение поршней масляное. Соединение дизеля с генератором осуществлено при помощи гибкой муфты, облегчающей переход через критич. числа оборотов дизеля. Моторы имеют принудительную вентиляцию, характеризующуюся установкой 2 вентиляторов по концам Т. Один из вентиляторов засасывает воздух снаружи и гонит его по каналу, расположенному сбоку дизеля. Канал имеет пять патрубков, соединенных со статорами моторов. Пройдя моторы, воздух выходит через противоположные патрубки, соединенные сборным вытяжным каналом, расположенным по другую сторону двигателя. Из вытяжного вентилятора воздух отсасывается другим вентилятором. Опыт показал, что для обеспечения хорошей вентиляции достаточно иметь только нагнетательный вентилятор. Т. снабжен электрическим, воздушным и ручным тормозами. Этот тип Т. принят как основной для постройки Т. во вторую пятилетку.



Фиг. 36.

Т. с пневматической передачей малых мощностей от 100 до 120 HP, выполняются фирмой Шварцкопф в Берлине без подогрева воздуха. Малая экономичность их побудила фирму MAN совместно с 3-дом Эсслинген

построить мощный Т. с подогревом воздуха за счет теплоты отходящих газов (фиг. 38). На раме Т. установлен 6-цилиндровый бескомпрессорный двигатель А при $d = 45$ см, $H = 42$ см, $n = 450$, $N_2 = 1\ 050$ HP, жестко связанный с одноступенчатым двухцилиндровым компрессором

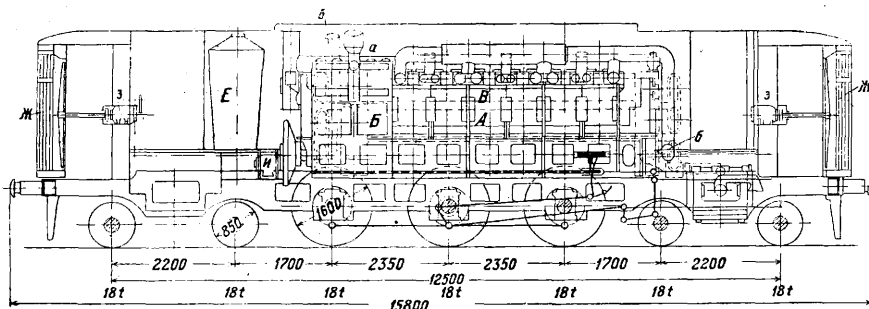


Фиг. 37.

двойного действия Б при $d = 64$ см, $H = 32$ см. Всасывающие клапаны—управляемые, нагнетательные—самодействующие. В—подогреватель воздуха, Г—рабочие цилиндры с золотниковым распределением ($d = 70$ см, $H = 70$ см), Д—баллоны с сжатым воздухом для пуска дви-

в подогреватель через патрубок б и, пройдя ряд трубок е, выходят через патрубок в в атмосферу. Для предупреждения взрывов установлены предохранительные пластинки жс. Весь ряд труб может удлиняться вместе с днищами в уплотненных сальниках. Система труб м. б. удалена через торцевые крышки подогревателя. Первый барабан подогревателя соединен с компрессором. Остальные 2 барабана жестко укреплены к кузову Т. Для уничтожения деформаций 1-й барабан снабжен компенсатором из волнистого металлич. рукава. Средняя скорость газов в подогревателе 45 м/сек, воздуха 15 м/сек. Коэф. теплопередачи $k = 30$ Cal/m² ч °C. Площадь нагрева 82,5 м². Температура отходящих газов понижается в подогревателе с 520 до 270°, темп-ра воздуха повышается с 200 до 320°. Тепловой баланс Т. см. *Тепловой баланс*. Кпд Т. дает фиг. 40. Наилучшие результаты получают при скорости $V = 20$ км/ч и мощности 500÷600 HP. Низкий кпд Т. с пневматич. передачей является основной причиной широкого распространения их на транспорте.

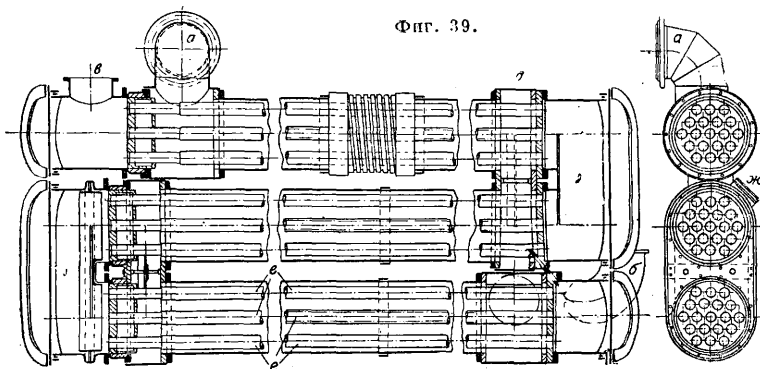
Т. с гидравлич. передачей. Из гидравлич. передач имеет будущность передача с турбонасосами типа Фетингер и Вилкерс-Коатс.



Фиг. 38.

гателя, Е—котел отопления, Ж—холодильники, З—моторы к вентиляторам 15 HP, И—вспомогательная динамо для зарядки аккумуляторной батареи и для освещения. $F_{max} = 12\ 000$ кг. Вес спешной 54,6 т, порожний 118,6 т, служебный 124,6 т. Запас топлива

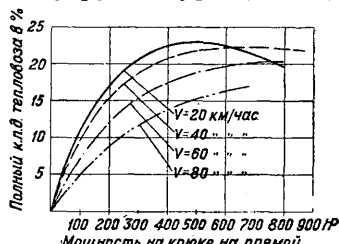
Первый пробный Т. с этой передачей небольшой мощности был построен в Англии. В 1932 году в Германии построен второй Т. (фиг. 41). Двигатель 4-тактный, бескомпрессорный, $n = 900$, $N_2 = 400$ HP. Передача представляет собою комбинацию гидравлич. преобразователя момента



Фиг. 39.

2 т, $V_{max} = 80$ км/ч. Для избежания высокой темп-ры сжатого воздуха в цилиндры компрессора впрыскивается вода в количестве 2—3% от засосанного воздуха. Воздух сжимается до 6,5—7 atm, темп-ра его не превышает 200°. Из компрессора Б воздух поступает через патрубок а (фиг. 38 и 39) в подогреватель В и, пройдя через подогреватель, поступает в цилиндры Т. Отходящие газы из двигателя входят

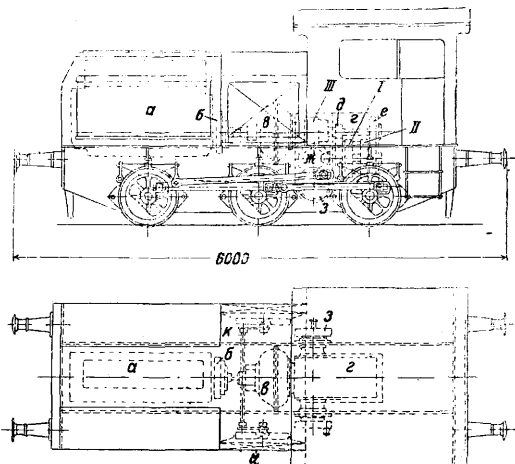
Фетингера и механической передачи с 2 скоростями. Главнейшие элементы Т.: а—двигатель, б—маховик с упругой муфтой, в—гид-



Фиг. 40.

равлич. преобразователя момента, г—коробка скоростей, д—зубчатки 1-й ступени, И—муфта 1-й ступени, е—зубчатки 2-й ступени, II—муфта 2-й ступени, III—муфта непосредственного сцепления, жс—конические зубчатки прямого и обратного хода, з—тяговый вал, и—холодильники, к—привод к вентилятору холодильника. Гидравлич. преобразователь дает плавное изменение числа оборотов и силы тя-

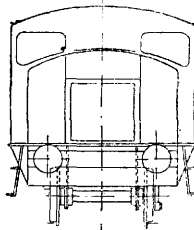
ги при разгоне, причем двигатель работает с нормальным числом оборотов $n = 900$. Когда Т. достигнет скорости 30 км/ч, то муфта 1-й скорости выключается, и одновременно включает муфта 2-й скорости, причем необходимо сни-



Фиг. 41.

зять и обороты двигателя. Приблизительная характеристика силы тяги и кпд указаны на фиг. 42. При достижении максимальной скорости муфта II выключается, и одновременно

и на малых скоростях на маневрах и на тяжелых подъемах. В этом случае сила тяги выражается прямой $F_{кII}$. Значительно упростились передача и управление Т., если между гидравлич. преобразователем и тяговым валом

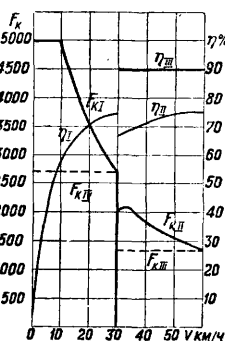


коробку скоростей заменить редуктором. В этом случае характеристика Т. выразится фиг. 43. Гидравлич. передача рассмотренного типа обладает плавностью изменения силы тяги, примерно как и электрическая, но значительно проще и дешевле последней. Современное состояние техники по тепловозостроению позволяет надеяться, что с гидравлич. передачей возможно осуществить Т. до 3 200 НР с одним двигателем, причем пределом служит зубчатая передача.

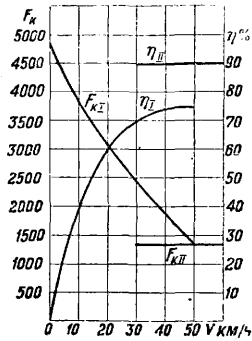
Сочлененные Т. возможно осуществить до 4 800—6 000 НР, а Т. с электрич. передачей сочлененного типа—до 3 000—4 000 НР.

На вкл. л. IV даны Т. с механич. передачей Э-Мх-3 мощностью по двигателю 1 100 НР и с электрич. передачей Э-Эл-3 мощностью по двигателю 1 720 НР. Главнейшие размеры некоторых выполненных Т. указаны в табл. 1 на ст. 935.

Во всех странах получили широкое распространение мотовозы с электрич. передачей мощностью от 10 до 300 НР. В зависимости от рода службы конструкция мотовозов получается различная. Мотовозы для угольных шахт: на фиг. 44 показан мотовоз фирмы Дейтц с двигателями 14 НР, на фиг. 45—то же с двигателем 24 НР, на фиг. 46—то же с двигателем 40 НР. Полевые мотовозы: на фиг. 47 фирмы Дейтц с двигателем 8 НР, на фиг. 48—то же с двигателем 16 НР, на фиг. 49—то же с двигателем 24 НР, а на фиг. 50 и 51 дано изображение маневровых мотовозов Дейтц. В табл. 2, 3, 4 и 5 приведены основные характеристики мотовозов. Во всех этих мотовозах необходимо создать сцепной вес, соответствующий максимальной силе тяги. Для уменьшения веса мотовозов фирма Брейер применяет искусственное увеличение сцепного веса путем поднятия буферного бруса вагона, с к-рым сцепляется мотовоз (фиг. 52, 53). Сцепление происходит путем накидывания петлеобразной стяжки на крюк вагона, когда оба буфера вагона упрутся в буферный брус мотовоза. Одновременно со сцеплением происходит и подъем буферного бруса сцепляемого вагона путем поворота маховика, показанного по середине мотовоза. Вращение вала маховичка передается звездочке, скрепленной с валом внизу. От звездочки идет бесконечная

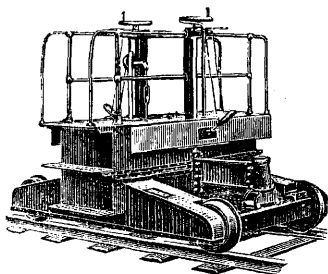


Фиг. 42.

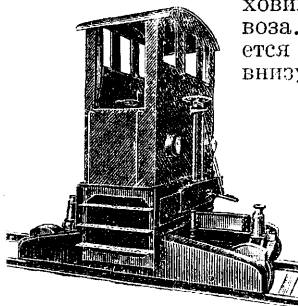


Фиг. 43.

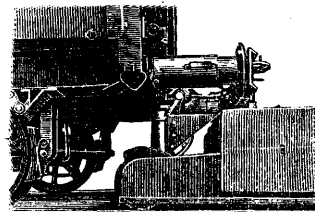
включается муфта непосредственного сцепления III; при этом кпд Т. повышается с 75 до 90%. На этом режиме Т. может работать в интервале между скоростями 60—30 км/ч. При въезде на подъем выключается муфта III и



Фиг. 52.



Фиг. 53.



Фиг. 54.

включается муфта II или I в зависимости от сопротивления. Муфта непосредственного сцепления III м. б. включена и на 1-й скорости, что дает возможность работать с высоким кпд (90%)

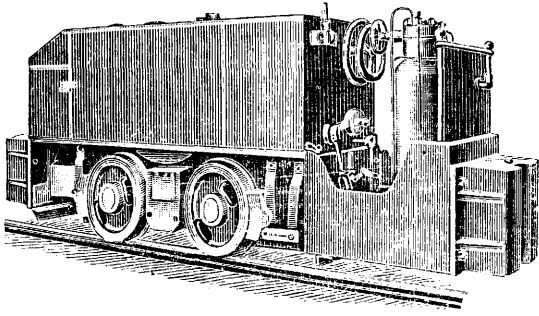
цепь, охватывающая вторую звездочку, укрепленную на конце винта с прямоугольной резьбой. Гайка винта имеет только поступательное движение. При повороте винта гайка с верх-

Табл. 1.—Главнейшие данные некоторых построенных тепловозов.

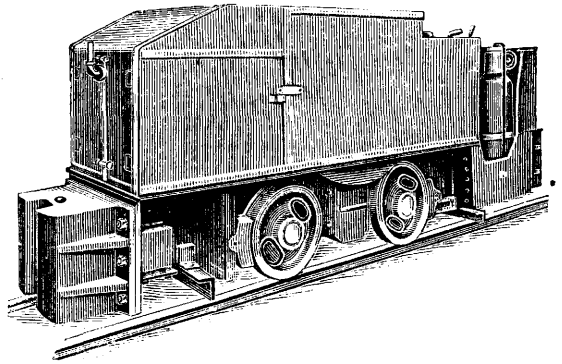
| № по пор. | Общие данные | СССР | | | | США | | | | Англия | Италия | Германия |
|-----------|---|------------|-----------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|--------------|---|-------------|---|
| | | 1-5-1 | 2-5-1 | 2-5-1 | 2-5-1 | 0-2+ | 0-2+ | 1-2+2-1 | 2-4-1+ | 1-3-1 | 2-3-1 | 2-3-2 |
| 1 | Тепловоз, Тип | 1-5-1 | 2-5-1 | 2-5-1 | 2-5-1 | 0-2+ | 0-2+ | 1-2+2-1 | 2-4-1+ | 1-3-1 | 2-3-1 | 2-3-2 |
| 2 | Мощность, P_k | 890 | 780 | 1 200 | 940 | +2-0 | +2-0 | 900 | +1-4-2 | 900 | 910 | 800 |
| 3 | Передача | электр. | электр. | электр. | мех. | электр. | электр. | электр. | электр. | неп. | неп. | пневм. |
| 4 | Вес служ., т | 118,3 | 137,5 | 146,8 | 131 | 54,4 | 90,7 | 125,0 | 290 | 72 | 84 | 126 |
| 5 | » стгоит., т | 113,0 | 131,4 | — | 125,5 | — | 89,35 | — | — | 66 | — | — |
| 6 | » сцепит., т | 87,5 | 92,5 | 105 | 89,3 | 54,4 | 90,7 | 81,5 | 214 | 52 | — | 54,0 |
| 7 | $F_{крат}$ кг | 15 000 | 19 200 | 26 600 | 17 500 | 8 650 | 15 500 | 23 700 | 45 400 | 11 500 | 9 000 | 12 000 |
| 8 | Пгед. скор. при $F_{крат}$ км/ч | 16 | 11 | 12,5 | 14,5 | 9 | 9 | 16 | 14,4 | 21,0 | 10,0 | — |
| 9 | Уд. в. g_k кг/ P_k | 134,5 | 177 | 122 | 139,5 | 209 | 175 | 139 | 120 | 80 | 88,5 | — |
| 10 | Давл. вед. оси, т | 17,5 | 20,5 | 21 | 17,86 | 13,6 | 22,65 | 20,4 | 26,8 | 22,0 | — | 18,0 |
| 11 | Днам. вед. кол., мм | 1 220 | 1 220 | 1 320 | 1 320 | 914 | 914 | 1 016 | — | 1 524 | 1 370 | 1 600 |
| 12 | Жестк. база, мм | 5 720 | 5 720 | 7 000 | 5 720 | 2 180 | 2 180 | 3 860 | — | 4 335 | 4 100 | 4 700 |
| 13 | Расст. между кр. осями, мм | 10 400 | 11 820 | 13 850 | 11 945 | 7 370 | 11 000 | 1 280 | — | 8 610 | 10 750 | 12 500 |
| 14 | Длина между буферами, мм | 13 822 | 15 820 | 17 850 | 16 696 | 9 910 | 13 710 | 5 900 | 28 700 | 12 000 | 14 200 | 15 800 |
| 15 | Запас топлива, т | 6 | 3,9 | 6 | 3,5 | 1,0 | 1,35 | 2,5 | 2×2,6 | 1,5 (вод-ды 4,5) | — | 2,0 |
| 16 | Констр. скор. V, км/ч | 50 | 50 | 65 | 48 | 49 | 48 | 60 | 60 | 69 | 75 | 80 |
| 17 | Фирма | Эсслин-ген | Крупп | Крупп | Гоген-цоллерн | ALC | ALC | Балд-виц | Балд-вин | Китсон | — | Эсслин-ген |
| 18 | Двигатель | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 19 | Число цилиндров | 4-такт. 6 | 4-такт. 6 | 4-такт. 2×6 | 4-такт. 6 | 4-такт. 6 | 4-такт. 2×6 | 4-такт. 12 | 4-такт. 2×12 | 4-такт. 2×4 | 2-такт. 2×3 | 4-такт. 6 |
| 20 | Размер, мм | 450×420 | 150×420 | 310×370 | 450×420 | 254×305 | 254×305 | 248×342 | 305×305 | 343×395 | 330×480 | 450×42 |
| 21 | Мощность, P_2 | 800÷1 200 | 1 050 | 2×860 | 800÷1 100 | 300 | 2×300 | 1 000 | 2×1 330 | — | — | 950÷1 050 |
| 22 | Число об/м | 300—450 | 450 | 650×860 | 300—400 | 600 | 600 | 450 | 300—800 | 450 | 291 | 400—450 |
| 23 | Распыл. топ. | вод. | беск. | беск. | вод. | мех. | мех. | мех. | мех. | мех. | вод. | мех. |
| 24 | Пуск двиг. | вод. | вод. | электр. | вод. | вод. | вод. | вод. | мех. | паров. | вод. | вод. |
| 25 | Вес, т | 25,0 | 25,95 | 2×11,45 | 25,0 | 7,7 | 15,4 | — | — | — | — | — |
| 26 | Фирма | MAN | MAN | Зульцер | MAN | Ингер-сол-Рэнд | Ингер-сол-Рэнд | Кноде | Берд-мор | — | — | MAN |
| 26 | Генератор | 1 | 1 | 1 | — | 1 | 2 | 1 | 2 | Давление пара 12 атм. Поверхн. нагр. топ. 6,7 м² » труб 45,5 м² | | Рабочая машина 700×700 мм Воздух перед машинной P=6,5÷7 атм, t=330÷360° |
| 27 | Напряжение, V | 600—1 000 | 700 | 800 | — | — | — | — | — | | | |
| 28 | Сила тока, A | 1 200 | 1 050 | 1 800 | — | — | — | — | — | | | |
| 29 | Мощн. час., kW | 800 | 787 | 510×2 | — | 200 | 2×200 | 750 | — | | | |
| 30 | Число оборотов | 430 | 450 | 820 | — | 600 | 600 | 1 200 | — | | | |
| 31 | Способ соеди- с первич. двиг. | неп. | эл. муфта | неп. | — | неп. | неп. | зубч. 1:2,67 | — | | | |
| 31 | Мотеры | 5 | 5 | 5×2 | — | 4 | 4 | 4 | 8 | | | |
| 32 | Включ. в главн. цепь | парал. | парал. | парал. послед. | — | парал. послед. | парал. послед. | парал. послед. | — | | | |
| 33 | Перед. число | 1:6,14 | 1:5,74 | — | — | 1:5,85 | 1:4,37 | — | 18÷73 | | | |
| 34 | Мощн. час., kW | 5×142 | 5×140 | 5×203 | — | 4×70 | 4×117 | — | — | | | |
| 34 | Фирма | BBC | BBC | Семе-рон | — | SBC | W | W | — | | | |

Табл. 2.—Основные размеры шахтных мотовозов в зависимости от мощности двигателя.

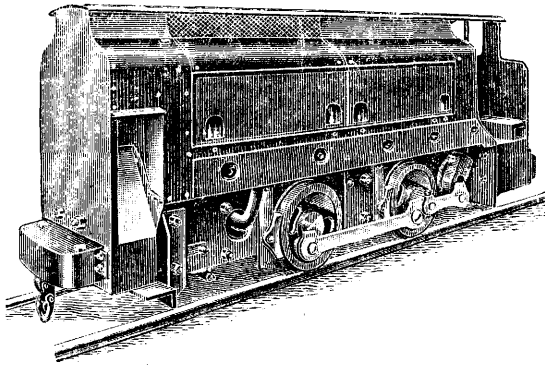
| | | | |
|---|------------------|------------------|-----------------------|
| Мощность дизеля в P_2 | 14 | 24 | 40 |
| Число цилиндров | 1 | 1 | 4 |
| Тип двигателя | гориз. 4-тактный | гориз. 4-тактный | верт. 4-тактный |
| Число об/м. п. | 700 | 480 | 1 000 |
| Расход топлива 1000 Cal в g/P_2 | 210 | 205 | 210 |
| Часовой расход топлива в кг | 1,5 | 2,75 | 4,5 |
| Часовой расход смазки в г | 120 | 210 | 230 |
| Скорость V в км/ч | 3,5; 8,5 | 3,5; 8,5 | 3,6; 5,5; 9; 14,5 |
| Сила тяги на крюке F в кг | 876; 300 | 1 500; 540 | 1 900; 1 450; 900; 50 |
| Служебный вес в т | 4,5 | 6,9 | 8 |
| Строительный вес в т | 4,35 | 6,7 | 7,8 |
| Длина с буферами в мм | 3 650 | 4 075 | 3 000 |
| Высота в мм | 1 325 | 1 665 | 1 600 |
| Шпигина в мм | 800 | 900 | 900 |
| Расстояние между осями в мм | 780 | 930 | 1 000 |
| Наим. радиус закругления в м | 6 | 8 | 10 |
| Ширина колеи в мм | 380 | 410 | 450; 520; 625 |
| Наим. вес рельсов в кг/м | 8—10 | 10÷14 | 13,9 |
| Наим. высота рельсов в мм | 66—70 | 75—80 | 85 |
| Наиб. расстояние между шпалами в мм | 1 000 | 700÷1 000 | 1 000 |



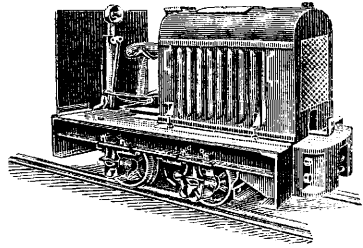
Фиг. 44.



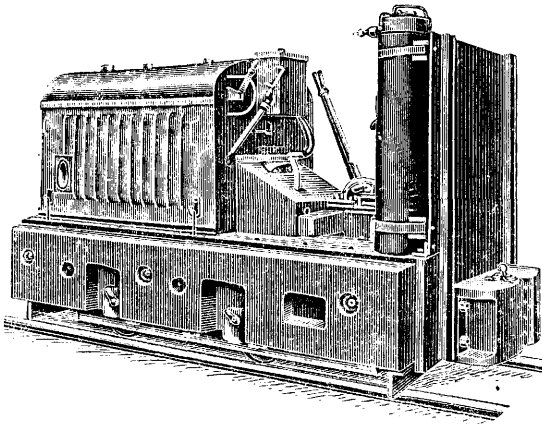
Фиг. 45.



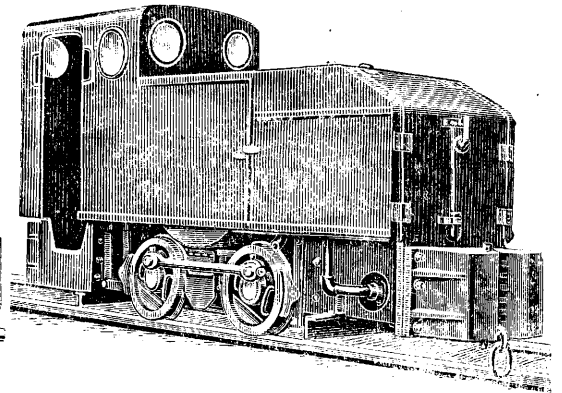
Фиг. 46.



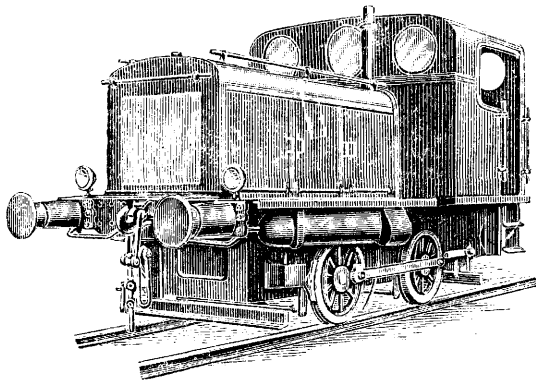
Фиг. 47.



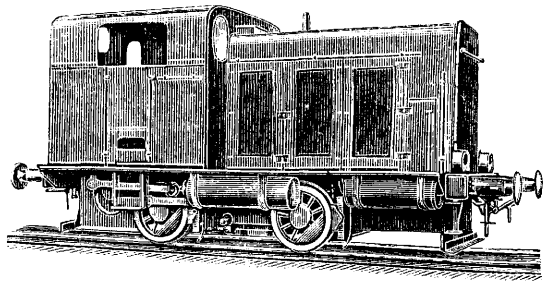
Фиг. 48.



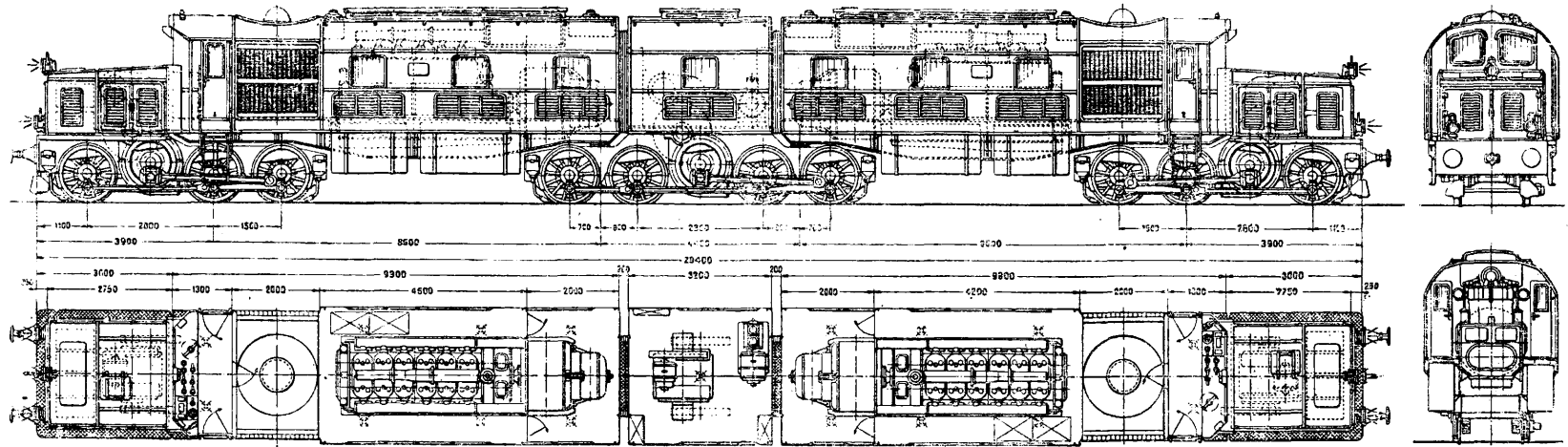
Фиг. 49.



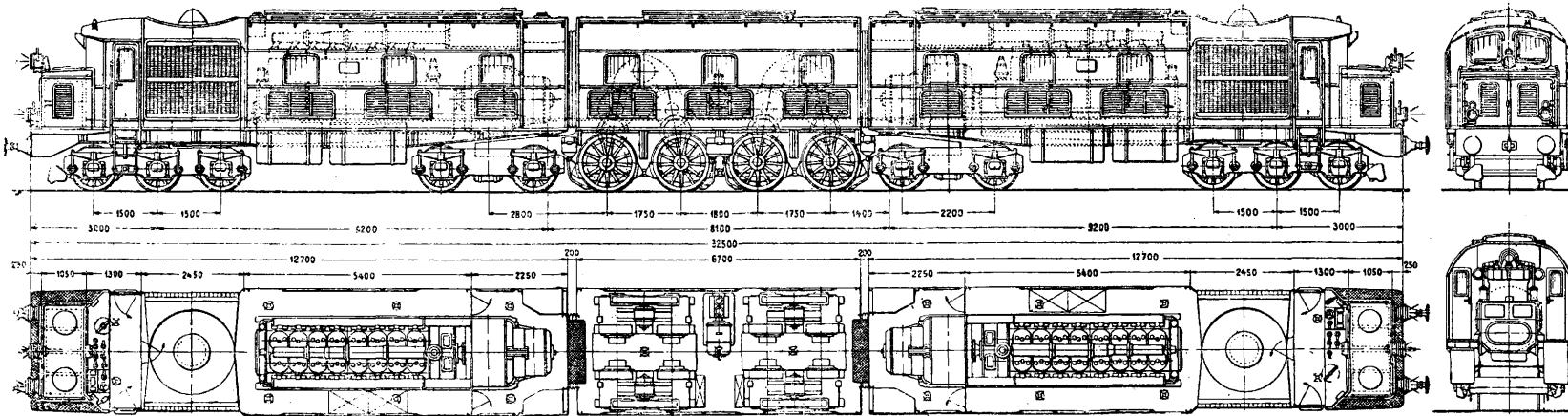
Фиг. 50.



Фиг. 51.

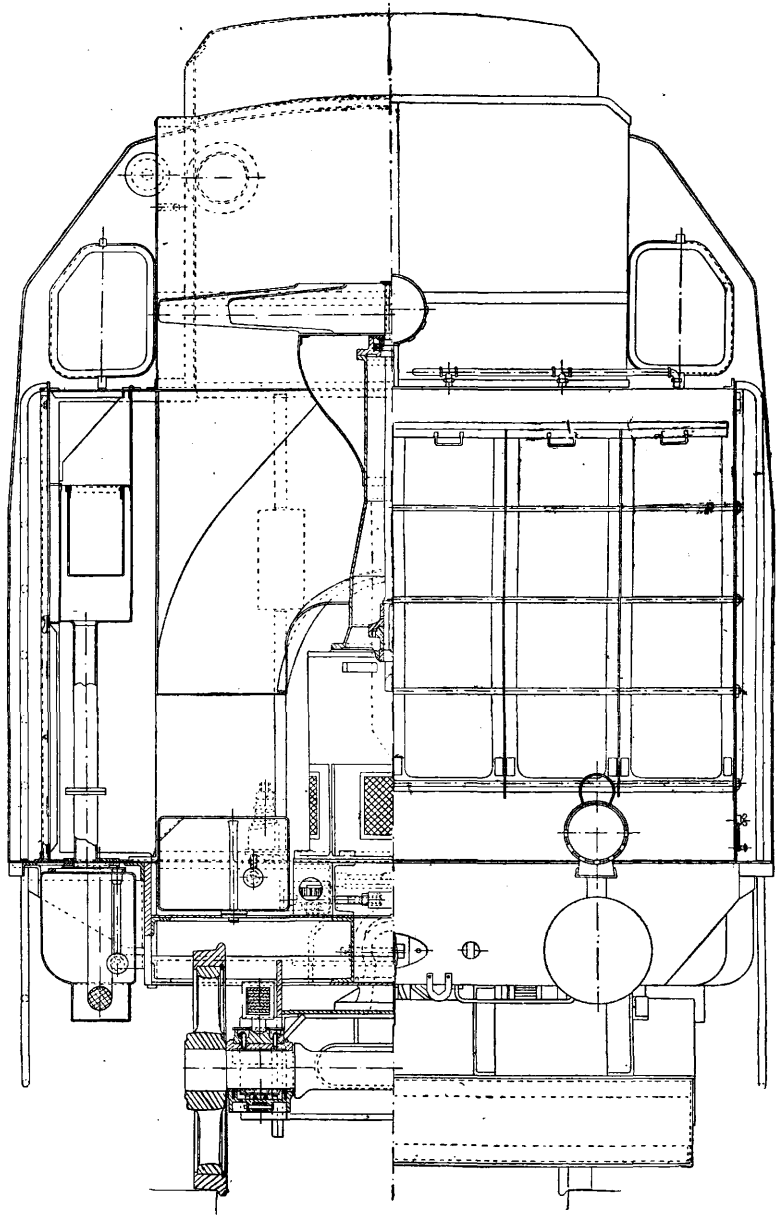
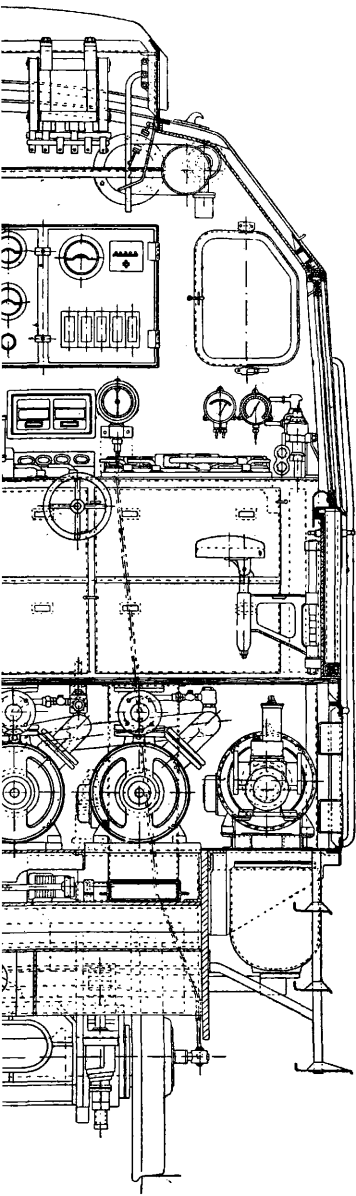


Фиг. 55.

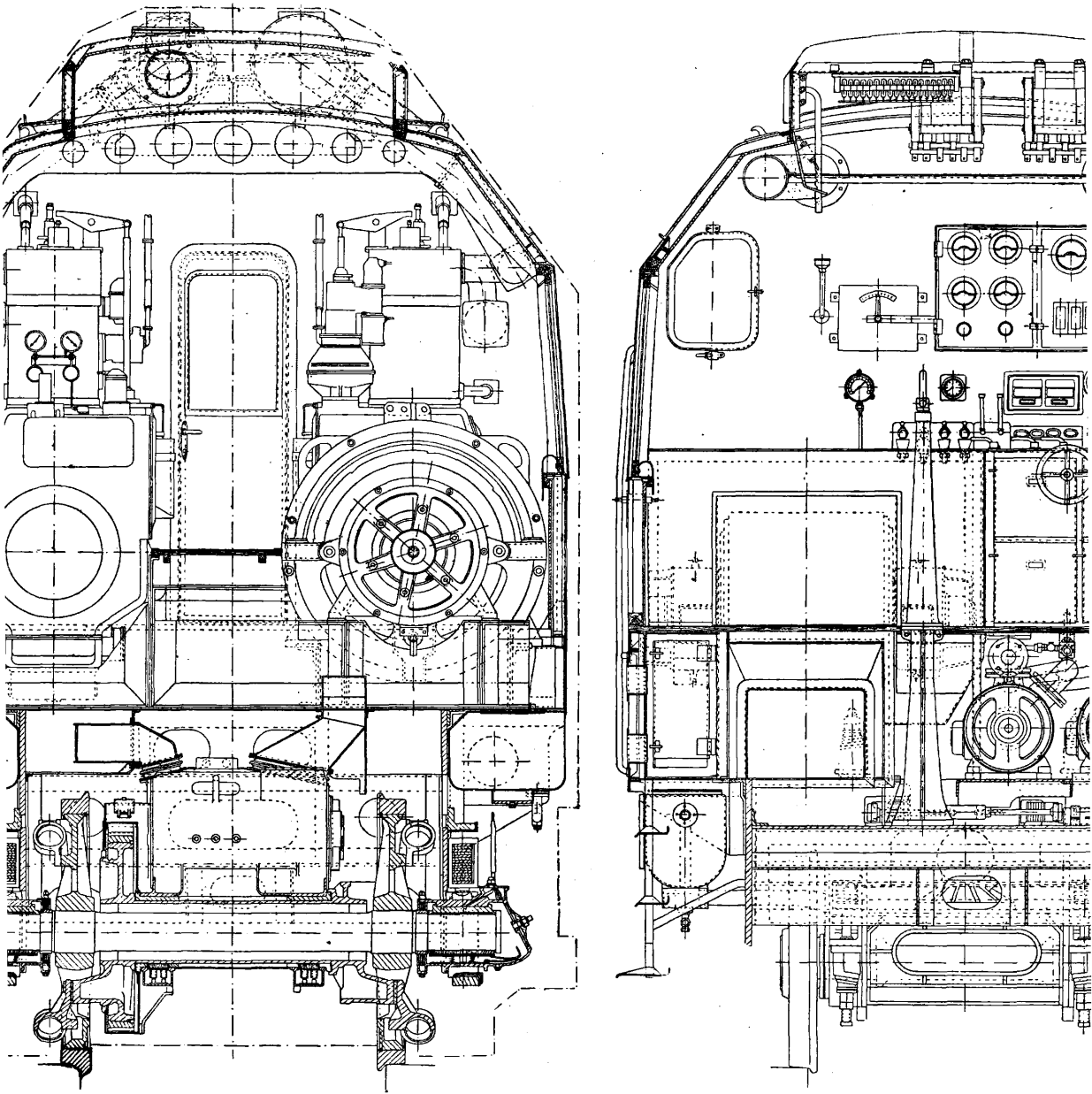


Фиг. 56.

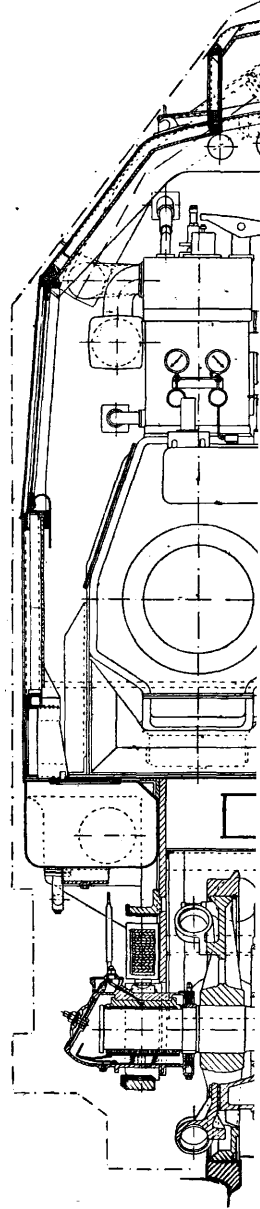
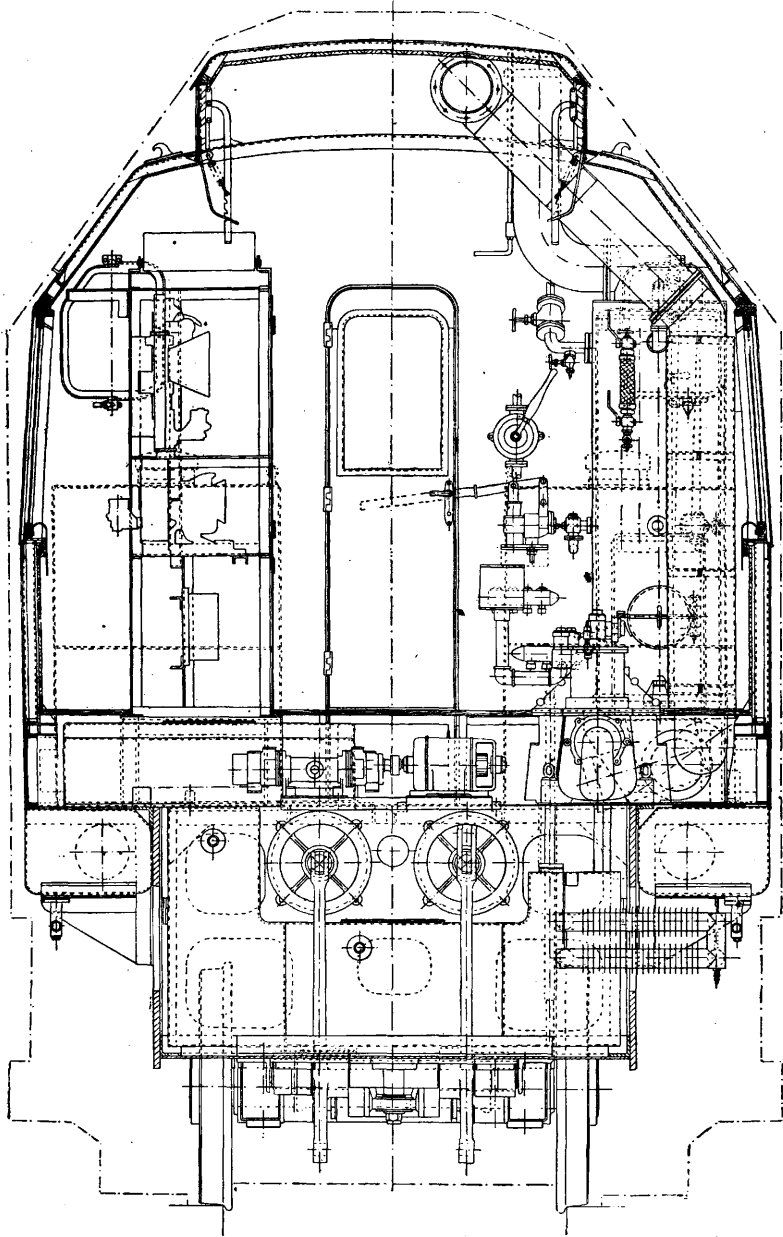
ТЕПЛОВОЗЫ

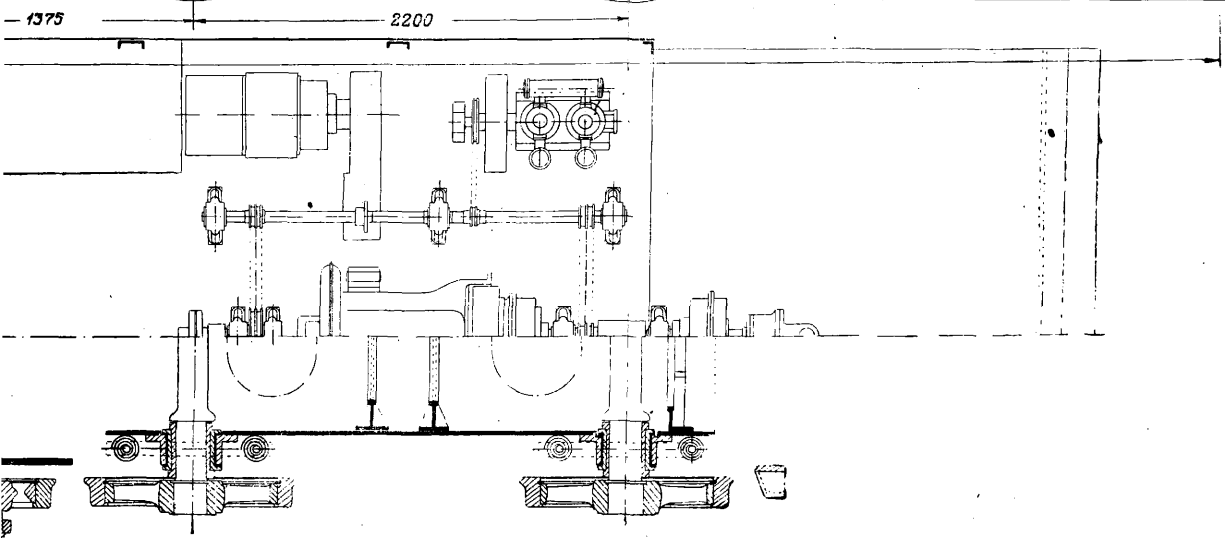
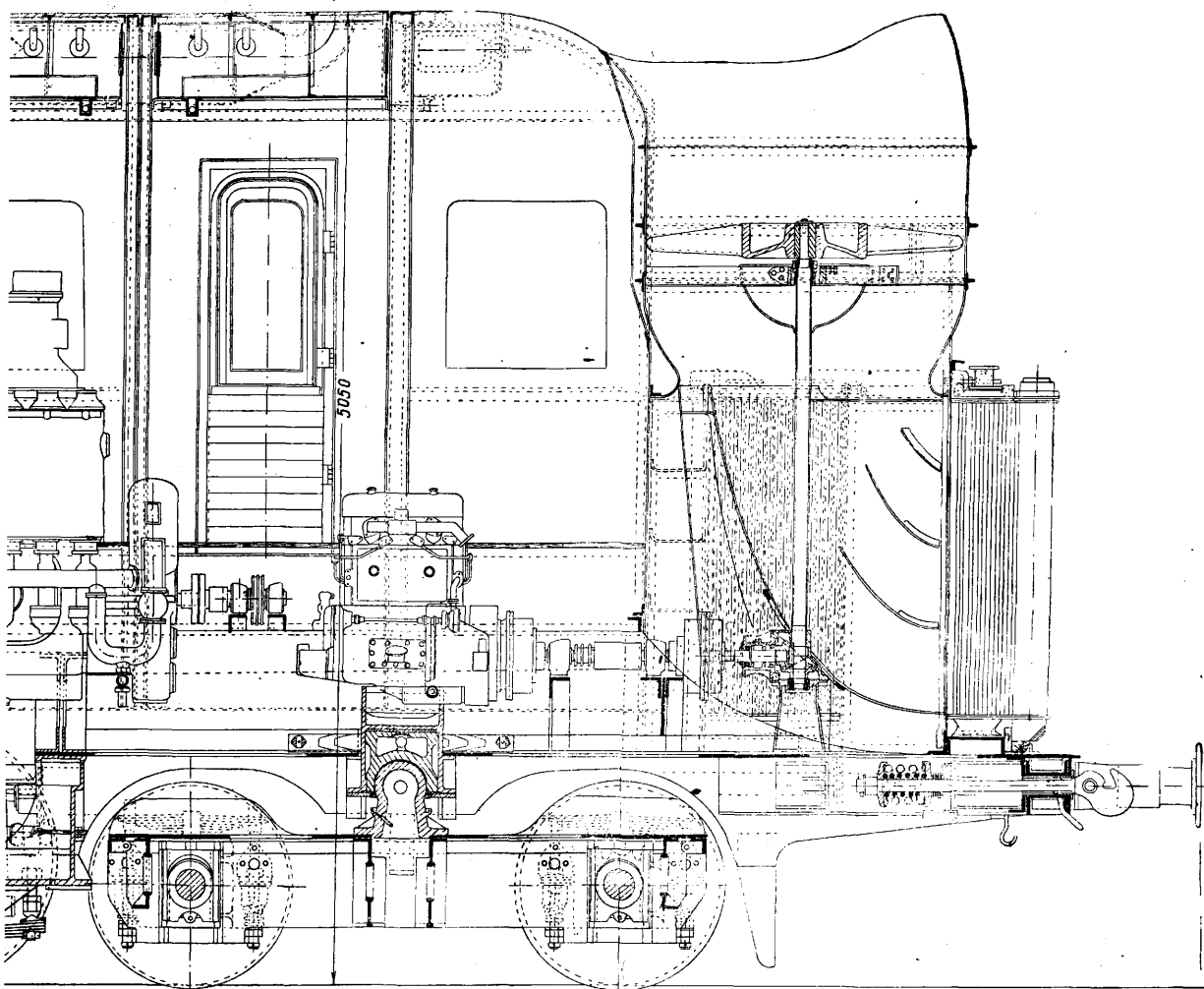


ТЕПЛОВОЗЫ I

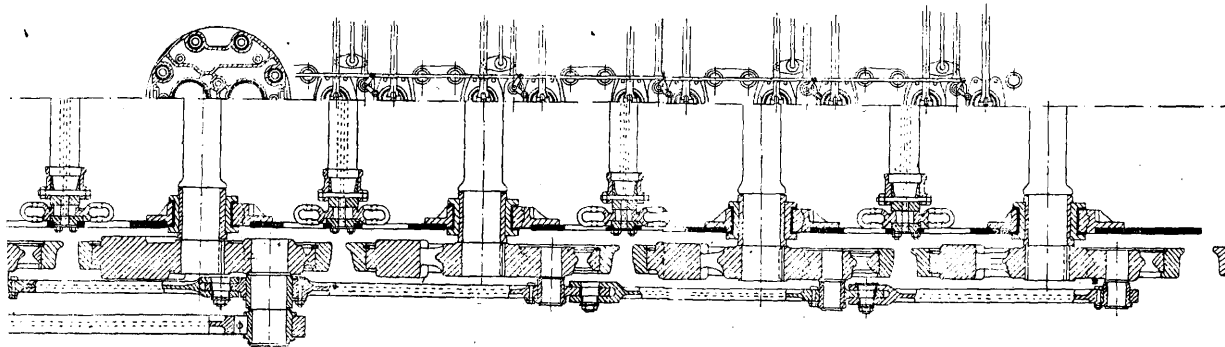
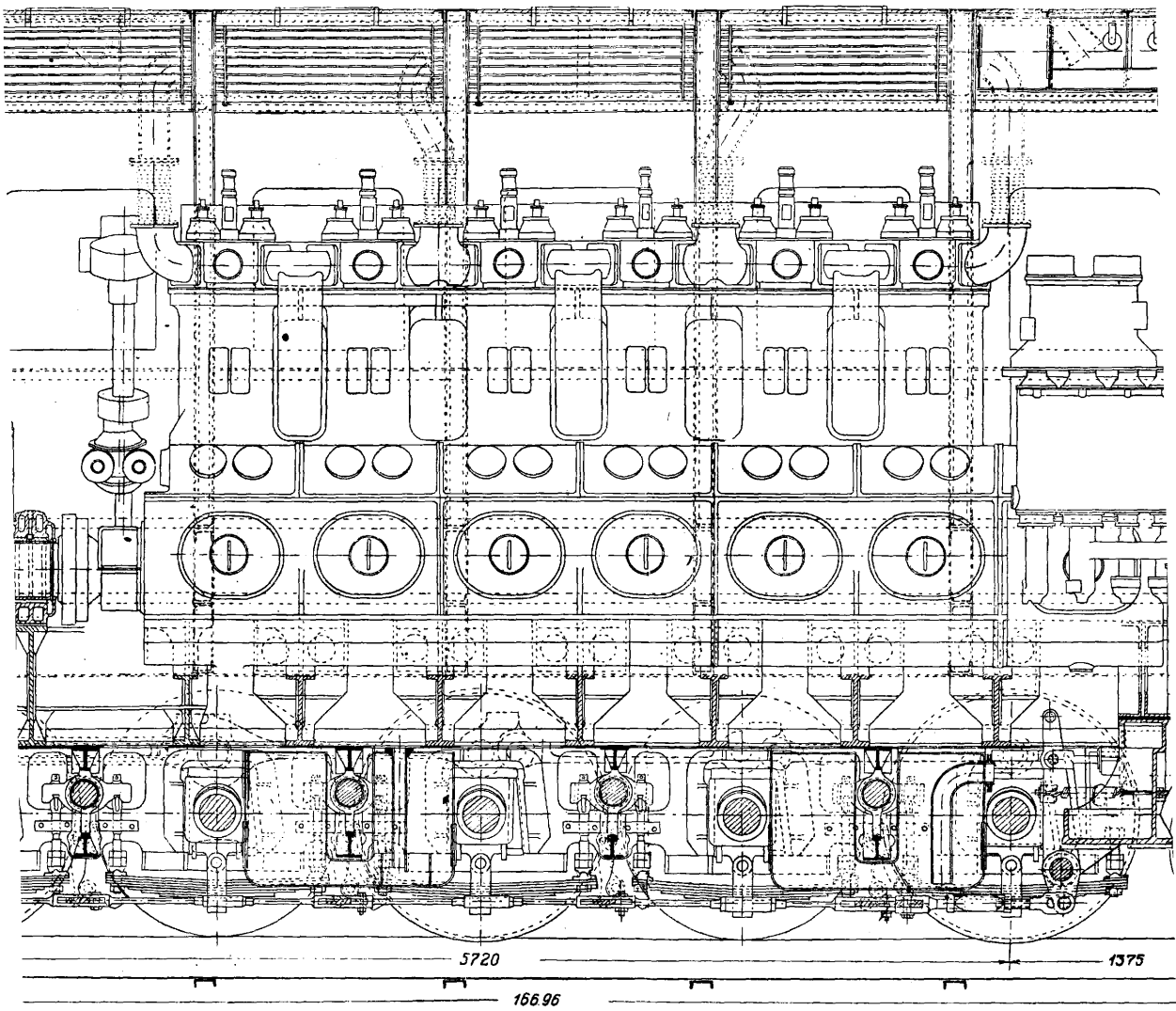


Поперечные виды и разрезы тепловоза с электрической передачей Э-Эл-8.

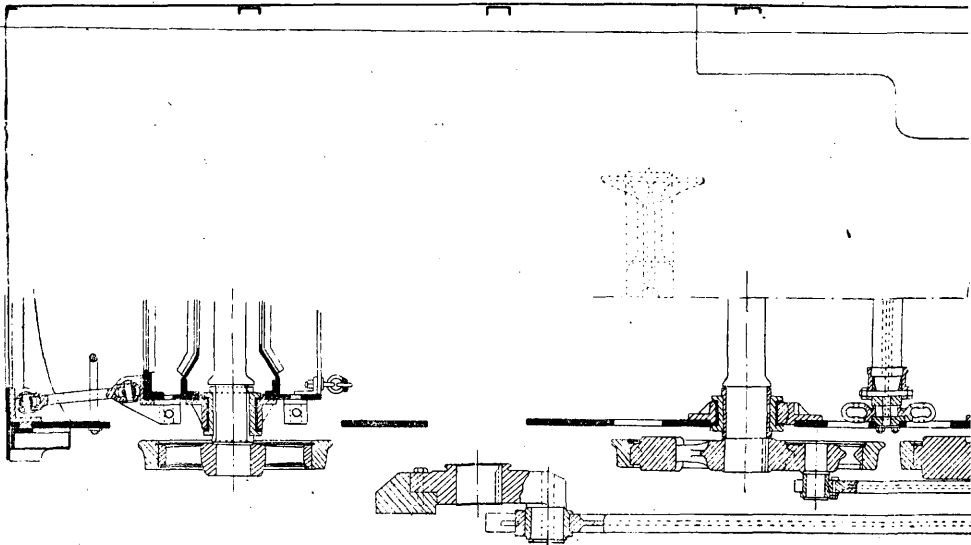
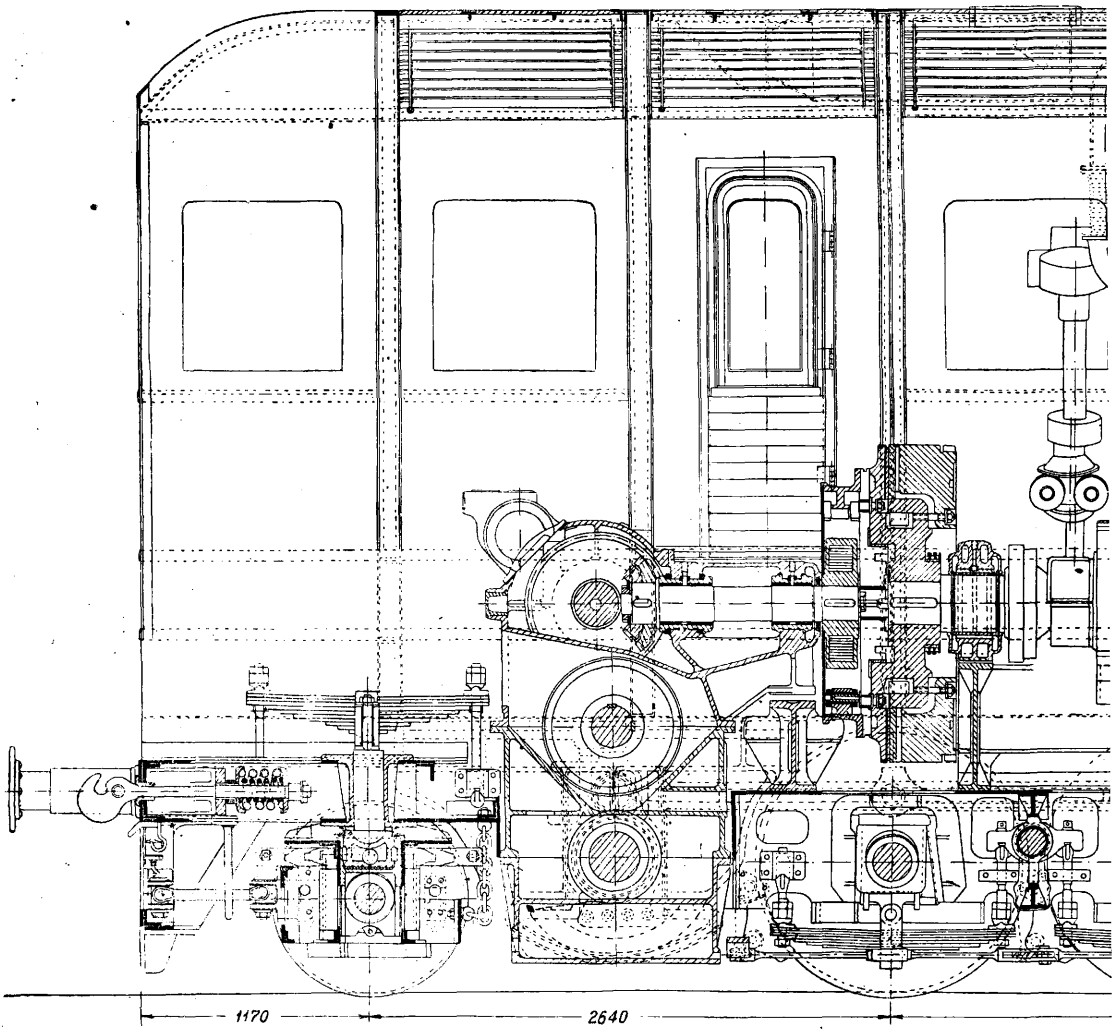


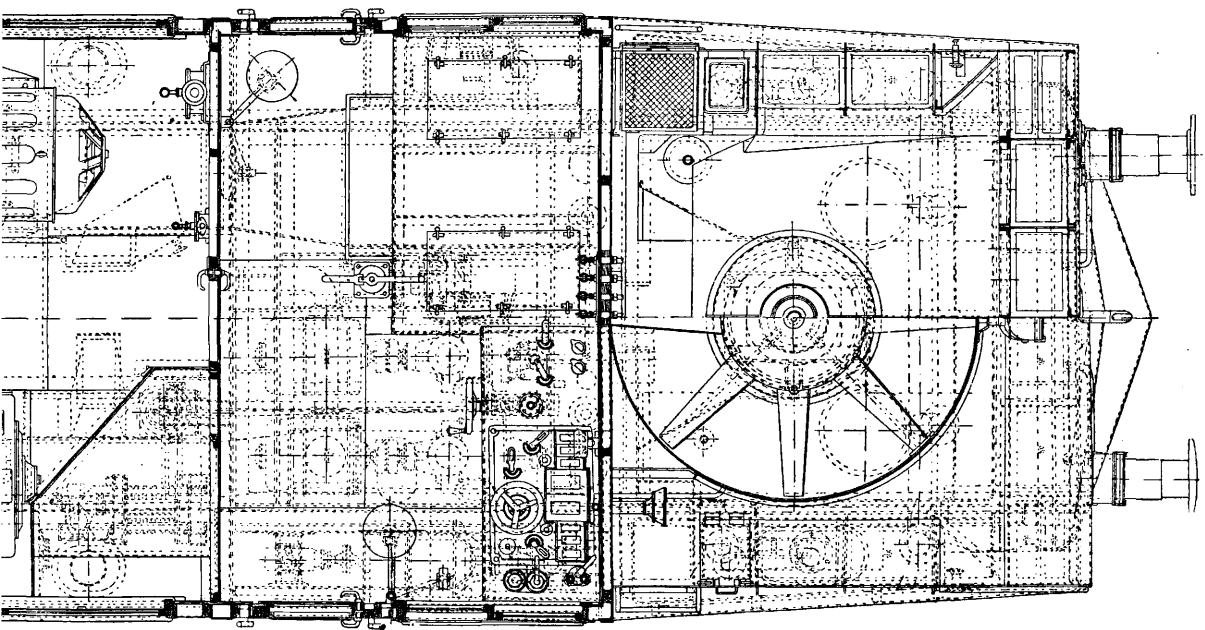
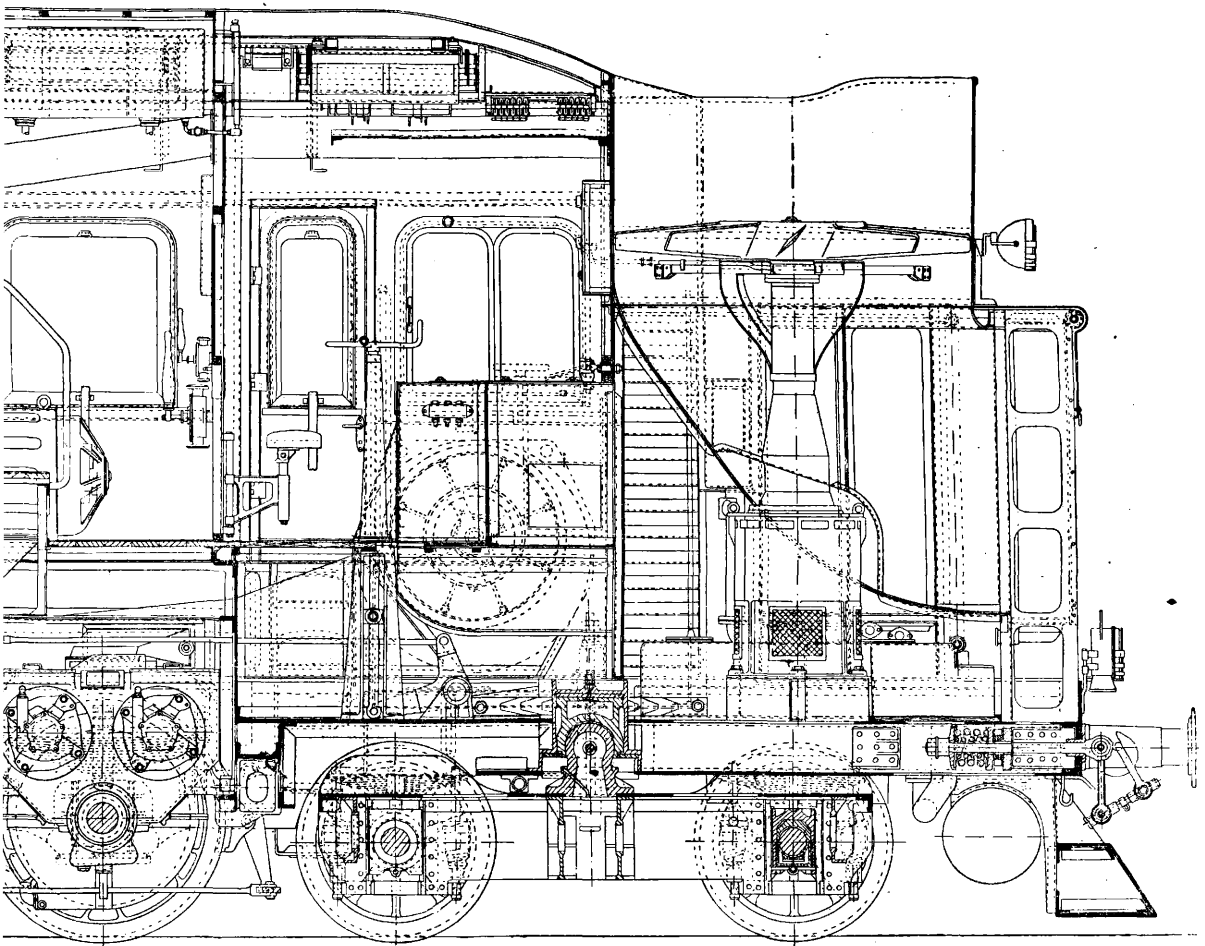


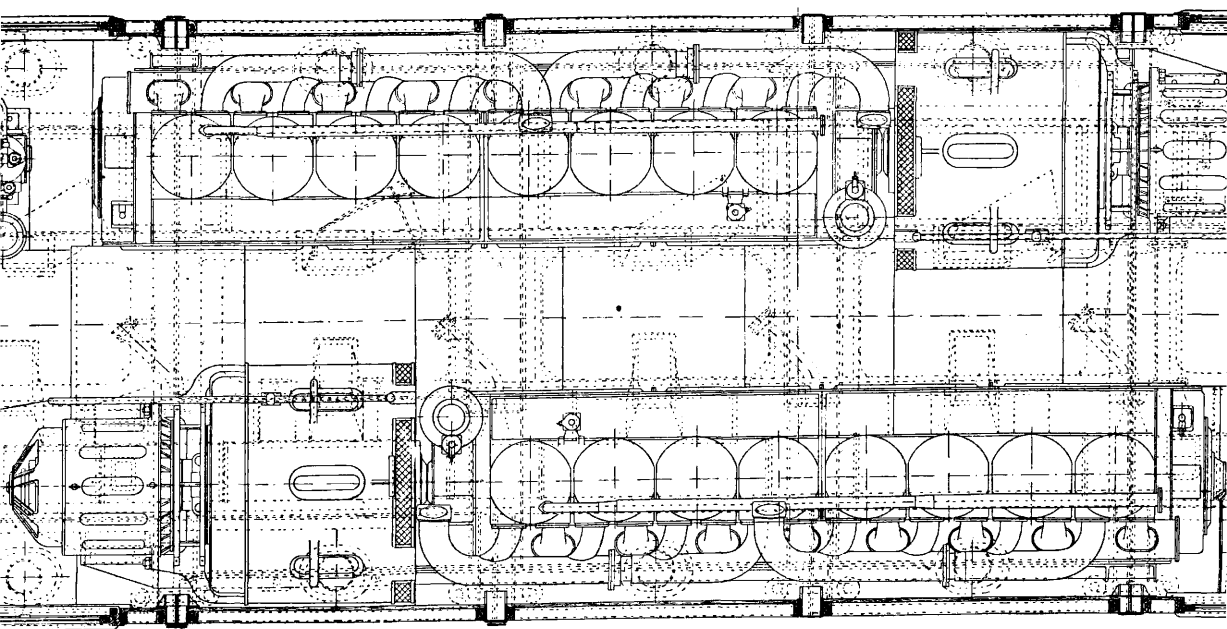
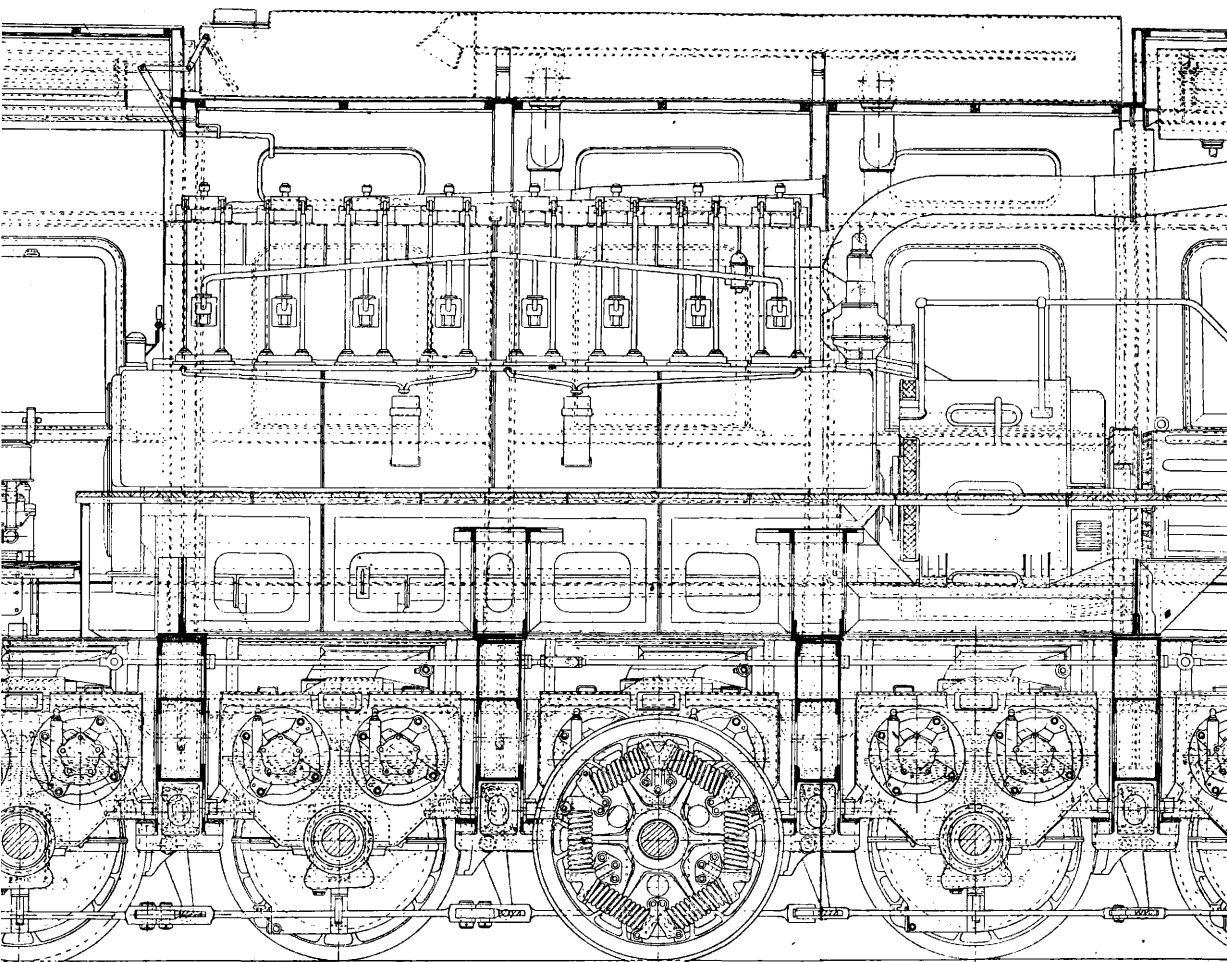
ТЕПЛОВОЗЫ II



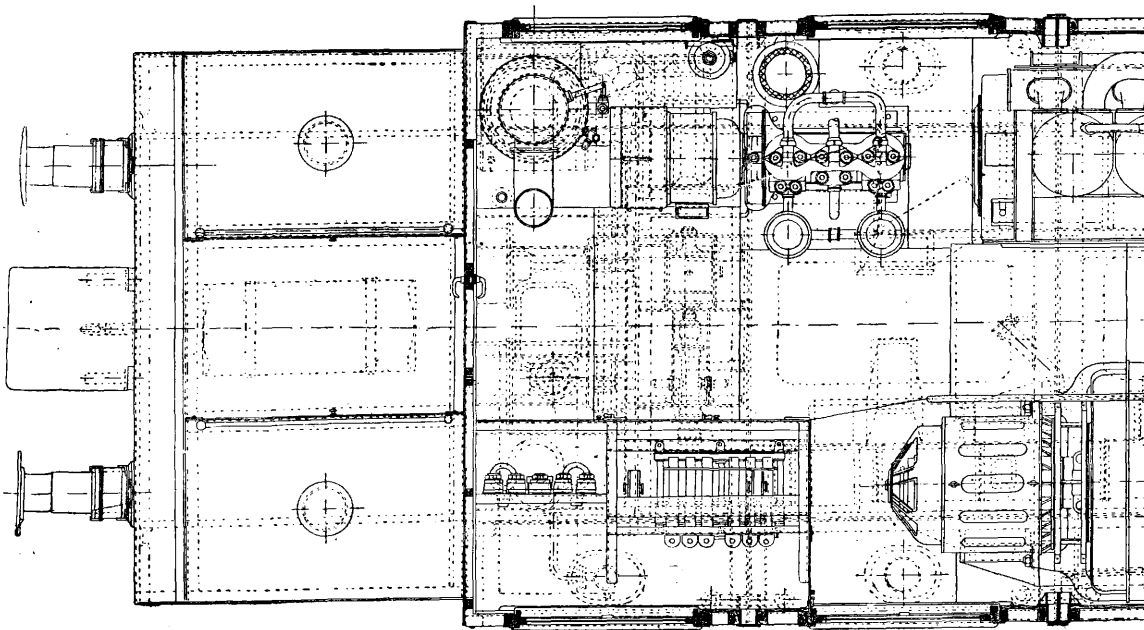
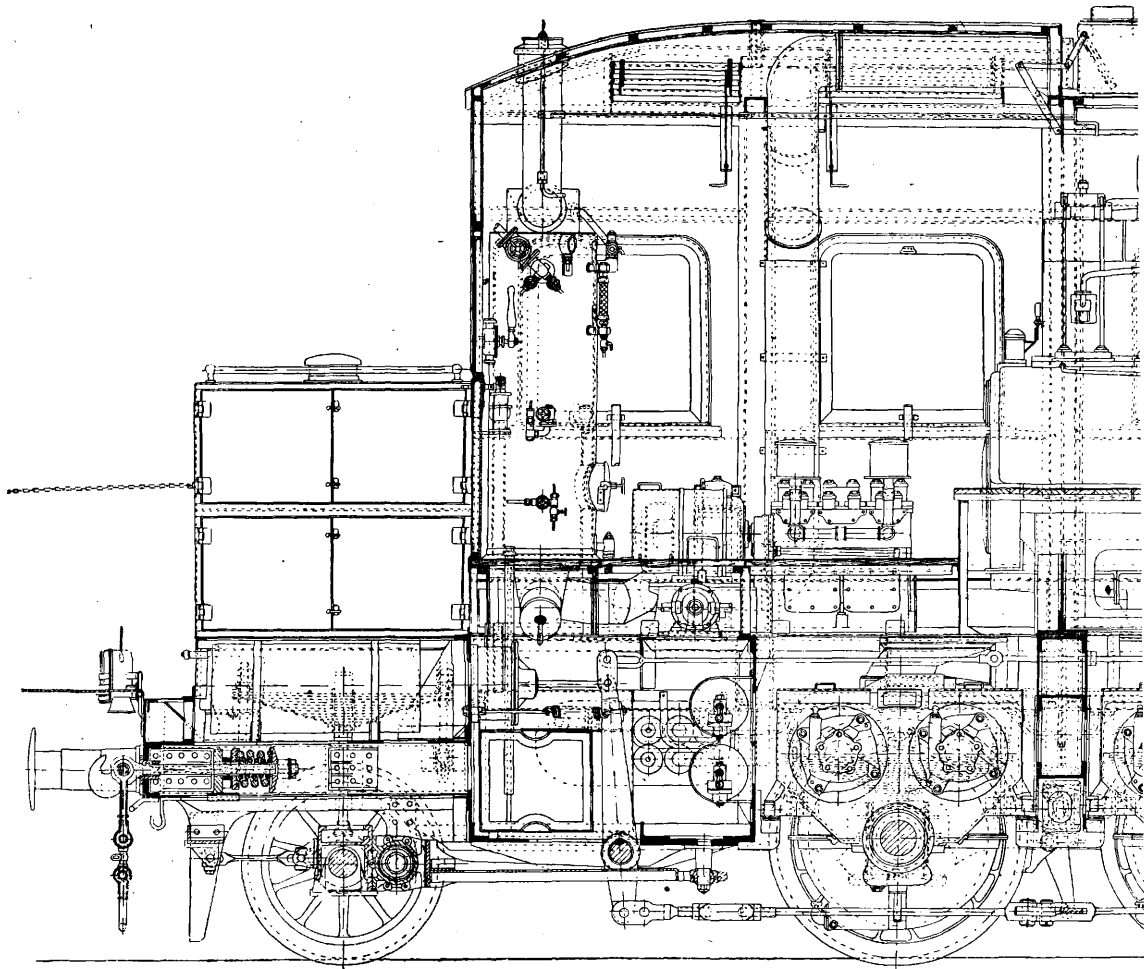
Продольный разрез и план тепловоза с механической передачей Э-Мх-3.

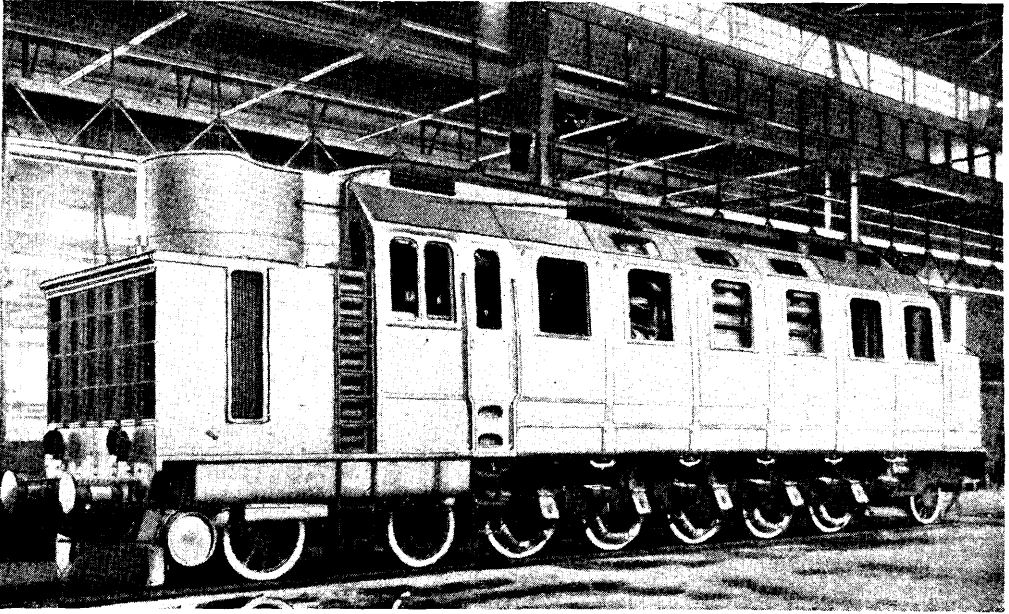




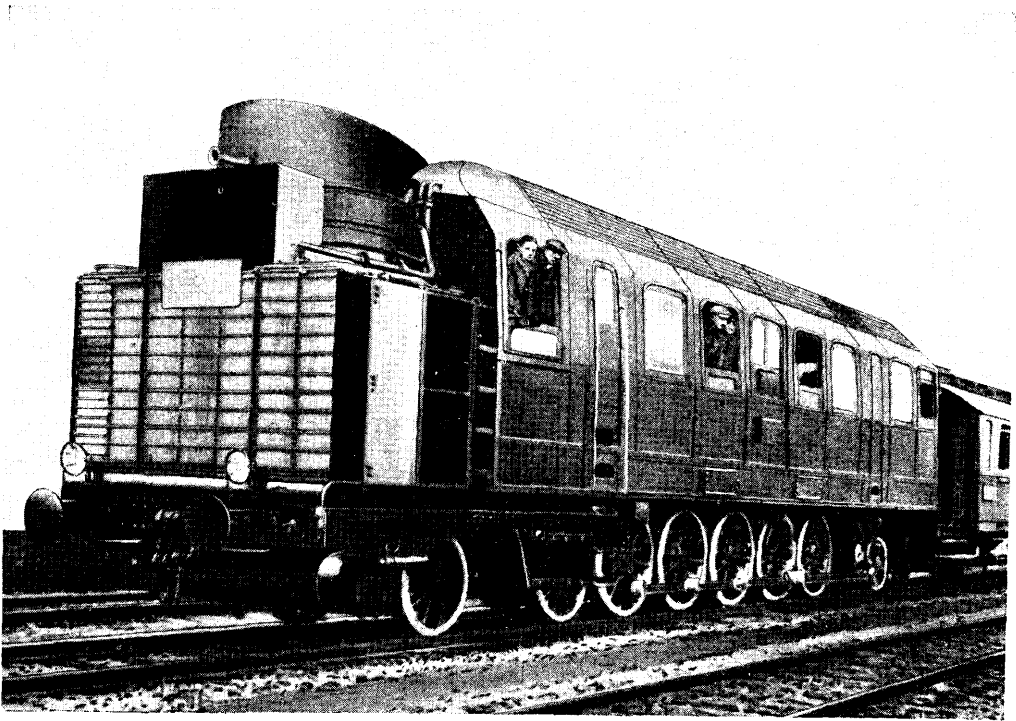


Продольный разрез и план тепловоза с электрической передачей Э-Эл-8.





Общий вид тепловоза с электрической передачей Э-Э1-8.



Общий вид тепловоза с механической передачей Э-Мх-3.

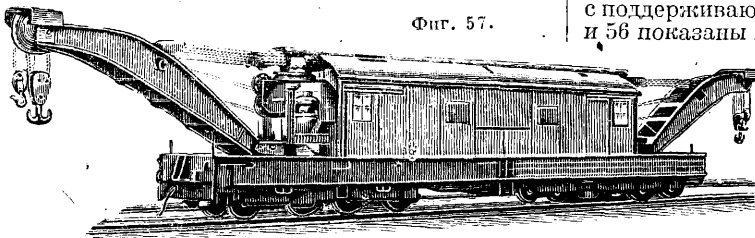
Табл. 3.— Основные размеры полевых мотовозов в зависимости от мощности двигателей.

| | | | |
|--|-----------------|-----------------|------------------|
| Мощность двигателя в HP_e | 8 | 16 | 24 |
| Число цилиндров | 1 | 2 | 4 |
| Тип двигателя | верт. 2-тактный | верт. 2-тактный | гориз. 4-тактный |
| Число об/м. | 750 | 750 | 480 |
| Расход топлива 1 000 Cal в г/ HP_e | 250 | 250 | 205 |
| Часовой расход топлива в кг | 1,0 | 2,0 | 3,5 |
| Часовой расход смазки в г | 100 | 200 | 210 |
| Скорость V в км/ч | 3,7; 8,1 | 3; 7 | 3,5; 8,5 |
| Сила тяги на крюке F в кг | 480; 200 | 1 140; 432 | 1 500; 540 |
| Служебный вес в т | 2,2 | 5,6 | 7 |
| Строительный вес в т | 2,1 | 5,45 | 6,8 |
| Длина с буферами в мм | 2 340 | 2 840 | 4 075 |
| Высота в мм | 1 352 | 1 440 | 2 000 |
| Ширина в мм | 1 210 | 1 320 | 900 |
| Расстояние между осями в мм | 700 | 760 | 930 |
| Наим. радиус закругления в м | 5 | 8 | 10 |
| Шаг колеи в мм | 500 | 500 | 500 |
| Наименьший вес рельсов в кг/м | 5—6 | 9—12 | 10—14 |
| Наименьшая высота рельсов в мм | 60—65 | 70 | 75—80 |
| Наибольшее расстояние между шпалами в мм | 1 000 | 800—1 000 | 800—1 000 |

Табл. 4.— Мотовозы маневровые фирмы Дейтц (фиг. 50, 51).

| | | | | |
|--|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Мощность двигателя в HP_e | 50 | 110 | 140 | 200 |
| Число цилиндров | 2 | 3 | 4 | 6 |
| Тип двигателя | верт. 2-тактный | верт. 2-тактный | верт. 2-тактный | верт. 4-тактный |
| Число об/м. | 500 | 450 | 450 | 600 |
| Расход топлива 1 000 Cal в г/ HP_e | 205 | 200 | 200 | 185 |
| Часовой расход топлива в кг | 5,5 | 11,0 | 14,0 | 20,0 |
| Часовой расход смазки в г | 350 | 800 | 1 000 | 1 200 |
| Скорость V в км/ч | 3,5; 5,5; 8,8; 14,2 | 3,7; 6; 10; 15 | 6,5; 10; 13; 25 | 8; 12; 7; 21; 35 |
| Сила тяги на крюке F в кг | 3 200; 1 960; 1 140; 635 | 6 000; 3 900; 2 200; 1 230 | 4 600; 2 850; 1 730; 950 | 5 500; 3 330; 1 900; 1 000 |
| Служебный вес в т | 16,5 | 30 | 24 | 28 |
| Строительный вес в т | 16,3 | 29,75 | 23,75 | 27,5 |
| Длина с буферами в мм | 6 000 | 6 900 | 7 740 | 8 600 |
| Ширина в мм | 2 800 | 2 800 | 2 800 | 3 000 |
| Расстояние между осями в мм | 1 600 | 2 500 | 2 800 | 2 500 |
| Наименьший радиус закругления в м | 80 | 80 | 80 | 80 |

ней опорной поверхностью выдвигается до упора в буферный брус вагона снизу (фиг. 54). Фирма изготавливает мотовозы по фиг. 52 с бен-



Фиг. 57.

зинными двигателями мощностью 40 HP_e , по фиг. 53—с двигателями 65 HP_e .

На вкл. листе II дан продольный разрез и план Т. с механич. передачей Э-Мх-3 мощностью на ободе 940 HP . Характеристика его приведена в табл. 1. На вкл. л. III дан продольный разрез и план Т. с электрич. передачей Э-Эл-8 мощностью на крюке 1 200 HP_k , а на вкл. л. I—попе-

Табл. 5.— Основные размеры мотовозов.

| | | |
|---|-----------|-----------|
| Мощность двигателя в HP | 40 | 65 |
| Число цилиндров | 4 | 6 |
| Тип двигателя | 4-тактный | 4-тактный |
| Число об/м. | 1 000 | 1 300 |
| Часовой расход топлива (бензина) в кг | 3,5—4,2 | 5—5,6 |
| Сила тяги на крюке без доп. нагрузки в кг | 950 | 1 240 |
| Сила тяги на крюке с доп. нагрузкой в кг | 2 100 | 2 500 |
| Служебный вес в т | 3,8 | 5,2 |
| Длина всего мотовоза в мм | 2 870 | 3 080 |
| Ширина » » » » | 2 900 | 3 000 |
| Высота » » » » | 2 315 | 3 230 |

речный разрез его. Основная характеристика приведена в табл. 1. Наибольшая мощность Т. с электрич. передачей достигается сочлененной

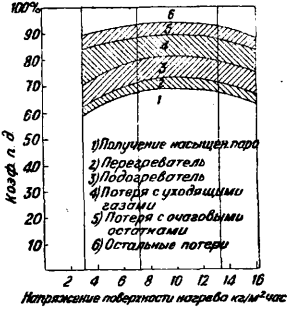
конструкцией рамы, кузова и ходовых частей, причем необходимый сцепной вес осуществляется соответствующей дополнительной нагрузкой с поддерживающих тележечных осей. На фиг. 55 и 56 показаны проекты Т. с электрич. передачей с дизелем мощностью 3 200 HP_e и мощностью 4 000 HP_e . Кроме прямого назначения Т. с электрич. передачей часто применяются при электрич. тяге на маневрах, где электровозы работать не могут. В этом случае на Т. устраивается токоприемник для возможности работы в пути по принципу электровоза. В некоторых случаях Т. применяются в виде передвижных кранов на разгрузочных складах. Крановое устройство делается с обоих концов Т. и приводится в действие от электрич. моторов, работающих во время стоянки, или от аккумуляторной батареи или от главной динамо Т. (фиг. 57).

Лит.: Гриневский В. Проблема тепловоза и ее значение для России, М., 1924; Добровольский Н., Тепловоз Юм 005 и его испытание в Германии, М., 1927; Добровольский Н., Тяговые передачи локомотивов, М., 1933; Ломоносов Ю., Тепловоз ЮЗ 1-0-0-1 и его испытание в Германии, Берлин, 1925; его же, Опыт 1925 г. над тепловозом ЮЗ 001 на ж. д. СССР, Берлин, 1927; Ломоносов Ю. и Швевтер, Проекты тепловозов, Берлин, 1926; Мекк Н., Дмоховский К. и Домбровский Д., Тепловоз, М.—Л., 1927; Сборник тепловозной комиссии, вып. 1, 2 и 3, М., 1927; Сборник материалов по тепловозам, «Труды Научно-технич. ком. НКПС», М., 1926, вып. 24; Шелест А., Проблемы экономичных локомотивов, М., 1923; Путь к быстрому темпу тепловозостроения, «ИТИ», 1931, 5; «Локомотивостроение», сборник, М., с 1931; Яковсон П., Тепловоз, М.—Л., 1932; Bauer W., Diesellokomotiven u. ihr Antrieb, В., 1925; Billе M., «Revue Generale des Chemins de Fer», P., 1923, 4—5; Brown H., Über Diesel-elektrische Lokomotiven in Vollbahnbetrieb, Zurich, 1924; Lipetz A., The Present Status of the Oelengine Locomotive, «Am. Railway Assoc.», 1927; Die 1200 PS. Diesel-Druckluftlokomotive der Deutschen Reichsbahn, «VDI»,

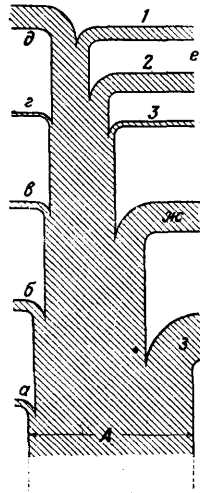
1930, 10; «Glaser's Annalen», В., 1931, 1307; «Engineering», ab 1927, «Railway Gazette», L., «Diesel Railway Trac-tion», L., 1933.

А. Шелест.

ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС, количественное рас-пределение тепла, участвующего в каком-либо тепловом процессе, между основным и сопутствующим ему процессами. В громадном большинстве случаев практич. целью теп-лового процесса является использование полученной тепловой энергии в непосред-ственном виде или в форме полезной работы. Потери теп-

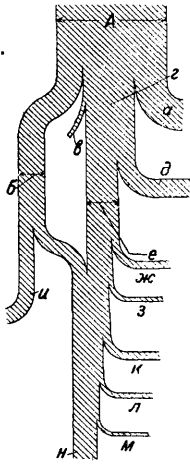


Фиг. 1.



Фиг. 2.

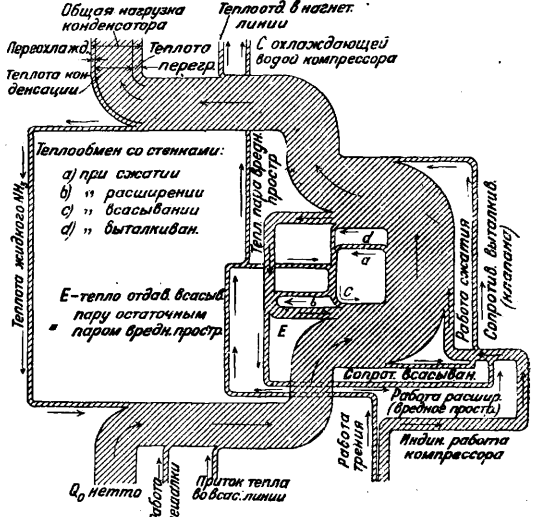
ла обуславливаются процессами, понижающими кпд машины или установки. В холодильной технике, где основной целью процесса является удаление тепла, наоборот, процессы увеличивающие количество тепла в установке, являю-щиеся потерями и понижают ее кпд. Из анализа отдельных процессов и соответствующих измерений получаются данные для составления Т. б. комплексного процесса в б. или м. детальной форме и указания для исправления Т. б. в направлении повышения экономичности процесса. На фиг. 1 показан пример Т. б. па-рового котла. Как видно, % тепла, расходуе-мого на парообразование, меняется от режима топки. Утилизация тепла от сгорания топлива



Фиг. 3.

в *двигателе внутреннего сгорания* (см.) характеризуется Т. б. двигателя. На фиг. 2 дан пример Т. б. для большого газового двигателя с охлаждае-нием горячей водой и утили-зацией отходящего тепла. Обозначения на диаграмме: А—тепло сжигаемого топлива на 1 НР, в час, 2200 Cal = 100%, а—трение в двигателе, 72 Cal = = 3,3%, б—нагревание воды, ох-лаждающей поршни, 153 Cal = = 7%, в—излучение тепла, 88 Cal = 4%, г—вспомогатель-ные механизмы, 11 Cal = 0,5%, д—потери вследствие тепло-проводности и с отходящими газами, 344 Cal = 15,5%, е—пар из котла, отапливаемого от-ходящими газами, 500 Cal = = 22,7% (1—подогреватель, 2—котел, 3—перегреватель), жс—пар от охлаждающей воды цилиндрических крышек и выхлопного трубопровода, 400 Cal = 13,2% и з—полезная работа двигателя, 632 Cal = = 23,7%. Диаграмма на фиг. 3 показывает рас-пределение тепла на отдельные процессы в *теплогосе* (см.) с подогревом воздуха теплом отходящих газов и пневматической передачей

при полной мощности. Обозначения: А—тепло топлива 100%, а—потери с отходящей водой 29,0%, б—потери с отходящими газами 26,5%, в—потери за счет увеличения давления выхлопа 2,0%, г—индикаторная работа двигателя 42,5%, д—механические потери в двига-теле и компрессоре 13,2%, е—индикаторная ра-бота компрессора 29,3%, жс—потери в клапанах компрессора 5,9%, з—потери в трубопроводе 3,6%, и—потери на выхлоп 14,0%, к—потери от дросселирования, расширения и выхлопа в цилиндре локомотива 6,0%, л—механич. потери в экипаже локомотива 4,0%, м—потери в экипаже локомотива 1,9%, н—работа локомотива на крюке 20,4%. Тепловые процессы, происходящие в холодильной машине, показа-



Фиг. 4.

ны на фиг. 4, Q₀ нетто—полезная холодопроиз-водительность. Пример Т. б. металлургич. про-цесса см. *Доменное производство*.

ТЕПЛОЕМКОСТЬ, количество тепла (в cal или Cal), потребное для нагревания тела или системы тел в данном процессе на 1°:

$$C = \frac{dQ}{dT} \text{ cal/}^\circ\text{C или Cal/}^\circ\text{C.}$$

Т. зависит не только от заданного начального состояния тела, но и от вида процесса нагре-вания: каждому процессу соответствует своя особая Т., как это видно из следующего.

| Теплоемкости различных процессов. | |
|------------------------------------|--|
| Адиабатический процесс (dQ = 0) | C = 0 |
| Изохорический процесс (V = Const) | C = C _v (Т. при постоянном объеме) |
| Изобарический процесс (p = Const) | C = C _p > C _v (Т. при постоянном давлении) |
| Изотермический процесс (T = Const) | C = ∞ |

Т. C = $\frac{dQ}{dT}$ называется также полной Т., или в водяны м эквивалентом, данного тела или системы вследствие того, что Т. воды при t° = 15° численно равна ее массе по опреде-лению *калории* (см.). Поэтому C численно равно массе воды, требующей для своего на-гревания на 1° (от 14,5° до 15,5°) такое же коли-чество тепла, что и данное тело или система. Т., отнесенная к единице массы однородного тела, называется удельной или мольной (неправильно—молекулярной) Т. в за-

висимости от того, выражена ли масса тела в граммах или молях (1 моль = M_2 , где M —относительный мол. вес—масса вещества тела при $O = 16,00$).

Т. о. удельная Т.

$$C_1 = \frac{C}{m} = \frac{1}{m} \frac{dQ}{dT}$$

(m —масса однородного тела), а молярная Т.

$$C_M = C_1 \cdot M = C \frac{M}{m} = \frac{C}{n}$$

Здесь $n = \frac{M}{m}$ —число молей, содержащихся в массе m данного тела. Аналогично молярной для химически простых веществ определяется атомная Т. как Т, отнесенная к 1 граммолекулу ($C_A = C_1 \cdot A$).

Если данное тело или система состоит из k отдельных однородных частей с массами m_1, m_2, \dots, m_k и с удельными Т. C_1, C_2, \dots, C_k , то полная Т., или водной эквивалент, всей системы выразится как

$$C = C_1 m_1 + C_2 m_2 + \dots + C_k m_k = \sum_{i=1}^{i=k} m_i \cdot C_i$$

Удельная или молярная Т. обычно, после того как точно определено о чем идет речь, называется просто Т. без значков (C_1 или C_M, C_A) лишь с указанием, для какого процесса нагревания определена данная Т. [Так, обычно применяются Т. при постоянном давлении C_p , при постоянном объеме C_v или вообще при постоянстве одного из параметров (x), определяющих состояние системы, C_x .]

Т. системы определены (для заданных процессов), если известен термодинамич. потенциал (см.) системы. Так напр., если определен изотермич. потенциал системы F [$F = U - TS = F(V, T)$ —внутренний или $\Phi = F + pV = \Phi(p, T)$, внешний], то Т. определится двукратным дифференцированием:

$$C_v = -T \frac{\partial^2 F}{\partial T^2}, \quad C_p = -T \frac{\partial^2 \Phi}{\partial T^2}$$

Следует различать среднюю и истинную Т. Последняя относится к данной темп-ре T и получается делением бесконечно малого количества тепла dQ , поглощаемого телом или системой в данном элементарном процессе нагревания (см. Термодинамика), на соответствующий интервал темп-ры dT , внутри к-рого лежит данная темп-ра: $C = \frac{dQ}{dT}$. Средняя же Т. определяется делением конечного количества тепла Q_{12} , поглощаемого в процессе нагревания, на соответствующий конечный интервал темп-ры $T_2 - T_1$: $\bar{C}_{12} = \frac{Q_{12}}{T_2 - T_1}$. Зная зависимость истинной Т. от темп-ры, можно вычислить среднюю Т. как интегральное среднее:

$$\bar{C}_{12} = \frac{1}{T_2 - T_1} \cdot \int_{T_1}^{T_2} C(T) dT$$

Разность $C_p - C_v$ имеет большое значение в молекулярной физике, выражая сумму внешней и внутренней (молекулярной) работы изобарич. расширения тела при нагревании его на 1° :

$$C_p - C_v = \frac{dA_e}{dT} + \frac{dA_i}{dT};$$

$$dA_e = p_1 dV;$$

$$dA_i = k dV;$$

$$C_p - C_v = (p_1 + k) \left(\frac{dV}{dT} \right)_{p_1}$$

Здесь k —молекулярное давление, для идеальных газов обращающееся в 0, откуда для 1 моля идеального газа находим (см. Газы):

$$C_p - C_v = p_1 \left(\frac{dV}{dT} \right)_{p_1}$$

и из $pV = RT$

$$C_p - C_v = R.$$

О методах измерения Т. см. Калориметрия.

Вопрос о Т. в молекулярно-кинетич. теории газов, жидкостей и твердых тел имеет особенно большой интерес в связи с применением результатов теории в разнообразных теплотехнич. расчетах. Принимая теорему равного распределения энергии по степеням свободы (Максвелл, Больцман) для любого тела, находим (на 1 моль) $C_v = \frac{R}{2} \cdot n$, тогда для идеальных газов:

$$C_p = C_v + R = R \left(\frac{n}{2} + 1 \right) \text{ и } \gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1 + \frac{2}{n};$$

при $n = 3$ (одноатомные газы) $C_v = 2,98$ cal/моль. $^\circ\text{C}$; при $n = 5$ (двухатомные газы) $C_v = 4,96$ cal/моль. $^\circ\text{C}$; при $n = 6$ (трехатомные газы и одноатомные твердые тела—металлы) $C_v = 5,96$ (закон Дюлонга и Пти); при $n > 6$ и может быть очень велико. При этом γ изменяется от наибольшего значения $\gamma = 1,667$ при $n = 3$ для одноатомных газов, напр. паров Hg, до $\gamma \rightarrow 1$ (в пределе, при $n \rightarrow \infty$). Для двухатомных газов ($O_2, N_2, \text{воздух}$) $\gamma = 1,40$ ($n = 5$).

Главный недостаток теории равномерного распределения энергии по степеням свободы состоит в том, что эта теория не предусматривает наблюдаемого на опыте непрерывного изменения Т. с темп-рой. Основываясь на работах Планка, Эйнштейн (1907 г.) показал в своей теории Т., что на 1 степень свободы вибратора приходится на 1 моль в среднем энергия:

$$\bar{U} = \frac{R}{2} \cdot f(T, \nu)$$

Отсюда для Т. простейшего твердого тела ($n = 6$) находим:

$$C_v = 3R \cdot \frac{df(T, \nu)}{dT};$$

здесь

$$\frac{df}{dT} = \frac{x^2 e^x}{(e^x - 1)^2} \quad (1)$$

где $x = \frac{\theta}{T}$, а $\frac{1}{x} = \frac{T}{\theta}$ —некая «приведенная температура», в выражении к-рой $\theta = \beta \nu$ (ν —характеристич. частота колебаний вибратора). Ф-ла (1) дает зависимость Т. от t° , приводя к характерной для каждого тела кривой (в зависимости от его $\theta = \beta \nu$). В соответствии с классич. измерениями Нернста, Эйкена и их учеников и с тепловым законом Нернста ф-ла Эйнштейна дает при абсолютном нуле (при $T = 0$) обращение в 0 как самой Т., так и всех ее последовательных производных по темп-ре (при $T \rightarrow 0, x \rightarrow \infty, \lim C_v = \frac{d^m C_v}{dT^m} = 0$) для любых m (соприкосание бесконечно высокого порядка с Т-осью). При $T \rightarrow \infty$ эта ф-ла приводит к предельному значению $\lim C_v = 3R$, отвечающему закону Дюлонга и Пти и достигаемому практически для металлов уже при обычных t° . Значения Т., получаемые из опыта, лежат однако при низких t° всегда несколько выше теоретически вычисленных, вследствие чего делались многочисленные попытки усовершенствовать далее теорию Т., исходя попрежнему из ф-лы Планка, для распределения энергии по степеням свободы в зависимости от t° (Нернст

и Линдеман, Сезерланд, Маделунг, Дебай, Борн и Карман). Особый интерес представляет теория Дебая (1912 г.), рассматривающая совокупность стоячих волн—поперечных и продольных колебаний в данной среде, принятой за континуум—ее «акустический спектр», связанный с ее упругими свойствами,—как «термический спектр» тела. Теория Дебая приводит к формуле, дающей те же предельные условия, но количественно ближе отвечающей опыту. При низких t° эта ф-ла переходит в известный «закон кубов», согласно которому T пропорциональна кубу абсолютной температуры, $C_p = AT^3$. Исходя из этих теорий T , удается показать, что для двух- и трехатомных газов C_p при очень высоких t° превышает указанные выше значения, полученные для не очень высоких t° , и стремится к пределам, соответствующим 6,95 и 11,91, что объясняется возникновением колебательных движений атомов внутри молекулы. T газов тоже несколько убывает с понижением t° при низких t° (Эйкен, 1912 г.), приближаясь (для H_2 при $T \leq 50^\circ K$) к значению C_p для одноатомного газа. Для газов $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ может быть найдена по измерению скорости звука v в газе по формуле: $\gamma = \frac{D}{p} v^2$, где D —плотность, а p —давление газа, близкое к идеальному.

Для веществ в твердом состоянии T является аддитивной ф-ней молекулярного состава:

$$MC = \sum n_i A_i C_i,$$

т. е. молярная T (MC) является суммой атомных T (AC) всех n атомов, входящих в молекулу соединения (закон Джоуля-Кюппа); отсюда вместе с законом Дюлонга и Пти следует, что многие соединения, близкие по структурному типу (MeO , $MeNO_3$, $MeCl_2$ и т. д., где Me —катион), имеют практически одинаковые MC . Для жидкостей эти законы не имеют места, их T сильно отличается от T того же вещества в твердом состоянии (при тех же условиях). Так, для воды $C = 1$, для льда $C = 0,5$. Величина $\gamma = C_p/C_v$ для твердых тел (металлов) обычно $< 1,1$, для жидкостей же лежит между 1 и 1,6, причем T мало зависит от давления:

$$\frac{\partial C_p}{\partial p} = -T \left(\frac{\partial^2 v}{\partial T^2} \right)_p.$$

Для многих жидкостей T практически линейно растет с t° (при обычных t°). Для воды, вследствие аномалии теплового расширения, обусловленной сильной ассоциацией молекул, T тоже аномально изменится с t° , давая минимум около $t = 35^\circ$, причем средняя T 0—100° близко совпадает с истинной T при $t = 15^\circ$ ($C_p = 1$ при 15°). При $t = 4^\circ$ ($\frac{dv}{dT} = 0$, $v = \min$) по тому $C_p = C_v$, $\gamma = 1$; при всех же других t° конечно $C_p < C_v$ и $\gamma > 1$.

T поверхностного слоя чистых жидкостей вдалеке от критич. темп-ры не отличается значительно от T их однородной массы (Эйнштейн, Гаркинс). Это вытекает из практич. независимости полной поверхностной энергии

$U_s = \sigma - T \frac{\partial \sigma}{\partial T}$ от темп-ры:

$$\frac{\partial U_s}{\partial T} = -T \frac{\partial^2 \sigma}{\partial T^2} = \frac{\partial C_p}{\partial S} = 0.$$

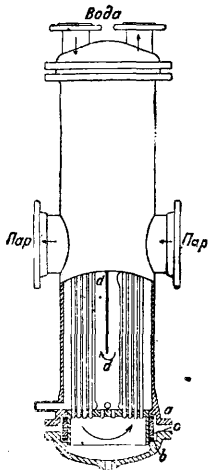
Здесь S —величина поверхности, а σ —свободная поверхностная энергия (см.). Для растворов же поверхностно-активных веществ это положение

не имеет места в связи с отличием поверхностного слоя по составу (вследствие адсорбции) от всей массы раствора.

Лит.: Хвольсон О., Курс физики, т. 3, Берлин, 1923; его же, Эволюция учения о теплоемкости, П., 1920; Нернст В., Теоретические и опытные основания нового теплового закона, пер. с нем., М.—Л., 1929; Boltzmann L., Vorlesungen über Gastheorie, 2 Aufl., T. 1—2, Lpz., 1923; Einstein A., «Wiedemanns Annalen», Lpz., 1907, Vierte Folge, B. 22, p. 180; 1911, B. 34, p. 170; Eucken A., «Z. phys. Chem.», 1912; Nernst W., «Ztschr. f. Elektrochemie», B., 1911, B. 17, p. 265, 817; Jellinek K., Lehrbuch d. phys. Chemie, 2 Aufl., B. 2, Stg., 1928. П. Рабиндер.

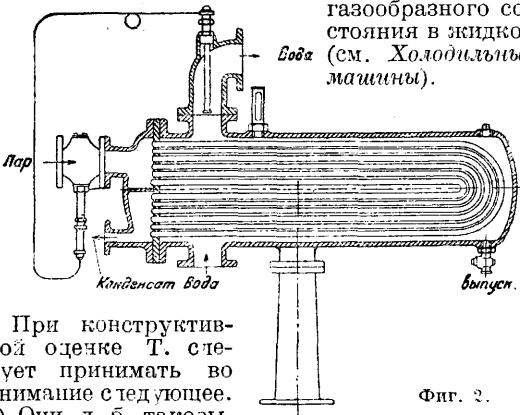
ТЕПЛОБМЕННИКИ, аппараты, в которых передается тепло от вещества с высшим тепловым потенциалом (греющее вещество—теплоноситель) к веществу с низшим тепловым потенциалом (нагреваемое вещество). Передача тепла происходит через ту или иную стенку, причем наиболее часто встречается на практике следующие виды теплообмена: пар—жидкость, жидкость—жидкость, пар—пар, газ—газ, газ—жидкость, газ—пар и электроэнергия—жидкость. В последнее время делаются попытки применить в качестве теплоносителя пары ртути, дифенил и расплавленные соли, состоящие из смеси 6 частей хлорида алюминия Al_2Cl_6 , 3 частей поваренной соли $NaCl$ и 1 части хлорида железа Fe_2Cl_6 . В зависимости от того, какое вещество вводится в аппарат с высшим потенциалом и в каком состоянии входит и выходит нагреваемое вещество, T называются: а) подогревателями, бойлерами или решоферами, если греющее вещество в виде пара, газа, воды или како³-либо другой жидкости передает тепло воде или другой жидкости, к-рые выходят из аппарата с более высокой t° , чем вступили, не изменяя при том своих основных свойств; б) теплоуловителями, если подогревается воздух за счет тепла насыщенного паром воздуха, выходящего из паровых аппаратов производства при атмосферном давлении; в) одянными экономайзерами, если вода подогревается за счет тепла отходящих дымовых газов из паровых котлов, двигателей внутреннего сгорания или из аппаратов производства (см. *Экономайзеры*); г) воздушными экономайзерами, или воздухоподогревателями, если воздух подогревается за счет тепла дымовых газов или за счет тепла пара или горячей воды, вступающих в аппарат с давлением выше атмосферного (см. *Экономайзеры*); д) котлами на отходящих газах, или утилизаторах, если в них вода превращается в пар за счет тепла отходящих из производства газов (напр. из вращающихся печей цементного, хромпикового и других производств); е) перегревателями свежего пара, когда он перегревается за счет тепла дымовых газов паровых котлов или отходящих газов из аппаратов производства; ж) перегревателями промежуточного пара, или вторичными пароперегревателями, если пар по выходе из ступени высокого давления паровых турбин снова перегревается за счет тепла дымовых газов, тепла перегретого пара или тепла какого-либо другого вещества; з) регуляторами перегретого пара, когда за счет отдачи тепла насыщенному пару или воде понижается t° греющего пара; и) электрическими нагревательными приборами, если нагрев того или иного вещества происходит за счет расхода электроэнер-

гии (см. *Нагревательные приборы*); к) электрическими паровыми котлами, когда вода превращается в пар за счет расхода электроэнергрии; л) в парными аппаратами, или кипятилниками, когда для увеличения концентрации жидкого или тестообразного вещества удаляется из него некоторое количество влаги за счет тепла дымовых газов, пара, воды или химич. растворов (см. *Выпаривание*); м) сушилками (см. *Сушка*) при удалении влаги из твердых веществ; н) испарителями, дистилляторами или перегонными аппаратами, если вода или другое вещество превращается в пар за счет тепла пара, воды или другого вещества; о) конденсаторами, когда назначение Т. сводится к конденсированию охлаждаемого вещества; п) холодильниками, когда главная цель аппарата — охладить греющее вещество до нужной t° с переводом его нередко из парообразного или газообразного состояния в жидкое



Фиг. 1.

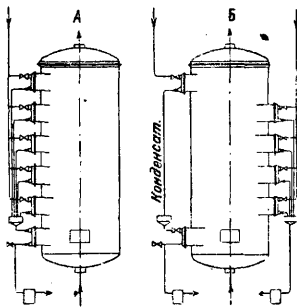
(см. *Холодильные машины*).



Фиг. 2.

При конструктивной одежке Т. следует принимать во внимание следующее.

- 1) Они д. б. таковы, чтобы вещества могли легко освободиться от воздуха, в них содержащегося; воздух при этом должен автоматически удаляться из аппарата;
- 2) расположение труб д. б. таково, чтобы конденсат пара удалялся с них, не затрагивая других труб; в случае противном на трубах ниже лежащих образуются водяные слои (пленка), значительно ухудшающие теплопередачу;
- 3) для избежания значительного отклонения капающего конденсата от вертикального направления энергией движения пара отдельные ряды трубок д. б. расположены более или менее наклонно к направлению парового потока; в соответствии с этим д. б. также установлены расстояния между отдельными рядами труб;
- 4) отверстия, через к-рые



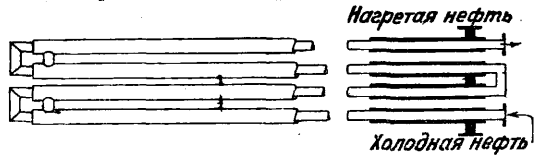
Фиг. 3.

- 5) входит греющее вещество, должны быть таковы, чтобы была возможность быстрого распространения его во все стороны поверхности нагрева аппарата;
- 6) расположение труб должно соответствовать убыванию энергии движения пара или газа по мере прохода его через аппарат;
- 7) скорости движения вещества должны приближаться к предельно возможным для них;
- 8) вся система труб должна иметь возможность свободного расширения, иначе при большой



Фиг. 4.

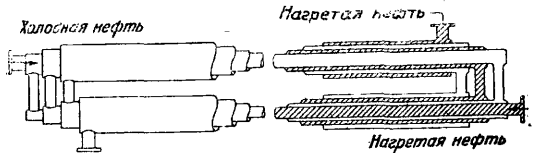
разнице t° греющего и нагреваемого веществ могут происходить расстройтва вальцовок и разрывы труб;
- 9) приспособления для отвода образующегося конденсата д. б. таковы, чтобы не было подтопа аппарата;
- 10) очистка труб и других поверхностей с внутренней и с внешней сторон не должна представлять особых затруднений;
- 11) при применении теплоносителя в виде отработанного пара от насосов, паровых



Фиг. 5.

машин и паровых молотов Т. должны быть снабжены *маслоотделителями* (см.) для предохранения поверхностей нагрева от загрязнения налетами масла, значительно ухудшающими теплопередачу;

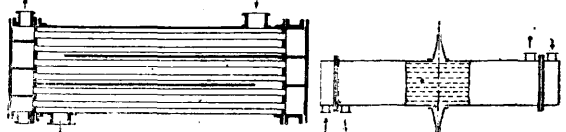
- 12) наилучшее направление движения греющего и нагреваемого веществ — противоток;
- 13) каждый Т. должен быть снабжен той арматурой, к-рая предохраняла бы его от взрыва;
- 14) изоляция Т. должна сво-



Фиг. 6.

доть до минимума потерю тепла в окружающую среду; 14) должна быть обеспечена возможность измерения давления и t° .

В зависимости от расположения труб подогреватели, бойлеры и решоферы называются вертикальными (фиг. 1) и горизонтальными (фиг. 2). В зависимости от того, завершается ли подогрев вещества в одном или в нескольких аппаратах, система называется *однокор-*

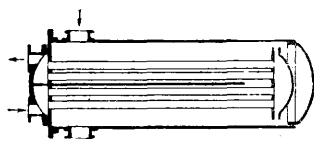


Фиг. 7.

Фиг. 8.

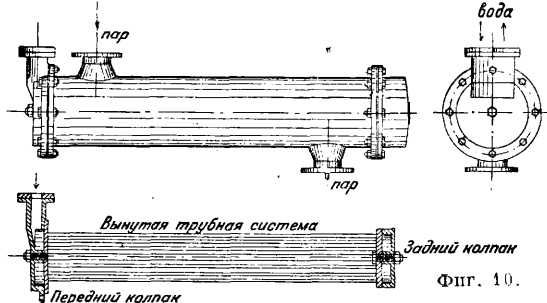
пусной или *многокорпусной*. При подогревателях большой мощности иногда вместо одного греющего вещества (фиг. 3, А — свежий пар) применяют несколько греющих веществ

(фиг. 3, Б—свежий и мятый пар). Иногда же вместо одного большого Т. делают несколько небольших Т. Такая система малых Т. имеет следующие преимущества: 1) они более легки в изготовлении, 2) чистка и ремонт одного Т. не нарушают работы остальных, 3) можно допускать большие скорости движения жидкостей, 4) расширения и сокращения от t° -ных воздействий в них меньше, 5) отдельные детали таких Т. (пучки труб, кожуха и пр.) могут быть нормализованы, причем стоимость запасного агрегата и запасных частей относительно уменьшается. Подогреватели, бойлеры и решоферы изготавливаются из различных металлов, причем согласно правилам



Фиг. 9.

НКТ от 24/VII 1923 г. относительно устройства, содержания и освидетельствования пароприемников и других приборов и аппаратов, работающих под давлением газов и жидкостей выше атмосферного, чугуна допускается только для Т., предназначенных к работе не свыше, чем при 6 atm. Трубы в подогревателях, бойлерах

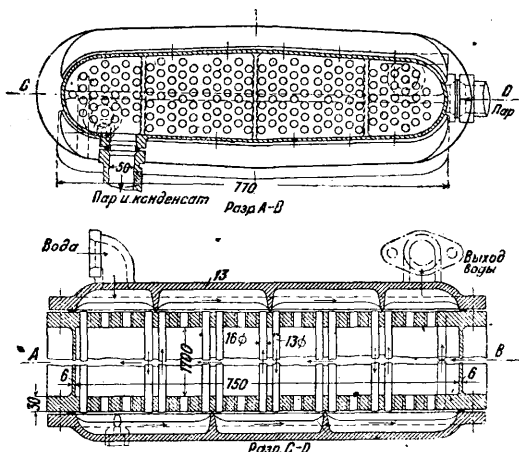


Фиг. 10.

и решоферах делаются или прямыми (фиг. 1) или гнутыми (фиг. 2). Диаметры труб разнообразны, причем наименьший (14—15 мм) берется из условий возможности очистки труб.

Основные конструкции подогревателей таковы. а) Труба в трубе, или т. н. двойная труба, по схеме фиг. 4. Внутренняя труба таких Т. редко бывает менее 50 мм, тогда как корпус делается от 75 мм и выше. В силу этого длина труб получается значительная, превосходя в некоторых случаях 120 м. При отсутствии достаточно длинных помещений соединяют такие Т. последовательно по схеме фиг. 5. При отсутствии достаточного количества компенсирующих устройств (например сальников с уплотнениями) трубы произвольно изгибаются, перекрывая одна другую и тем ухудшая теплопередачу. б) Концентрич. Т.-подогреватель (фиг. 6) состоит из труб, вложенных одна в другую, но с направлением греющего и нагреваемого веществ т. о., чтобы получался противоток и чтобы последнее на всем пути находилось между двумя слоями греющего вещества. Ремонт и чистка таких Т. затруднительны. в) Т. с прямыми трубами жесткой конструкции (фиг. 7);

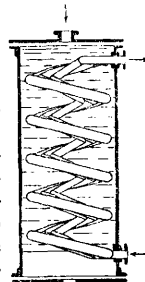
тот же Т. может быть установлен вертикально. Такие Т. называются многоходовыми, причем в решоферах и в подогревателях для щелока



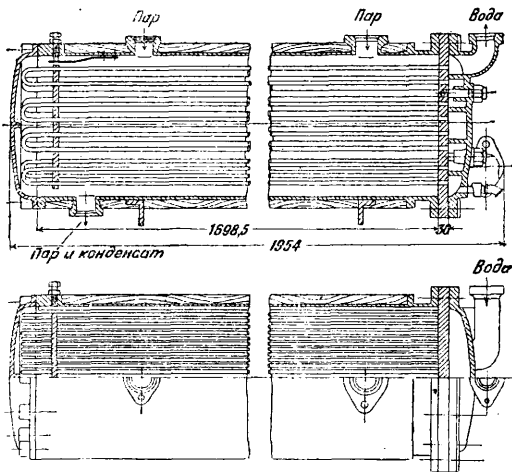
Фиг. 11.

число ходов делается до двенадцати. Для предотвращения расстройства вальцовок и для предохранения труб от разрывов при конструкциях по схеме фиг. 7 делают иногда компенсаторы в виде пружинящего кольца (фиг. 8).

г) Т. с прямыми трубами, но с возможностью свободного их расширения показаны на фиг. 9 и 10 и на фиг. 1. В первых двух конструкциях устроены двойные днища; подобные конструкции называются «плавающей» или со «скользящей» головкой. В Т. же по фиг. 1 нижние концы труб развальцованы в трубной доске, имеющей форму поршня. Сальник состоит из набивок а и б, между которыми насажено железное кольцо с с отверстиями посредине. В случае неплотностей в сальниках через небольшие отверстия кольца с выдувается наружу вода или пар, чем и избегается попадание пара в воду или наоборот. Такой Т. предназначен для работы в 30 atm и выше. Чтобы предохранить от смятия пучок латунных труб, введена незакреплен-



Фиг. 12.

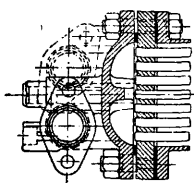


Фиг. 13.

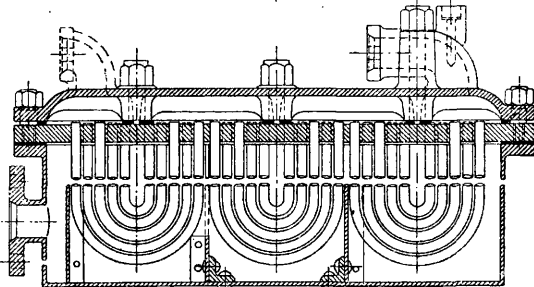
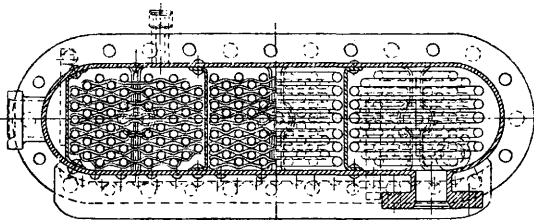
ная распорная труба d. Последняя несколько короче других труб, но настолько, чтобы был некоторый выгиб латунных труб и не было

ее сминания. При этом места вальцовки не подвергаются усилиям, потому что давление полностью воспринимается незакрепленной

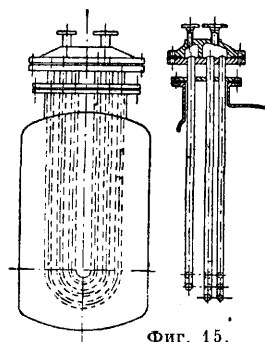
з) Теплоуловители делаются трубчатые или пластинчатые. Пример последнего типа, по патенту инж. А. И. Таирова, показан на фиг. 17.



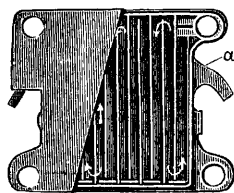
трубой. д) Т. с перпендикулярным расположением движения греющего и нагреваемого веществ строятся горизонтальными и вертикальными. Горизонтальный Т. этого типа показан на фиг. 11. Переход вещества из одной секции в другую происходит по ходам в корпусе. Конструкция таких Т. жесткая, что и ограничивает длину труб. е) Т. с гнутыми трубами строятся по фиг. 2 и фиг. 12—14. Для предотвращения смешения греющего и нагреваемого веществ и при гну-



Фиг. 14.

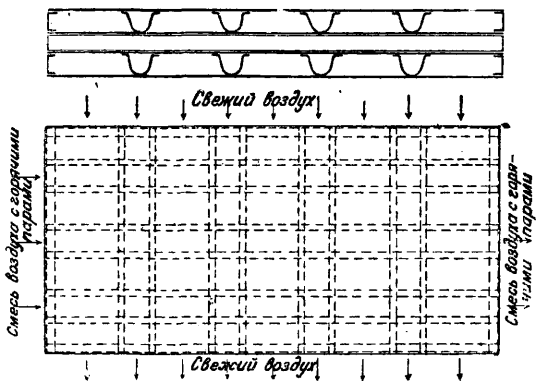


Фиг. 15.



Фиг. 16.

тых трубках делают Т. с двойными днищами (фиг. 15). ж) Пластинчатые Т. состоят из литых элементов (фиг. 16) в виде пластин, в к-рых

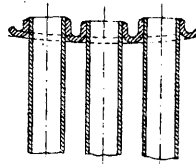


Фиг. 17.

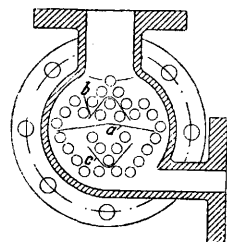
ребрами образованы ходы по стрелкам. Закрываются эти элементы пластинами с применением набивки. Элементы устанавливаются лапками *a* на общую раму и плотно сжимаются.

Корпуса подогревателей, бойлеров и решоферов имеют в большинстве случаев круглую форму, но делают их и прямоугольной формы из склепанных или сваренных листов. Трубы обычно укрепляются развальцовкой. В алюминиевых Т. для предотвращения неплотностей, возникающих вследствие теплового расширения, алюминиевые трубы вставлены в выпуклые отбортованные днища и по краям заварены (фиг. 18). Перегородки делают обычно из легких металлических листов, а иногда перегородок не ставят, а обертывают трубы по спирали толстой проволокой. Для уплотнения перегородок, выполненных из металл. листов, к корпусам приваривают по две полоски так, чтобы образовался паз. В последний сначала вкладывают полоски дерева, а потом уже металл.

лист. Дерево, разбухая, дает достаточное уплотнение. При наличии нескольких перегородок в Т. для предохранения перехода тепла с горячей стороны перегородки на противоположную выполняют иногда перегородки двойными на расстоянии ок. 25 мм, заполняя промежуток изолирующим веществом (напр. в нефтяных Т. неподвижным слоем

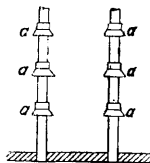


Фиг. 18.

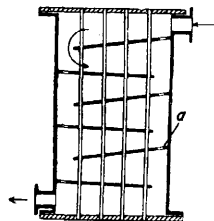


Фиг. 19.

нефти). Во избежание попадания конденсата на нижележащие трубы горизонтальных Т.-подогревателей кроме основных перегородок *a* (фиг. 19) рекомендуется устанавливать крыши *b* и желоба *c*. В вертикальных Т. для защиты от стекания конденсата по трубам можно устано-



Фиг. 20.



Фиг. 21.

вливать разъемные кольца *a* (фиг. 20). Если перегородки наклонные (фиг. 21), то для стекания конденсата делают отверстия *a*.

По указанным выше правилам НКГ от 24/VII 1923 г. Т. должны подвергаться гидравлич. или воздушному испытанию с соблюдением следующих правил. а) Пароприемники, работающие при давлении не свыше 10 атм, испытываются давлением, превышающим рабо-

чее на 50% и не менее как на 1 atm для рабочих давлений до 2 atm. б) Пароприемники, работающие под давлением свыше 10 atm, испытываются давлением, превышающим рабочее на 5 atm. в) Аппараты, работающие под давлением газов и жидкостей не свыше 100 atm, испытываются давлением, превышающим рабочее на 50% и не менее как на 1 atm для рабочих давлений до 2 atm. г) Аппараты, работающие под давлением свыше 100 atm, испытываются давлением, превышающим рабочее на 50 atm. Срок гидравлич. испытания, производимого технич. инспекцией ВЦСПС после первоначального при пуске Т., д. б. не реже одного раза в шесть лет. Также должны производиться технической инспекцией внутренние осмотры не реже одного раза в три года и наружные осмотры не реже одного раза в год. Каждый Т. должен быть снабжен арматурой и гарнитурой, установленными правилами ВЦСПС.

Механич. расчет Т. производится по ф-лам для сосудов, находящихся под давлением, причем при выборе диаметра и длины труб необходимо принимать во внимание допустимую стрелу прогиба.

Тепловой расчет подогревателей, бойлеров, решоферов и теплоуловителей производится по следующему ф-лам: а) количество тепла, воспринятое в 1 ч. нагреваемым веществом,

$$Q_1 = Dc(t_2 - t_1); \quad (1)$$

б) поверхность нагрева

$$H_{no} = \frac{Q_1}{k_{no} \left(\ln \frac{T_1 - t_1}{T_1 - t_2} \right)} = \frac{Dc}{k_{no}} \ln \frac{T_1 - t_1}{T_1 - t_2}. \quad (2)$$

Эта же ф-ла с достаточной для практики точностью пишется так:

$$H_{no} = \frac{Q}{k_{no} \left(T_1 - \frac{t_1 + t_2}{2} \right)} = \frac{Dc(t_2 - t_1)}{k_{no} \left(T_1 - \frac{t_1 + t_2}{2} \right)}. \quad (3)$$

В этих ф-лах: D —количество вещества в кг, нагреваемого в Т. в 1 ч.; c —средняя теплоемкость нагреваемого вещества; t_1 и t_2 —температуры нагреваемого вещества при вступлении его в Т. и при выходе из Т.; k_{no} —коэф. теплопередачи (Cal/м² час °C); H_{no} —поверхность нагрева Т. (м²); T_1 —температура в °C греющего вещества при входе в Т. Баланс тепла подогревателя, бойлера, решофера и теплоуловителя, отнесенный к 1 кг греющего вещества, пишется так:

$$Q_p = \frac{Q_1}{B} + Q_2 + Q_3. \quad (4)$$

В этой ф-ле: Q_p —теплосодержание 1 кг греющего вещества при входе его в аппарат (Cal/кг); Q_1 —количество тепла, воспринятое в 1 ч. нагреваемым веществом (Cal/ч.); B —количество греющего вещества, прошедшее через Т. в 1 ч.; Q_2 —теплосодержание греющего вещества при выходе его из аппарата (Cal/кг); Q_3 —потеря в окружающую среду Т. (Cal/кг). Значения баланса тепла в % выражаются так:

$$100\% = \left(\frac{Q_1}{B} \right) \frac{100}{Q_p} + \frac{Q_2 \cdot 100}{Q_p} + \frac{Q_3 \cdot 100}{Q_p}. \quad (5)$$

Лит.: Вальке Г., Рационализация теплового хозяйства, пер. с нем., М.—Л., 1931; де Гралья Г., Использование отбросной и избыточной энергии, пер. с нем., М.—Л., 1931; Гаусбранд Э., Выпаривание, конденсация и охлаждение, пер. с нем., М., 1929; Грановский И. Р., Котельные установки, Л., 1933; Гриш М., Сушка и сушилки, М., 1929; Григорьян Г., Вязные мазуны, их хранение, транспорт и применение в качестве топлива, М.—Л., 1932; Денисевич В., Примерные расчеты аппаратуры нефтеперегонных в-дов, Баку—М., 1932; Зубе М., Энциклопедия свеклосахар-

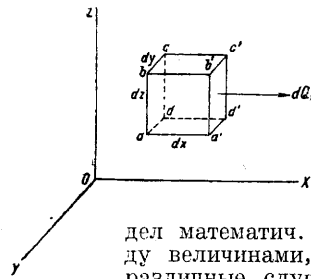
ного производства, Киев—М., 1924; Иванов В., Паровые котлы и техника безопасности котельных установок, М., 1931; Капаш Ф. и Семин А., Расчет и работа теплообменных аппаратов, пер. с англ., М.—Л., 1932; Криш К., Котельные установки, М., 1926; его же, Atlas котельных установок, М., 1923; Лавский И. А., Теплосиловые установки центральных электростанций, М.—Л., 1932; Тенбюш, Теплопередача, пер. с нем., М., 1930; Шнейдер Л., Использование отработанного пара, пер. с нем., М., 1927; Яблоцкий И. В. и Шумиллов П., Практический курс по теории теплопередачи, М.—Л., 1932; Гриневко Р., Применение подогрева питательной воды в паровых и соответствующие типы подогревателей, «ИТИ», 1925, 1(3); Гродский И., Регенеративный процесс в паровых турбинах, «Тепло и сила», М., 1930, 8—9; Якимов В. Л., Бойлера в теплофикации, их расчет и конструкция, там же, М., 1932, 4; Кисельгофа И. Котельевский Ю., К определению коэф-та теплопередачи для основных видов теплообменников, «Химическое машиностроение», Харьков, 1932, 1; Hütte, Spr. инженера, 1931; Теплотехника, Настоящая книга, 1928; Gardner R., Steam a. Water for Process Negurg, «Chemical a. Metallurgical Engineering», N. Y., 1932; Krebs O., Der aufrechtstehende Wärmeaustauschapparat d. Benschdestillieranlage, «Die chemische Fabrik», B., 1932, 4—5; Wülfingoff F., Einiges über Wärme verbauchen u. Austauschen in d. chemischen Industrie, ibid., 1932, 11; Müller В., Die Helzdampf, Kühlung u. ihre Apparate «Die Wärme», B., 1932, 20. А. Ставровский.

ТЕПЛОПЕРЕДАЧА. Понятие Т. охватывает всю совокупность явлений теплообмена между телами. Получение и отдача тепла физич. телами могут происходить тремя различными способами: путем кондукции, или теплопроводности, конвекции, или теплопереноса, и радиации, или лучеиспускания. Кроме того она может конечно происходить и через другие промежуточные формы энергии.

До 40-х гг. прошлого столетия теплота считалась особым рода невесомым веществом—«теплородом». Работы Роберта Майера (1842 г.), Джоуля (1843 г.) и Гельмгольца (1847 г.) разрушили этот взгляд и привели к представлению о теплоте как о беспорядочном движении частиц тела. При этом представление о тепловых явлениях, охватываемое в просторечии одним словом «теплота», расчленилось на два понятия: 1) внутренней тепловой энергии в определенном состоянии и 2) теплообмена, т. е. получения и отдачи телом энергии при различных изменениях его состояния. Последнюю и принято называть в термодинамике *теплотой*. Подробнее см. *Термодинамика*.

Внутренняя энергия тела представляет собой кинетич. энергию беспорядочного интрамолекулярного движения частиц тела. Внутренней строй тела определяется, с одной стороны, интенсивностью теплового движения частиц, с другой, темне вполне разгаданными еще причинами, к-рые действуют между частицами и к-рые носят название сил сцепления. Под влиянием этих сил сохраняется некое среднее расстояние между частицами тел твердых и отчасти жидких. Эти силы убывают с увеличением расстояния между частицами, и тела переходят в газообразное состояние, при к-ром частицы свободно двигаются по всем направлениям. Для газообразных тел достаточно немногих предположений относительно движения и природы молекул для вывода всех их физич. свойств. *Кинетическая теория* (см.) газов т. обр. сводит все тепловые величины—внутреннюю энергию, t° , теплопроводность и т. д.—к чисто механич. представлениям. Ее воззрения являются одним из наиболее важных завоеваний материалистич. мировоззрения. Попытки аналогичных выводов для твердых тел наталкиваются на большие трудности. Однако Дебай в 1912 г. удалось заложить основание упругостной теории тепла. Дебай принимает, что тепловые движения частиц твердого тела тождествен-

ны с упругими колебаниями тела и что внутренняя тепловая энергия есть не что иное, как сумма механич. энергий этих колебаний. Вводя гипотезу, что число возможных колебаний тела не м. б. больше числа степеней свободы тела, сохраняя лишь более медленное колебание и отбрасывая все остальные, Дебай получает ф-лы, хорошо согласующиеся с опытными данными относительно теплоемкостей, запаса тепловой энергии и других свойств тела. Упругостная теория тепла Дебая относится к одноатомным телам и, прилагая законы упругих колебаний, он рассматривает твердое тело как сплошное. Появившаяся в том же году работа Борна и Кармана исходит из представления о молекулярной структуре вещества и рассматривает возможные колебания одноатомного твердого тела, образованного из атомов, расположенных в вершинах кубической решетки. После них появился целый ряд работ, связывающих тепловые свойства с учением Планка о колебаниях электронов или заряженных молекул (ионов) как источниках лучистой энергии. Т. о. физика в последнее время твердо стала на путь материалистич. понимания тепловых явлений и рассматривает передачу тепловой энергии в твердом теле как следствие колебательного движения его частиц. Если в соседних слоях тела энергия частиц различна, то непрерывные взаимодействия частиц между собой повлекут увеличение энергии в тех слоях, где она меньше, причем передача энергии может происходить не путем столкновений частиц, а передачей частицами лучистой энергии (передача через окружающее молекулы и атомы пространство). Однако механич. теория тепла не настолько разработана, чтобы можно было ею пользоваться для вычисления различных случаев T , и в настоящее время теория T остается на феноменологич. точке зрения, не вникая в материалистич. сущность тепловых процессов, а рассматривая их как некоторые закономерности, могущие быть подвергнутыми математич. исследованию. Такая формальная математическая теория теплообмена была создана еще Фурье (1828 г.) и Пуассоном (1835 г.) и в результате трудов многочисленных ученых в настоящее время представляет целый отдел математич. физики. Связь между величинами, характеризующими различные случаи T , обыкновенно в виду сложности явления м. б. получена лишь в дифференциальном виде, в форме дифференциального ур-ия. Содержание теории T заключается в интегрировании дифференциального ур-ия T на основе заданных начальных и граничных условий, к-рыми выделяется данный конкретный случай.



Фиг. 1.

получена лишь в дифференциальном виде, в форме дифференциального ур-ия. Содержание теории T заключается в интегрировании дифференциального ур-ия T на основе заданных начальных и граничных условий, к-рыми выделяется данный конкретный случай.

1. Кондукция. Выведем ур-ие T в однородном, изотропном (имеющем по всем направлениям одинаковые свойства) твердом теле для случая нестационарного, т. е. меняющегося во времени, теплового потока. Выделим из тела элементарный параллелепипед $abcd a'b'c'd'$ (фиг. 1) с ребрами dx, dy, dz , параллельными осям координат, к-рые выбраны прямоугольными и расположенными так, что плоскости параллелепипеда $dz \cdot dy$ совпадают с изотермич. плоскостями. В таком случае поток тепла будет

направлен параллельно оси X и проходит только через плоскости параллелепипеда, параллельные XOZ . Количество тепла dQ_I , вошедшее через заднюю плоскость $abcd$ в параллелепипед, будет пропорционально градиенту темп-ры $\frac{\partial T}{\partial x}$, коэф-ту теплопроводности λ , величине поверхности $abcd$, равной $dy \cdot dz$, и времени dt .

$$dQ_I = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \cdot dy \cdot dz \cdot dt.$$

Одновременно вышедшее из передней плоскости $a'b'c'd'$ количество тепла dQ_{II} пропорционально тем же величинам, но градиент темп-ры при переходе от изотермы T к изотерме $T + \frac{\partial T}{\partial x} dx$, лежащей на расстоянии dx от первой, изменится в $\frac{\partial T}{\partial x} + \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} dx$.

Следовательно

$$dQ_{II} = -\lambda \left(\frac{\partial T}{\partial x} + \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} dx \right) \cdot dy \cdot dz \cdot dt.$$

Знак « \rightarrow » указывает, что положительный поток тепла направлен в сторону уменьшения темп-ры, т. е. отрицательного ее градиента. Разность

$$dQ_I - dQ_{II} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \cdot dx \cdot dy \cdot dz \cdot dt$$

представляет количество тепла, накопившееся в параллелограмме за время dt . Оно очевидно равно $c \cdot \rho \cdot aT \cdot dV$, где c —теплоемкость, ρ —плотность вещества, $dV = dx \cdot dy \cdot dz$ —объем параллелепипеда, а dt —повышение его темп-ры, вызванное притоком указанной теплоты. Приравняв друг другу оба выражения для накопленного в параллелепипеде количества тепла, получим после сокращения на $dx \cdot dy \cdot dz$:

$$\lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = c\rho \frac{\partial T}{\partial t}. \quad (1)$$

При выводе коэф. теплопроводности принимался постоянная величиной. В общем случае, когда направление потока не совпадает с осью OX , $dQ_I - dQ_{II}$ представит составляющую потока по оси OX , и для составляющих потока по направлению осей OY и OZ получится аналогичное выражение, а накопление тепла в параллелепипеде представится суммой трех таких членов, т. ч. в общем случае ур-ие (1) примет вид:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) = a \nabla^2 T; \quad (1')$$

$a = \frac{\lambda}{c\rho}$ называется коэф-том температуропроводности тела, т. к. скорость повышения темп-ры в теле пропорциональна ему.

В качестве примера интегрирования полученного ур-ия рассмотрим решение следующей задачи: «плоская плита, толщина к-рой $2X$, имевшая первоначально темп-ру T_c , внезапно перенесена в среду с t° , равной 0° . Найти закон ее охлаждения, в частности изменение темп-ры T в любом расстоянии от середины плиты, в функции времени t . Размеры плиты предполагаются достаточно большими, для того чтобы можно было пренебречь влиянием краев. Условия однозначности данной задачи, выделяющие множество решений определенной заданной случай, суть: 1) начальные условия: для времени $t=0$ все точки плиты имеют одну и ту же темп-ру T_c ; 2) граничные условия: а) соприкасающаяся с обеими сторонами плиты окружающая среда сохраняет все время постоянную температуру 0° ; б) отдаваемое в единицу времени с единицы поверхности количество тепла $q = -\lambda \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)_{x=X}$ отводится окружающей средой. Его поэтому можно приравнять произведению

из разности темп-р плиты и среды T на коэф. теплоотдачи α с поверхности плиты:

$$-\lambda \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)_{x=X} = \alpha (t)_{x=X}; \quad (2)$$

3) физич. величины $\alpha, \lambda, \epsilon, \rho$ должны быть численно заданы.

Располагая систему координат так, что ось OX совпадает с направлением потока тепла, будем иметь дифференциальное ур-ие вида

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}.$$

Решение ур-ия (1) имеет вид: $T = e^{-c_1 t} \varphi(x)$. Подставляя его в (1') и придавая в целях дальнейших упрощений константе C_1 вид:

$$C_1 = \frac{\delta^2 a}{\lambda^2},$$

получим т. н. ур-ие Покая:

$$\frac{\partial^2 \varphi(x)}{\partial x^2} + \frac{\delta^2}{\lambda^2} \varphi(x) = 0, \quad (1'')$$

к-рое удовлетворяется значением

$$\varphi(x) = C \cdot \cos \left(\delta \cdot \frac{x}{\lambda} \right).$$

Т. о. решение ур-ия (1) есть

$$T = C \cdot e^{-\frac{\delta^2}{\lambda^2} at} \cos \left(\delta \frac{x}{\lambda} \right), \quad (3)$$

что легко проверить подстановкой. Значение постоянной δ определяется граничным условием (2), а постоянной C — начальным условием. Подстановка выражения (3) для T в (2) дает:

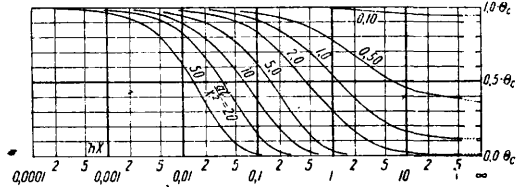
$$\frac{\alpha \lambda}{\lambda} = \delta \cdot \operatorname{tg} \delta \quad (2')$$

при допущении, что все физич. константы — постоянные величины. Это ур-ие имеет бесконечно большое число корней $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$, и следовательно полученное решение (3) распадается на бесконечное число частных интегралов. Общий интеграл есть их сумма. Постоянные C находятся из условия, что в начальный момент времени $t = 0$ темп-ра тела равна T_c . Прием для определения постоянных C интегрирования состоит в т. н. гармонич. анализе. Нахождение общего интеграла ур-ия (1) по данным частным решениям его и при условии удовлетворения в начальный момент $t = 0$ заданному распределению темп-р в теле в общем случае сводится к разложению в ряд Фурье ф-ии, удовлетворяющей т. н. условию Дирихле. Для частного случая, когда в начальный момент ($t = 0$) плита во всех точках имеет одинаковую T_c , общее решение поставленной задачи получается в следующем виде:

$$T = T_c \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{2 \sin \delta_n}{\delta_n + \sin \delta_n \cos \delta_n} \cdot \cos \left(\delta_n \frac{x}{\lambda} \right) e^{-\frac{\delta_n^2}{\lambda^2} \cdot at}. \quad (4)$$

Для нахождения темп-р через нек-рый промежуток времени после начального момента достаточно сохранить только первые 3—4 члена ряда, т. к. влияние остальных почти не сказывается. Буссинек называет тепловой режим, при к-ром достаточно ограничиться одним первым членом, отрегулированным (regulatisé), или, как принято его называть по-русски, регулярным режимом. Ф-ла (4) позволяет найти изменение темп-ры с течением времени в любом сечении плиты, находящемся на расстоянии x от ее середины. На фиг. 2 представлен графич. результат вычисления темп-ры в середине плиты ($x=0$) для различных толщин плиты ($2X$) и коэф-тов теплопроводности a и теплопроводности λ , материала плиты и коэф-

фициента теплоотдачи α от наружной поверхности плиты к окружающей среде. Подобные же решения задачи можно было бы произвести для случаев охлаждения цилиндра, шара, куба, параллелепипеда и пр. Решение этих задач имеет технич. значение, т. к. позволяет найти внутренние напряжения, возникающие при остывании в различных предметах, напр. в выданной из нагревательной печи болванке. Дру-



Фиг. 2.

гой весьма важный случай T . представляет периодич. нагревание и охлаждение тел окружающей их средой, составляющие рабочий процесс многих тепловых аппаратов, напр. регенераторов промышленных печей, воздухоподогревателя Юнгстрема и пр. Подобные же колебания темп-ры происходят в стенах зданий при суточном колебании наружной темп-ры, в стенках цилиндров и поршней паровых машин, двигателей внутреннего сгорания и других машин. Во многих подобных случаях также возможно математическое решение задачи, позволяющее вычислить изменение темп-ры.

Аналогичным образом разрешается и задача о количестве тепла, отданного телом за известный промежуток времени.

Из ур-ия (1) нестационарного теплообмена в теле как частный случай получается стационарное распространение тепла, если в нем положить $\frac{\partial T}{\partial t} = 0$. В этом случае распределение темп-ры в теле не меняется с течением времени. Ур-ие (1) переходит при этом в ур-ие Лапласа:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 0, \quad (5)$$

или в векторном обозначении $\nabla^2 T = 0$ ($\operatorname{div} \operatorname{grad} T = 0$). В такой форме ур-ие (5) не зависит от выбора системы координат. Наиболее часто встречающимися в технике случаями стационарного потока тепла являются T через поверхность нагрева котлов (барабаны, плоские днища, дымогарные и кипячительные трубки котлов), трубопроводы, трубки конденсаторов, теплообменных аппаратов ит.п. Во всех этих случаях поток тепла проходит через плоские или свернутые в цилиндр стенки постоянной толщины в направлении, перпендикулярном к их поверхностям. Для плоской стенки, направляя одну из осей прямоугольной декартовой системы координат параллельно направлению потока тепла, получим ур-ие Лапласа в виде

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 0,$$

откуда непосредственно следует, что

$$\frac{\partial T}{\partial x} = C_1 \text{ и } T = C_1 x + C_2.$$

Ставя граничное условие, что для $x = 0, T = T_1$, получим

$$\frac{T - T_1}{x} = C_1 = \operatorname{Const}, \quad (6)$$

т. е. прямолинейное падение темп-ры через стенку. Отсюда количество теплоты, проходящее в единицу времени через единицу поверхности се-

чения, перпендикулярного к изотермич. плоскости, равно

$$Q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} = \lambda \frac{T_1 - T_2}{x} \quad (7)$$

По ф-ле (7) обычно и производят все технич. расчеты стационарного теплообмена в тепловых устройствах. Однако она неприменима в случае, когда λ меняется вместе с темп-рой тела. Это имеет например место в огнеупорных материалах, коэф. теплопроводности к-рых значительно больше при высоких темп-рах. Ур-ие (6) при этом становится неверным. В случае стационарного теплового потока внутренняя энергия нигде в теле не скапливается и не расходуется, и через все изотермич. плоскости в единицу времени через единицу поверхности проходит одинаковое количество теплоты Q :

$$Q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} = \text{Const.}$$

В этом ур-ии $\lambda = f(T)$. Если тело составлено из двух или нескольких материалов разной теплопроводности и их поверхности раздела суть изотермич. плоскости, будем иметь:

$$Q = \lambda_1 \frac{T_1 - T_2}{l_1} = \lambda_2 \frac{T_2 - T_3}{l_2},$$

откуда

$$Q \frac{l_1}{\lambda_1} = T_1 - T_2 \text{ и } Q \frac{l_2}{\lambda_2} = T_2 - T_3.$$

Складывая полученные два равенства почленно, получаем

$$Q = \frac{1}{\frac{l_1}{\lambda_1} + \frac{l_2}{\lambda_2}} (T_1 - T_3). \quad (8)$$

Теплопроводность плоской плиты пропорциональна отношению $\frac{\lambda}{l}$. Величина, ей обратная, $s = \frac{l}{\lambda}$, пропорциональна сопротивлению, к-рое плита оказывает прохождению тепла. Согласно выведенной ф-ле сопротивление тела, составленного из нескольких тел, равно сумме сопротивлений этих тел

$$s = s_1 + s_2 = \frac{l_1}{\lambda_1} + \frac{l_2}{\lambda_2} = \frac{l_1 + l_2}{\lambda}$$

где λ —условный общий коэф. теплопроводности, или в общем случае:

$$s = \sum_{k=1}^n s_k \text{ и } Q = \frac{T_a - T_b}{s},$$

где T_a и T_b —темп-ры на поверхностях, ограничивающих рассматриваемую составную плиту. Значение коэф-та теплопроводности твердых тел для различных материалов см. *Спр. ТЭ*, т. III, стр. 141 и т. VII, стр. 448.

Ур-ие (7) неприменимо также и в том случае, когда рассматриваемая стенка не плоская, а криволинейная. Легко показать, что для цилиндрич. полого тела—трубы со стенками постоянной толщины—выражение перехода тепла через стенку получает следующий вид:

$$Q = \frac{\lambda}{R \ln \frac{R_a}{R_i}} (T_a - T_i). \quad (9)$$

Здесь R_a и R_i —расстояния от центра трубы наружной и внутренней ее поверхности, а Q —количество тепла, проходящее в единицу времени через единицу цилиндрич. поверхности трубы, отстоящей от центра трубы на расстоянии R . Очевидно при переходе к цилиндрич. поверхности, находящейся на другом расстоянии, плотность теплового потока должна измениться обратно пропорционально отноше-

нию расстояний их от центра трубы. Для случая, когда толщина стенки трубы δ , равная $R_a - R_i$, весьма мала по сравнению с R_i ,

$$\ln \frac{R_a}{R_i} = \ln \left(1 + \frac{\delta}{R_i} \right)$$

можно разложить в ряд и ограничиться первым членом ряда:

$$\ln \left(1 + \frac{\delta}{R_i} \right) \cong \frac{\delta}{R_i},$$

а R принять равным R_i . В таком случае выражение (9) преобразуется в

$$Q' \cong \frac{\lambda}{\delta} (T_a - T_i),$$

т. е. превратится в ур-ие (7) для плоской стенки. Т. о. рассчитывать теплообмен в трубах по ф-лам, выведенным для случая плоской стенки, можно только в тех случаях, когда сохранение только одного первого члена разложения в ряд $\ln \frac{R_a}{R_i}$ не связано с большой погрешностью. В противном случае надо всегда применять выражение (9).

Во всех предшествующих выводах предполагалось, что в теле нет источников тепла. Если же теплота возникает в теле вследствие превращения в нее каких-нибудь иных видов энергии, напр. в результате прохождения через тело электрич. тока, то ур-ие (1) перейдет в такое:

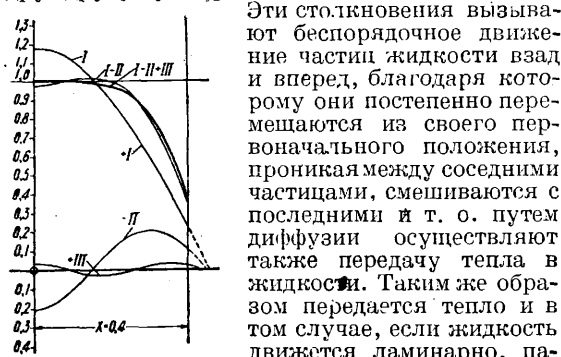
$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \nabla^2 T + \frac{1}{\rho \cdot c} w, \quad (10)$$

где w —количество тепла, развившееся в единицу времени в единице объема тела.

В заключение следует сделать два замечания о характере выводов математич. теории теплообмена. Теория рассматривает тела как непрерывные континуумы, к-рые сплошь заполнены материей. В действительности же материя распределена в пространстве дискретно и состоит из отдельных молекул и атомов, находящихся на значительных, по сравнению с заполненными ими частями пространства, расстояниях друг от друга. Поэтому под дифференциалами величин (dx , dy , dz) надо подразумевать не произвольно малые величины, а выбирать размеры рассматриваемых элементарных объемов $dx \cdot dy \cdot dz$ так, чтобы в них находилось достаточно большое количество молекул для того, чтобы можно было рассматривать материю в этих объемах, как континуум. Это условие за исключением специальных случаев (уплотняющий удар в сопле и т. п.) всегда м. б. удовлетворено. Второе замечание относится к тому, что математич. теория теплообмена стоит на формальной феноменологич. точке зрения на природу теплоты и в ее ф-лах не содержится никаких ограничений в отношении скорости распространения тепла в теле. Из ф-лы (4) напр. вытекает, что через самый малый промежуток времени с момента соприкосновения плиты, нагретой до первоначальной темп-ры T_c , со средой, имеющей отличную от нее темп-ру, изменение темп-ры скажется во всех точках плиты, как бы велико ни было расстояние $2X$, т. е. толщина плиты. Однако это не имеет большого значения, т. к. при вычислениях почти всегда берется приближенное решение, и в ф-ле (4) отбрасываются все члены кроме первых 3—4. На фиг. 3 изображено распределение темп-ры (выраженное в отношении $T : T_c$) от середины плиты до ее края через промежуток времени $t = 5$. Толщина плиты $2X = 0,84$ м, материал ее—бетон ($\lambda = 0,6$ ккал/м ч °С, $\gamma = 2000$ кг/м³ и $c = 0,27$ ккал/кг °С). Как видно из фигуры, члены ряда (4) быстро убывают, и

трех членов его I—II+III достаточно, чтобы представить картину распределения темп-ры, близкую к действительности.

II. Конвекция. Если жидкость находится в покое, то частицы ее передают свою энергию друг другу путем ряда взаимных столкновений.



Фиг. 3.

Эти столкновения вызывают беспорядочное движение частиц жидкости взад и вперед, благодаря которому они постепенно перемещаются из своего первоначального положения, проникая между соседними частицами, смешиваются с последними и т. о. путем диффузии осуществляют также передачу тепла в жидкости. Таким же образом передается тепло и в том случае, если жидкость движется ламинарно, параллельными слоями, не перемешивающимися между собою. Т. происходит при этом по законам, аналогичным твердому телу, и выражается той же ф-лой $Q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x}$, где λ —коэф-т теплопроводности жидкости. Условия Т. совершенно меняются, если жидкость движется турбулентно (см. *Турбулентное движение*). В этом случае можно представить жидкость как бы разбившейся на осколки, к-рые беспорядочно двигаются, вращаются и перемешиваются друг с другом. Благодаря такому беспорядочному движению отдельные части жидкости быстро смешиваются между собою, и вместе с этим осуществляется перенос внутренней энергии частиц из одной части пространства в другую. Если при этом температура жидкости в разных точках пространства различна, то таким образом путем конвекции осуществляется перенос тепла в жидкости. Одновременно конечно сохраняется и передача тепла при помощи теплопроводности, и интенсивность ее даже значительно увеличивается, т. к. конвекция сближает и перемешивает частицы, сильно отличающиеся друг от друга по темп-ре. Т. о. тепло передается в жидком теле теплопроводностью и переносом тепла движущимися частицами. Кроме этих способов передачи тепла, к-рые можно назвать внешними причинами теплообмена, внутри потока жидкости может возникнуть тепловая энергия благодаря внутреннему трению жидкости, поглощающему часть живой силы видимого движения частиц и переводящему ее в молекулярное движение, т. е. тепловую энергию. В разных местах потока могут существовать различные давления, и если жидкость упругая и объем ее заметно изменяется с изменением давления, то работа сжатия в силу первого закона термодинамики может также пойти на изменение внутренней энергии жидкости.

В большинстве теплообменных аппаратов обеими внутренними причинами выделения тепла можно пренебречь, и только в том случае, когда рабочая жидкость имеет особо большие скорости (теплообмен газов, движущихся по охлаждаемым лопаткам газовой турбины, или теплопередача в котле «Велоков», горячие газы которого в дымогарных трубках имеют скорость порядка 200 м, и т. п.), величина их становится настолько значительной, что нельзя не принимать их во внимание.

Рассмотрим теплообмен в потоке жидкости при следующих упрощающих вопросах допущениях: 1) движение потока стационарно; 2) его темп-рное поле также стационарно; 3) жидкость может считаться несжимаемой ($\rho = \text{Const}$); 4) теплотой, возникающей от внутреннего трения, можно пренебречь. Подобно тому как это делалось раньше при выводе ур-ия Т. твердого тела, выделим в жидкости элементарный объем с гранями dx , dy и dz . Количество тепла, полученное им при помощи теплопроводности, уже было выведено ранее. За время dt оно равняется $\lambda \cdot \nabla^2 T \cdot dx \cdot dy \cdot dz \cdot dt$. Т. к. процесс Т. по предположению не меняет темп-рное поле, то как-раз такое же количество тепла уносится за это время потоком, протекающим через выделенный объем. Назвав через w скорость потока и через w_x , w_y и w_z ее проекции на оси, будем иметь, что через площадку $dy \cdot dz$ входит за время dt количество жидкости $\rho \cdot w_x \cdot dy \cdot dz$, обладающее внутренней энергией, равной $\varepsilon \cdot \rho \cdot w_x \cdot dy \cdot dz \cdot dt$. Здесь ρ —плотность жидкости, а ε —внутренняя энергия единицы массы. Выносимое из противоположной грани количество энергии выразится так же, но множитель $\varepsilon \cdot w_x$ изменится на величину $\frac{\partial(\varepsilon \cdot w_x)}{\partial x} \cdot dx$. Для остальных двух пар граней напишутся аналогичные выражения. В результате прошедшее за время dt через объем $dx \cdot dy \cdot dz$ количество жидкости унесет из объема энергию, равную

$$\rho \left(\frac{\partial \varepsilon w_x}{\partial x} + \frac{\partial \varepsilon w_y}{\partial y} + \frac{\partial \varepsilon w_z}{\partial z} \right) dx \cdot dy \cdot dz \cdot dt.$$

Приравнивая друг другу количество внутренней энергии, переданное рассматриваемому объему теплопроводностью и унесенное потоком, получим:

$$\lambda \cdot \nabla^2 T = \rho \left(\frac{\partial \varepsilon w_x}{\partial x} + \frac{\partial \varepsilon w_y}{\partial y} + \frac{\partial \varepsilon w_z}{\partial z} \right)$$

или

$$\lambda \cdot \nabla^2 T = \rho \left(w_x \frac{\partial \varepsilon}{\partial x} + w_y \frac{\partial \varepsilon}{\partial y} + w_z \frac{\partial \varepsilon}{\partial z} \right) + \rho \varepsilon \left(\frac{\partial w_x}{\partial x} + \frac{\partial w_y}{\partial y} + \frac{\partial w_z}{\partial z} \right). \quad (11)$$

Если жидкость не претерпевает изменение агрегатного состояния, то $d\varepsilon = c \cdot \rho \cdot dt$, а следовательно

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial x} = c \cdot \rho \frac{\partial T}{\partial x}; \quad \frac{\partial \varepsilon}{\partial y} = c \cdot \rho \frac{\partial T}{\partial y} \quad \text{и} \quad \frac{\partial \varepsilon}{\partial z} = c \cdot \rho \frac{\partial T}{\partial z}.$$

С другой стороны, для стационарного потока жидкости, протекающего через элементарный объем $dx \cdot dy \cdot dz$, алгебраич. сумма входящих и выходящих через его грани потоков должна равняться нулю. Совершенно аналогично только что приведенному доказательству получим, что через площадку $dz \cdot dy$ за время dt втекает количество жидкости $\rho \cdot w_x \cdot dy \cdot dz$, а через противоположную площадку—

$$\rho \cdot w_x \cdot dy \cdot dz + \rho \frac{\partial w_x}{\partial x} dx \cdot dy \cdot dz \quad \text{и т. д.}$$

Алгебраич. сумма потоков через все 6 сторон элементарного параллелепипеда будет следовательно равна:

$$\rho \left(\frac{\partial w_x}{\partial x} + \frac{\partial w_y}{\partial y} + \frac{\partial w_z}{\partial z} \right).$$

По условию стационарности потока накопления или расходования жидкости ни в каком объеме жидкости не происходит. Следовательно

$$\frac{\partial w_x}{\partial x} + \frac{\partial w_y}{\partial y} + \frac{\partial w_z}{\partial z} = 0. \quad (12)$$

Это—т. н. ур-ие стационарности потока для случая несжимаемой жидкости. Подставляя вы-

ражения для $\frac{\partial \sigma}{\partial x}$ и т. д. в ур-ие (11) и принимая во внимание равенство (12), получим окончательно ур-ие Т.

$$\lambda \cdot \nabla^2 T = c\rho \left(w_x \cdot \frac{\partial T}{\partial x} + w_y \cdot \frac{\partial T}{\partial y} + w_z \cdot \frac{\partial T}{\partial z} \right) \quad (13)$$

или, применяя для правой части векторное обозначение,

$$\lambda \cdot \nabla^2 T = c\rho \cdot w \nabla T. \quad (13')$$

Т. о. для нахождения интеграла этого ур-ия надо знать распределение скоростей в жидкости. Этот результат м. б. предсказан заранее, т. к. очевидно Т. конвекцией тесно связана с характером движения жидкости. Следовательно ур-ия теплопередачи в жидкости надо решать совместно с ур-иями гидродинамики. Одно из ур-ий гидродинамики, ур-ие (12), было уже использовано для упрощения ур-ия (13). Остается присоединить к нему основное ур-ие движения вязкой жидкости, т. н. ур-ие Навье-Стокса. Оно представляет собой применение второго закона Ньютона (действующая на тело сила пропорциональна массе тела и его ускорению) и для стационарного потока несжимаемой жидкости имеет вид в декартовых проекциях:

$$\rho \left(w_x \frac{\partial w_x}{\partial x} + w_y \frac{\partial w_x}{\partial y} + w_z \frac{\partial w_x}{\partial z} \right) = \rho g - \frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left(\frac{\partial^2 w_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w_x}{\partial z^2} \right) \quad (14)$$

для оси OX и аналогичные два ур-ия для проекции на оси OY и OZ , или в более наглядном виде, в векторном обозначении (Прандтля) получим ур-ие следующего вида:

$$\rho \cdot w \nabla w = \rho g - \nabla p + \mu \nabla^2 w. \quad (14')$$

Здесь, кроме встречавшихся прежде обозначений, p —давление, g —ускорение силы тяжести, μ —коэф. вязкости (внутр. трения) жидкости. Левая сторона представляет произведение массы (единицы объема жидкости) на ускорение; первый член справа есть сила тяжести, действующая на единицу объема, второй—оказываемое на него остальной жидкостью давление и третий—взаимодействие с жидкостью, окружающей единицу объема вследствие наличия внутреннего трения.

Если под p понимать пьезометрич. давление, представляемое высотой столба жидкости, и если жидкость течет под напором (нет свободной поверхности уровня), то член, представляющий силу тяжести, из ур-ия (14) исчезает.

Т. о. задача Т. в жидких телах даже при всех тех упрощениях ее, к-рые были приняты выше, является очень сложной и в общем виде не поддается решению. Еще более сложной она становится, если отбросить принятые выше упрощающие допущения. Ур-ие Т. превращается в ур-ие энергии, гласящее, что изменение энергии в нек-ром объеме жидкости за некоторый промежуток времени складается из: 1) теплоты, переданной кондукцией, 2) теплоты, принесенной конвекцией, 3) работы, произведенной внешними силами. Для определения последней ур-ие Навье-Стокса преобразовывается в ур-ие механич. энергии, к-рое в форме, приданной ей В. Томсоном-Рейлеем, показывает, что работа сил тяжести и сил гидродинамич. давления преобразуется в увеличение живой силы жидкости, в работу сжатия жидкости и рассеивается вследствие внутреннего трения, превращаясь в теплоту.

Разрешение такой системы сложных ур-ий представляет непреодолимые трудности. Ме-

жду тем наиболее важные для техники случаи не м. б. сведены к простейшим схемам, а представляют сложный комплекс каналов переменного сечения с весьма развитой поверхностью, частью представляющей ограничивающие поток стенки, частью находящейся внутри канала в виде пересекающих его трубок и т. п. Поэтому изучение законов Т. идет гл. обр. в направлении экспериментальных исследований по Т. Для правильного расчета и рационального конструирования теплообменного аппарата особенно важно знать законы отдачи тепла от рабочей жидкости стенкам аппарата, знание же распределения темп-ры и теплообмена внутри жидкости является лишь вспомогательной задачей. Поэтому наибольшее число экспериментальных исследований относится к нахождению коэф-та теплоотдачи, определяемого из ф-лы

$$Q = \alpha \cdot \Delta t', \quad (15)$$

где Q —поток тепла, проходящего в единицу времени через единицу поверхности, $\Delta t'$ —разность между средней t' жидкости и температурой стенки. Ф-ла эта ведет свое начало от Ньютона, и первоначально предполагалось, что коэф. теплоотдачи α —величина, не зависящая от температуры. Однако позднейшие опыты установили, что α меняется в зависимости от темп-ры, плотности рабочей жидкости, ее скорости, линейных размеров и конфигурации тепловоспринимающей поверхности и т. д. Величина полученного из опыта над теплообменным аппаратом коэф-та теплоотдачи является результатом совокупного действия всех упомянутых факторов, причем бывает весьма трудно раскрыть влияние каждого из них. Перенести данные опыта на другой аппарат, отличный по размерам, по геометрич. формам или по скорости и плотности рабочей жидкости, оказывается уже затруднительным. При определении коэффициента теплоотдачи применяется общий метод экспериментальной физики—разделение влияния отдельных факторов и постановка опыта, позволяющего элиминировать влияние ряда их и выделить один определенный фактор, действие которого изучают в чистом виде. Следуя этому методу, к-рый м. б. назван методом Рафиниэрована и явления, физико-технич. лаборатории ставят исследование наиболее простых геометрич. тел, напр. теплообмен между стенками прямых круглых трубок и прстекающей в них водой, воздухом и другими жидкостями. Исследуется отдельно влияние на коэф. теплоотдачи скорости жидкости в трубке одного и того же \varnothing , затем влияния \varnothing трубки, затем меняют температуру жидкости, степень завихренности ее движения и т. д. Для таких простых случаев оказывается возможным подметить из опыта определенную закономерность. После этого естественно рождается вопрос, на какие случаи из практики можно распространить полученные в лаборатории результаты? Очевидно только на те, к-рые подобны этим последним. Вследствие этого возникает задача—найти признаки, по к-рым можно узнать, подобны ли друг другу явления. Учение о подобии дает определенные указания в этом направлении. Одним из его выводов является утверждение, что существуют инварианты подобия, т. е. такие величины, к-рые во всех подобных явлениях имеют одинаковую величину. Теория подобия дает и способ нахождения этих величин, т. н. критериев, представляющих произведение из наблюдаемых в опы-

те величин — скорости, плотности, коэф-та теплопроводности и т. п. Эти выводы теории используются при обработке данных опыта в том направлении, что дается зависимость не между самими наблюдаемыми величинами, а между соответствующими произведениями их, составляющими критерии подобия. Напр. дается не зависимость коэф-та теплоотдачи α от \varnothing трубки d , скорости газов w , плотности ρ и коэф-та температуропроводности a , а связь между этими величинами представляется в виде зависимости между комплексами $\frac{\alpha \cdot d}{\lambda}$ и $\frac{w \cdot d}{a}$, т. е. в виде

функциональной зависимости между двумя критериями подобия. Достаточно установить, что в каком-нибудь тепловом аппарате явление подобно тому, к-рое наблюдалось в лаборатории, для того чтобы иметь право распространить найденную ф-лу на данный аппарат.

Теория подобия выполняет т. о. роль метода обработки данных лабораторного исследования. Однако значение ее гораздо больше. Она одновременно дает правило для моделирования в аэродинамике и в тепловых аппаратах. Конфигурация каналов тепловых аппаратов бывает обыкновенно так сложна, а поверхность, воспринимающая тепло от газов или жидкости, протекающих через них, так развита, что во многих случаях на них почти невозможно перенести данные лабораторных опытов. Для этого приходится синтезировать слишком много составляющих, взятых из отдельных рафинированных исследований. Например в лабораториях хорошо изучена теплоотдача жидкости, текущей по трубе, менее полно исследован теплообмен жидкости с пучком труб, расположенных поперек потока, еще меньше данных есть о теплоотдаче труб, расположенных под нек-рым углом к направлению потока. Но даже имея все эти данные, нельзя из них составить коэф. теплоотдачи пучка труб, напр. для случая вертикального водотрубного котла. Теплоотдача зависит не только от расположения труб, но и от характера движения газов, к-рые, двигаясь по дымоходам, после поворотов в них текут неполным сечением ходов, образуя вихревые области, так что значительная часть поверхности нагрева находится в застойном мешке медленно вращающихся газов, а остальная поверхность омывается потоком, текущим с повышенной скоростью. Между тем в лабораторных опытах газы двигаются полным сечением. Предугадать, как будет происходить движение газов в разных частях котла, невозможно, т. к. каждой конструкции котла отвечает своя индивидуальная картина распределения скоростей в потоке, поэтому наряду с методом рафинирования опыта возник и развился метод моделирования явлений. При моделировании не выделяются отдельные части котла (трубки, омываемые поперечным или параллельным током, и т. п.), а работа всей поверхности нагрева исследуется на модели, т. е. явлении, родственном (аффинном) данному. Теория подобия учит, что при соблюдении известных условий можно в уменьшенной по размерам копии какого-нибудь теплового устройства, в к-ром движется даже другая жидкость (напр. вода вместо воздуха), получить полное или приближенное подобие картины движения жидкости по его каналам. Благодаря такой подмене одного явления, служащего образцом, другим, родственным ему, — его моделью, — оказывается возможным наблюдать и исследовать многое, что недоступно для наблюдения в образце. Напр.,

сделав боковые стенки модели какой-нибудь печи стеклянными, можно изучить подробно картину движения в ней холодных газов, что невозможно осуществить на самой печи из-за высоких температур и недоступности для осмотра. Если в модели гидравлич. подобие достигнуто для какого-нибудь места котла, то, исследуя теплоотдачу отдельного участка одной или нескольких труб его, можно при соблюдении правила теплового подобия получить результаты, к-рые м. б. непосредственно распространены на самый котел. В отличие от метода рафинирования явления этот второй метод м. б. назван методом аффинирования явления.

Почти каждый физич. опыт заключает в себе оба метода. Исследование Нуссельтом и рядом других авторов теплоотдачи прямой круглой трубы, через к-рую протекает поток со стабилизовавшейся во входном участке трубы степенной турбулентности, есть пример применения первого метода. Опыты Рейхера над теплоотдачей поперечных труб с выяснением влияния возмущения потока первыми рядами труб на теплоотдачу последующих содержат уже в себе элементы обоих методов, а исследование моделей печей, котлов, гидравлич. устройств и т. п. в модельных лабораториях представляет применение второго метода. В последующем изложении дается краткое понятие об учении о подобии, на основании к-рого данные опыта выражаются в форме зависимости между критериями подобия и выводятся правила моделирования.

Теория подобия. Учение о подобии явлений было дано Ньютоном в его «Principia», в к-рых он не только изложил основы кинематич. и динамич. подобия, но и вполне отчетливо формулировал условия, необходимые и достаточные для существования механич. подобия. Только через 200 лет идеи Ньютона получили должную оценку. Начиная с 30-х гг. 19-го столетия, целая плеяда ученых стала разрабатывать теоретически и экспериментально учение о подобии в применении к различным физич. явлениям. Отмечая только немногие выдающиеся работы в этой области, можно назвать: Fourier (1822), Bertrand (1848), Reech (1852), Froude (1872), Helmholtz (1873), O. Reynolds (1883), Rayleigh (1892), Buckingham (1914), Nusselt (1915), Афанасьева (1915). Их трудами теория подобия превратилась в общее учение, охватывающее все явления природы. Теория подобия исходит из математич. выражения тех законов, к-рым подчиняется рассматриваемое явление. Если присоединить к общим законам т. н. условия однозначности, то из всего класса явлений выделится одно определенное единичное явление. Большинство законов м. б. формулировано лишь в дифференциальном виде, в форме дифференциального уравнения, связывающего различные физич. величины, интегрирование к-рых возможно только для отдельных простых случаев. Теория подобия позволяет для подобных явлений сделать ряд выводов относительно взаимной связи между характеризующими эти явления величинами без интегрирования уравнений. В этом ее значение. Теория подобия, изложенная в самой общей форме и могущая быть поэтому примененной к любому явлению (течение воды и газов, полет снарядов, движение судна, Т., электр. явления и т. п.), показывает, что в подобных явлениях нек-рые величины одинаковы. Они называются критериями подобия, или критериями явлений. Исходя из этого свойства подобных явлений, можно показать,

что для получения подобия между двумя явлениями достаточно сделать подобными их условия однозначности. В этом и заключается правило подобия, являющееся основой теории моделирования.

Изложим кратко основы теории подобия. Будем называть классом явлений все явления, подчиненные какому-нибудь общему для всех них закону. Этот закон, вообще говоря, м. б. выражен в виде нек-рой функциональной зависимости (одной или нескольких)

$$F \{ u_1, \dots, u_n \} = 0, \quad (16)$$

где u_1, \dots, u_n — величины, характеризующие данное явление. Присоединение условий однозначности к (16) делает зависимость между u_1, \dots, u_n определенной, отвечающей данному единичному явлению. Будем различать такие частные значения величин значками ', '' и т. д. Равенство (16) после присоединения к нему условий однозначности примет вид:

$$F \{ u'_1, \dots, u'_n \} = 0. \quad (16')$$

Среди множества явлений данного класса встречается ряд подобных данному единичному случаю u'_1, \dots, u'_n явлений. Подобными называются такие системы, у которых отношения характеризующих явления величин есть постоянные числа. Это определение заключает в себе как геометрич. подобие, так и подобие полей физич. величин. Если напр. скорость в заданной системе (16') имеет величину u' , то скорость в геометрически сходственной точке подобной ей системы есть $u'' = cu'$, где c имеет одно и то же численное значение во всех точках системы. В понятие подобия направленных величин (векторов) само собой включается и условие их параллельности друг другу. Т. о. математич. формулировка подобия принимает вид следующих равенств:

$$\frac{u''_1}{u'_1} = c_1, \quad \frac{u''_2}{u'_2} = c_2, \dots, \quad \frac{u''_n}{u'_n} = c_n. \quad (17)$$

Сопоставление (16) и (17) позволяет сделать ряд выводов относительно свойств группы подобных явлений, общих для всех них. Рассмотрим две подобные друг другу системы u'_1, \dots, u'_n и u''_1, \dots, u''_n , представляющие определенные единичные явления. Основное равенство (16) для первого есть:

$$F \{ u'_1, \dots, u'_n \} = 0 \quad (16'')$$

и для второго:

$$F \{ u''_1, \dots, u''_n \} = 0. \quad (16''')$$

Очевидно, если величины c_1, \dots, c_n известны, то любая из величин первой системы, напр. u'_i , м. б. определена не только из равенства (16''), но и из равенства (16'''), используя соотношение (17): $u''_i = c_i u'_i$. Можно поступить и так: не искать значения u'_i из (16''') и затем подставлять его значения в (17), а, наоборот, заменить сперва в (16'') значения u''_1, \dots, u''_n через u'_1, \dots, u'_n посредством равенства (17). Ур-ие (16'') получит при этом вид:

$$F \{ c_1 u'_1, \dots, c_n u'_n \} = 0. \quad (16''')$$

Из этого ур-ия должны получиться значения u'_1, \dots, u'_n т. е. что и непосредственно из ур-ия (16''). Это м. б. в случае, если ур-ие (16'') и (16''') т. жде твенны друг другу, т. е. если в ур-ии (16''') все множители взаимно сократятся. Короче говоря, основное ур-ие (1) инвариантно по отношению к указанной подстановке

(17). Если бы выражение (16) представляло полную первую степени вида $a_0 + a_1 u_1 + \dots + a_n u_n = 0$, то очевидно каждый из множителей c_1, \dots, c_n должен был бы равняться единице; это значит, что данный класс не содержит подобных между собою явлений. Большинство ур-ий физики представляет собой сумму степенных комплексов из величин u вида $P = = u_1^{x_1} \cdot u_2^{x_2} \cdot u_3^{x_3}$ и т. п., где x_1, x_2, x_3 — численные величины. После подстановки в такой комплекс вместо u величин cu перед ним появится общий множитель $N = c_1^{x_1} \cdot c_2^{x_2} \cdot c_3^{x_3}$, который так составлен из величин c , как сам комплекс P из величин u . В этом случае для получения инвариантности ур-ия достаточно, чтобы каждый множитель N равнялся единице.

Ф-ии, обладающие тем свойством, что после умножения входящих в них величин на некоторые множители последние можно вывести за знак ф-ии, называются гомогенными (однородными) ф-иями. Другими словами, если

$$\varphi (c_1 u_1, \dots, c_n u_n) = \varphi (c_1, \dots, c_n) \cdot \varphi (u_1, \dots, u_n),$$

то φ есть гомогенная функция. Выражение (1)

$F \{ u_1, \dots, u_n \} = 0$ всегда можно представить как функциональную зависимость между гомогенными ф-иями от u_1, \dots, u_n . Оно тогда получает вид:

$$\Phi \{ H_1, \dots, H_m \} = 0, \quad (16bis)$$

где $H_1 = \varphi_1 \{ u_1, \dots, u_n \}$ и т. д. — гомогенные ф-ии. Размерность каждого члена H_1, \dots, H_m определяется размерность входящих в него величин и видом ф-ии $\varphi_1, \dots, \varphi_m$.

Всегда возможно зависимость (16bis) привести к безразмерному виду. Напомним, что применяемая в физике система единиц выражает размерность одних величин через другие. Например по 2-му закону Ньютона действующая на тело сила по величине пропорциональна массе тела и его ускорению:

$$f = C \cdot m \cdot a.$$

C есть коэф. пропорциональности, величина которого определяется выбором единиц для измерения силы f , массы m и ускорения a . Но если единицу измерения силы выбирать так, что для массы $m = 1$ и ускорения $a = 1$ сила $f = 1$, то множитель C делается равным единице и

$$f = m \cdot a. \quad (18)$$

Обе части этого выражения имеют теперь одинаковую размерность: масса \times ускорение. Для того чтобы привести это выражение к безразмерному виду, надо разделить его на один из членов, напр. на ma :

$$1 = \frac{f}{ma} \quad \text{или} \quad H - 1 = 0, \quad (19)$$

где H — гомогенная безразмерная ф-ия. Из этого примера видна цель введения гомогенных ф-ий в безразмерном виде: в этом случае получается наименьшее возможное число их. Напр. в ур-ии (18) их было два, а в ур-ии (19) лишь одно. В дальнейшем будем считать, что равенство (16bis) всегда приведено к безразмерному виду. Подобно тому как это делалось с уравнением (16''), произведем подстановку в ур-ие (16bis) вместо u величин cu . Оно превратится в

$$\Phi \{ N_1 H_1, \dots, N_m H_m \} = 0.$$

Поставленное требование инвариантности уравнения (16bis) по отношению к такой подстановке приводит к условиям:

$$N_1 = 1, \quad N_2 = 1, \quad \dots, \quad N_m = 1. \quad (20)$$

Величины N так составлены из отношений

$$c_1 = \frac{u_1'}{u_1}, \dots, c_n = \frac{u_n'}{u_n},$$

как сами ϕ -ии H из величин u_1, \dots, u_n . Имея это в виду, получим для того случая, когда в ϕ -ии H не входят дифференциальные выражения, условия (20) в следующем виде:

$$\frac{H_1''}{H_1'} = \frac{H_2''}{H_2'} = \dots = \frac{H_m''}{H_m'} = 1$$

или

$$\left. \begin{aligned} H_1'' &= H_1' \\ H_m'' &= H_m' \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

Т. о. в этом случае ϕ -ии H суть и н в а р и а н т ы ур-ия (16bis) или, что то же, и ур-ия (16): их значения не меняются при переходе от одной системы к другой, ей подобной. Для случая, когда ϕ -ии H содержат в себе дифференциальные операции, дело несколько меняется. Пусть одна из ϕ -ий H имеет такой вид:

$$\frac{\partial^2 u_1}{\partial u_2^2} = H.$$

Тогда

$$\frac{\partial^2 (c_1 u_1)}{[\partial (c_2 u_2)]^2} = \frac{c_1}{c_2^2} H = NH.$$

Требование $N=1$ приводим к $\frac{c_1}{c_2^2} = 1$ или к $\frac{u_1'}{u_2'^2} = \frac{u_1'}{u_2'^2}$.

На этом примере видно, что инварианты подобия состоят из самих величин, а не их дифференциалов. Следовательно теория подобия позволяет найти для подобных систем нек-рые соотношения между величинами, не производя интегрирования основного ур-ия. Далее, приведенный пример показывает и простой прием получения инвариантов ур-ия (16bis), к-рый можно назвать образно методом «резинки», или «губки», т. к. инварианты подобия получаются из ϕ -ий H путем уничтожения («стирания») в последних всех дифференциальных значков. Инвариантам подобия обыкновенно присваивается название к р и т е р и е в. Т. о. мы получили основную теорему теории подобия. В п о д о б н ы х с и с т е м а х в с е к р и т е р и и и н в а р и а н т н ы. Это значит, что при переходе от одной подобной системы к другой критерию сохраняют одно и то же значение. Это свойство алгебраически можно записать так:

$$k = \text{idem.}$$

Итак, мы пришли к выводу, что в подобных системах множители преобразования с характеризующих явление величин не могут выбираться произвольно. Ур-ие (16), представляющее закон, к-рому они подчиняются, накладывает на выбор их определенные ограничения: в действительности могут существовать только такие системы, у к-рых определенные комбинации из множителей преобразования равны единице или, что равнозначно, у к-рых все критерии подобия одинаковы. Ур-ия физики обыкновенно имеют вид дифференциальных ур-ий с частными производными. Соответственно этому условия однозначности их могут иметь вид функциональной зависимости между граничными значениями величин u . Точно так же физич. параметры системы часто задаются в форме ур-ия, связывающего их между собой. При разрывании критериев все эти ур-ия д. б. присоединены к основному явлению. Т. о. в общем случае надо под ур-ием (16) подразумевать систему общих ур-ий и ур-ий условий однозначности.

Выясним теперь, какой вид имеет общий интеграл этого ур-ия (16). Предположим, что

мы нашли критерии подобия уравнения (16) k_1, \dots, k_m и что число их равно m . Заметим попутно, что в выборе критериев остается некоторый произвол: вместо полученных критериев можно взять нек-рые комбинации из них, которые очевидно тоже будут инвариантами подобия. Напр. вместо двух любых критериев k_1 и k_2 можно взять производные из них $k_3 = k_1 k_2$ и $k_3 = k_1 : k_2$. Предположим теперь, что ур-ие сперва было проинтегрировано и лишь после этого стали искать критерии подобия. Очевидно интеграл ур-ий можно также представить в виде ϕ -ии от нек-рых безразмерных гомогенных ϕ -ий. Пусть число их равно r :

$$\psi [H_1, \dots, H_r] = 0.$$

Т. к. это ур-ие не содержит уже дифференциальных выражений, то его критерии суть:

$$H_1, \dots, H_r.$$

Итак, в результате мы получили две системы критериев k и H . Они очевидно не м. б. различными, т. к. это означало бы, что перемена порядка операций нахождения интеграла ур-ия и разыскания критериев может сделать подобные системы неподобными, или наоборот. Никаких новых критериев операция интегрирования принести с собой не может, если задача была определенной и все условия однозначности были присоединены к основному дифференциальному ур-ию. Поэтому критерии H м. б. только производными от k , и число их $r = m$. А так как выбор основных критериев зависит от нас, то мы можем критерии выбрать за основные и написать, что интеграл имеет вид:

$$\psi [k_1, \dots, k_m] = 0, \quad (22)$$

где

$$\left. \begin{aligned} k_1 &= \varphi_1(u_1, \dots, u_n), \\ &\dots \\ k_m &= \varphi_m(u_1, \dots, u_n). \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

Полученный результат показывает, что интеграл дифференциального ур-ия можно получить в форме зависимости между его критериями или в виде «уравнения подобия» (в общем случае — системы ур-ий). Из (22) и (23) непосредственно вытекает, что из m критериев системы только $m - 1$ независимы, а m -ный есть их ϕ -ия.

Ур-ие подобия есть общий интеграл нашего дифференциального ур-ия. При определенном образом заданных условиях однозначности оно представляет зависимость между критериями всех подобных систем в любых геометрич. сходственных точках их. Задавая координаты, получим значения критериев в соответствующих местах. Наоборот, можно не менять места в пространстве, а наблюдать изменение критериев в определенной точке системы, к-рое будет вызываться изменением нек-рых из условий однозначности. В этом случае получится изменение критериев в избранном для наблюдения месте системы, и ур-ие (22) представит последовательные группы систем, подобных между собою, но отличных от предыдущих групп.

Всякий эксперимент состоит из серии единичных опытов, представляющих варьирование условий однозначности и нахождение происходящего от этого изменения системы. Уравнение подобия дает право выражать зависимость между отдельными величинами, характеризующими наблюдаемое явление, сразу в форме зависимости между критериями системы и тем самым распространить данные опыта на всю группу подобных явлений.

Однако это право остается чисто формальным, пока не дано способа распознавать подобие явлений. Конечно для этого было бы вполне достаточно проверить существование равенств (17) по всему полю двух систем, но это — путь, фактически нереализуемый. Для того чтобы метод подобия имел плодотворное практич. применение, необходимо уметь находить признаки подобия, реализуемые в опыте. Т. о. мы приходим к постановке вопроса, обратной только что изложенному. До сих пор подобие мы считали наперед заданным и искали, какие следствия можно извлечь из ур-ий физики для явлений, подобных между собой. Теперь ставится обратная задача: требуется установить условия, необходимые и достаточные для того, чтобы системы стали подобными друг другу. Покажем, что для этого достаточно сделать подобными условия однозначности обеих систем. Представим себе какое-нибудь физич. явление, протекающее в определенных геометрич. контурах, например движение газов по газходам, теплоотдачу от газов стенкам котла и т. п. Пусть известно дифференциальное ур-ие, к-рому подчиняется происходящее в названной системе явление. Пусть также мы умеем установить для него условия однозначности. Назовем эту систему первой. Представим теперь, что имеется вторая система, у к-рой все величины, входящие в условия однозначности, подобны первой системе. Можно ли утверждать, что эта система подобна первой? По предыдущему если эти две системы подобны, то множители преобразования с их условий однозначности не м. б. выбраны как попало, т. к. среди критериев подобия могут оказаться и такие, к-рые составлены только из величин, содержащихся в условиях однозначности. Следовательно выбор множителей с для условий однозначности ограничен тем условием, что критерии, составленные из величин, входящих в условия однозначности, у обеих систем одинаковы:

$$(K)_{\text{усл. одн.}} = \text{idem.} \quad (24)$$

Без соблюдения этого условия вторая система не м. б. подобна первой. Наоборот, после выполнения этого условия она на верное подобна первой системе. В самом деле, после выполнения условия (24) подобие систем становится возможным, т. к. всегда можно выбрать остальные множители с величин, не входящих в условия однозначности, так чтобы и все остальные критерии в обеих системах были одинаковы. Представим себе такую систему и сравним ее со второй. Оказывается, что у них условия однозначности одинаковы. Следовательно по самому смыслу понятия «однозначность» эти системы тождественны. Но одна из них подобна первой системе, значит и вторая система подобна первой. Т. о. выбор остальных множителей с, а следовательно и критериев, м. б. произведен только однозначным способом.

Итак, подобное преобразование условий однозначности системы, инвариантное относительно критериев ее, приводит к системе, подобной первой. Или, т. к. условия однозначности есть тоже нек-рая система, составляющая часть рассматриваемой системы, и понятие «подобия условий однозначности» уже должно содержать в себе условие инвариантности их критериев, то можно просто сказать, что «системы подобны, если их условия однозначности подобны». Т. о. надо различать два рода критериев: 1) критерии, составленные только из ве-

личин, входящих в условия однозначности; инвариантность их есть одно из условий подобия; 2) все остальные критерии; инвариантность их есть следствие, а не предпосылка подобия. Критерии первого рода будем называть о п р е д е л я ю щ и м и и подобие условий однозначности. Условия однозначности м. б., вообще говоря, формулированы различными способами. В зависимости от этого и определяющими становятся другие критерии. Когда при производстве опыта производится варьирование какого-нибудь из условий однозначности, то тем самым меняется определенным образом и соответственный определяющий критерий. Каждой данной величине последнего отвечает определенная группа подобных явлений. А т. к. для каждой такой группы и все остальные критерии приобретают вполне определенные значения, то они представляют однозначные ф-ии определяющих критериев. Представление данных единичного опыта в виде функциональной зависимости одних критериев от других есть метод распространения этих данных на целые группы явлений. Получающаяся таким обр. зависимость между критериями есть очевидно частный случай выведенного ранее ур-ия подобия. Полученное правило получения подобных явлений есть не что иное, как п р а в и л о м о д е л и р о в а н и я. Для построения модели какого-нибудь явления достаточно найти условия однозначности этого явления и преобразовать их подобным образом. Тем самым будет осуществлена модель явления, подобная натуре, послужившей для нее образцом.

Т. о. теория подобия приводит к следующему методу постановки эксперимента и обработке его результатов в том случае, когда общий закон, к-рому подчиняется исследуемое явление, м. б. дан лишь в дифференциальном виде: 1) устанавливаются «условия однозначности», к-рыми данное явление Т. (в котле, печи и т. п.) выделяется из всех других случаев; 2) производится эксперимент, состоящий, вообще говоря, в варьировании одного или нескольких из условий однозначности и наблюдении при этом изменения других величин, характеризующих явление; 3) из дифференциального ур-ия, представляющего общую закономерную связь между этими величинами, находят критерии подобия; 4) результаты опыта обрабатываются в форме функциональной зависимости между ними. Определяющие критерии, т. е. те, к-рые составлены только из величин, входящих в условия однозначности, являются независимыми переменными, изменение к-рых отвечает варьированию опыте условия однозначности. Остальные критерии представляют их однозначные ф-ии. Представленные в таком виде результаты произведенного опыта м. б. непосредственно распространены на все случаи, к-рые подобны исследованному. Для этого нужно лишь подставить вместо критериев их выражение через отдельные величины и придавать последним те численные значения, к-рые отвечают каждому отдельному случаю.

Применение теории подобия к Т. Изложенное выше учение о подобии привело к следующим выводам: класс явлений, подчиняющихся какому-нибудь закону природы, оканчивается возможным разбить на группы подобных между собою явлений. Если рассматриваемый закон природы можно выразить аналитически, в виде связи между величинами, характеризующими рассматриваемый класс явлений, т. е. в форме ур-ия, то теория подобия показы-

васт, что для группы подобных между собой явлений данного класса это ур-ие инвариантно, т. е. не меняется при переходе от одного единичного случая к другому. Далее теория показывает, что в этом случае существуют инварианты подобия, т. н. критерии, составленные определенным образом из величин, характеризующих класс явлений. Для того случая, когда закон природы не удается найти в виде зависимости между конечными величинами, а он м. б. получен лишь в виде дифференциального ур-ия, теория подобия дает способ найти критерии подобия, не производя интегрирования ур-ия. В тех случаях, когда дифференциальное ур-ие, представляющее искомый закон природы, не м. б. проинтегрировано, приходится обращаться к опыту и получать искомую зависимость между величинами, характеризующими явление, экспериментальным путем. Теория подобия дает при этом общее указание, что найденную из опыта зависимость надо искать в виде функциональной связи между критериями подобия. Тем самым дается и путь к распространению данных единичного опыта на все подобные явления.

Применим все сказанное к Т. жидких тел, ограничившись рассмотрением стационарного процесса, и пренебрежем изменением объема текущей жидкости и изменением t° от работы сжатия и от трения. Установим сперва условия подобия скоростных полей. При сделанных допущениях ур-ие движения жидкости для проекции на ось Ox имеет, по предыдущему, вид:

$$\rho \left(w_x \frac{\partial w_x}{\partial x} + w_y \frac{\partial w_x}{\partial y} + w_z \frac{\partial w_x}{\partial z} \right) = - \frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left(\frac{\partial^2 w_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w_z}{\partial z^2} \right).$$

Аналогичный вид имеют два ур-ия для других осей координат. Или в векторном обозначении:

$$\rho w \nabla w = - \nabla p + \mu \nabla^2 w.$$

Замечая, что стоящие в скобках многочлены суть однородные ф-ии (что непосредственно ясно из векторного написания ур-ия), приведем ур-ие к безразмерному виду делением его на левую часть равенства и применим описанное выше правило нахождения критериев. Оно дает два критерия, к-рые названы именами Рейнольдса и Эйлера:

$$Re = \frac{\rho w l}{\mu} \text{ и } Eu = \frac{\Delta p}{\rho w^2}.$$

Здесь l — любой линейный размер, характеризующий поток, напр. для случая движения жидкости по трубе за таковой можно выбрать \varnothing трубы d ; Δp представляет падение давления между двумя точками потока. Оно введено вместо давления p , т. к. абсолютная величина последнего не играет роли в движении жидкости (для упругой жидкости давление сказалось бы на величине плотности ρ). Второе ур-ие гидродинамики, ур-ие сплошности, имеющее для стационарного потока несжимаемой жидкости вид

$$\left(\frac{\partial w_x}{\partial x} + \frac{\partial w_y}{\partial y} + \frac{\partial w_z}{\partial z} \right) = 0 \text{ или } \nabla w = 0,$$

не дает никаких критериев подобия. Условия однозначности заключаются в задании во входном (или каком-нибудь другом) сечении кинематич. условий входа жидкости (распределение скоростей, ускорений) и численных значений физич. параметров ρ и μ . Для технич. целей весьма важно иметь характеристику потока в отношении падения его рабочего напора. Вместо того чтобы выражать изменение Δp при

различных скоростях в зависимости от вязкости, плотности и т. п., следует дать зависимость критерия Eu от Re : $Eu = f(Re)$. Этим ур-ием охватываются все подобные процессы движения жидкости. Чтобы иметь право применить это уравнение, найденное на основании исследования единичного явления, ко всякому новому случаю, надо сперва убедиться в том, что имеет место подобие последнего с исследованным явлением. Для этого надо посмотреть, подобны ли геометрич. контуры сосудов, через к-рые протекает жидкость, и подобны ли во входном сечении кинематич. условия движения. Этого мало; критерий Re составлен из ρ , l , μ и w . Это все величины, входящие в условия однозначности. Следовательно появляется еще одно ограничительное условие $Re = idem$, т. е. величины $\frac{\rho w l}{\mu}$ во входном сечении должны быть одинаковы для случая, экспериментальное исследование к-рого привело к ф-ле $Eu = f(Re)$, и для того случая из технич. практики, к к-рому хотят применить эту ф-лу.

Перейдем к рассмотрению темп-рного поля. Оно представляется ур-ием:

$$\left(w_x \frac{\partial T}{\partial x} + w_y \frac{\partial T}{\partial y} + w_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) = a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right)$$

или в векторном обозначении

$$w \nabla T = a \cdot \nabla^2 T.$$

И здесь поставленные в скобки суммы суть однородные ф-ии. Поэтому получается лишь один критерий $\frac{wl}{a} = Pe$ (Пекле).

Условия однозначности заключаются в задании распределения темп-ры во входном сечении и на границах потока (у стенок) и численного значения величины a . Требования подобия условий однозначности налагают на выбор a ограничительное условие инвариантности критерия Pe , к-рый является определяющим критерием. При исполнении этого требования и темп-рные поля оказываются подобными, т. ч. для любых сходственных точек в потоке l и на стенке T_c отношение

$$\text{grad } T \cdot \frac{l}{T - T_c} = idem,$$

т. е. одинаково для всех подобных явлений. Ограничимся частным случаем, наиболее важным для технич. приложений. Именно определим условия, достаточные для того, чтобы имело место подобие на границе жидкости с ограничивающими ее стенками, воспринимающими от жидкости тепло. Пусть стенки имеют во всех точках одну и ту же темп-ру T_c . Количество тепла, переданного в единицу времени единице поверхности стенки, дается ф-лой Ньютона

$$Q = a (T_n - T_c),$$

где T_n — средняя темп-ра потока жидкости, точнее — среднединамич. темп-ра, определяемая из условия

$$T_n = \int_{\sigma} T w \, d\sigma / \int_{\sigma} w \, d\sigma,$$

где σ — площадь поперечного сечения потока. С другой стороны, $Q = -\lambda_c \text{ grad } T$, откуда следует, что

$$\frac{a \cdot l}{\lambda} = - \text{grad } T \cdot \frac{l}{T - T_c} = idem.$$

Т. о. в подобных системах $\frac{a \cdot l}{\lambda} = Nu$ (Нуссельт) есть инвариант. Если выражать результаты опыта не как зависимость коэф-та a от ско-

рости w , температуропроводности a , линейного размера l и т. д., а представлять их в виде

$$Nu = f(Pr, Re),$$

то такая формула может быть непосредственно распространена на все явления, подобные исследованному.

Вместо одного из критериев Pr и Re можно ввести производный от них $Pe: Re = \frac{a}{\nu}$, где $\nu = \frac{\mu}{\rho}$ — т.н. коэф. кинематич. вязкости. Он обозначается через St (Стентон). В нем. литературе за последние годы этот критерий заменен обратной величиной $\frac{\nu}{a} = Pr$ (Прандтль). Легко видеть, что Pr (так же, как и St) есть ф-ия только физич. параметров жидкости. Итак, ф-ла для коэф-та T . должна иметь вид

$$Nu = \varphi(Re, Pr),$$

для того чтобы быть пригодной для распространения данных единичного опыта, по результатам к-рого они составлены, на все другие подобные явления. Применение же ф-лы на явления, не подобные образцу, незаконномерно и может привести к ошибочным заключениям.

Все изложенное объясняет, почему в настоящее время опыты по T . всегда обрабатываются в виде зависимости между величинами Re , Pe , Pr , Nu и т. п. Напр. последние опыты Краусс-Сольда (1933) представлены в виде:

$$Nu = 0,024 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,37},$$

Эта ф-ла объединяет в себе ряд опытов, произведенных различными исследователями над T . стенкам трубки текущими в ней водой, воздухом, машинным и трансформаторным маслами и рядом других тел. Численные данные для различных случаев теплообмена воздуха, воды, пара и других жидкостей см. формулы для коэф-та T ., приведенные в книге Шака (см. литературу).

III. Лучеиспускание. Передача тепла телами может происходить не только телами, непосредственно соприкасающимися между собой, но и телами, находящимися на значительном расстоянии друг от друга, посредством лучистой энергии. Природа лучистой энергии и механизм передачи ее через пустое, незаполненное материальными частицами пространство еще не разгаданы. Согласно современным воззрениям распространение лучистой энергии обуславливается электромагнитными волнами, к-рые вызываются колебаниями электронов, движущихся вокруг положительно заряженного ядра и в совокупности с последним образующих атомы материи. Т. о. прежнее разделение лучей на световые, тепловые, химические и т. д. является чисто формальным, описывающим лишь различное воздействие лучей разной длины волны на материальные частицы, и лучистая энергия всех родов лучей может при известных условиях переходить в тепловую энергию материальных частиц. Так напр., покрытая сажей поверхность твердого тела не отражает падающие на нее лучи, а все их поглощает, превращая в теплоту. Такое тело, поглощающее все лучи любых длин волн, называется, по аналогии со световыми явлениями, абсолютно черным или просто черным. Между поглощательной способностью тела и ее лучеиспускательной способностью существует связь, даваемая законом Кирхгофа. При каждой данной темп-ре всякое тело излучает только те лучи, к-рые оно способно поглощать при этой темп-ре. Каждая падающая на тело единица лучистой энергии,

вообще говоря, распадается на три части: отраженную — R , прошедшую сквозь тело — D и задержанную телом, или поглощенную им, A , т. ч. $R + D + A = 1$. Для всех технически важных случаев можно принять, что тела непрозрачны, так что $D = 0$. A характеризует собой лучепоглощательную способность тела и м. б. назван коэффициентом поглощения лучей. Его иногда также называют степенью черноты тела S . Очевидно для черного тела $A = 1$, соответственно $R = 0$. Коэф. A , вообще говоря, м. б. различен для разных длин волн. Тело, обладающее таким свойством, называется цветным. Если $A < 1$ и одинаков для всех длин волн, то тело называют серым. Большинство тел, встречающихся в технич. практике, — серые тела. Если назвать через E_s лучеиспускательную способность черного тела при определенной темп-ре, т. е. количество энергии, излучаемое единицей поверхности тела в единицу времени, то закон Кирхгофа утверждает, что при той же t° излучение серого тела будет $E = A \cdot E_s$, т. е. что коэф. поглощения

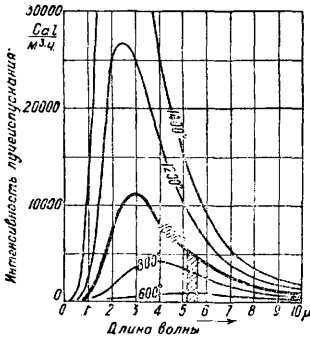
$$A = \frac{E}{E_s} = \epsilon, \quad (25)$$

коэф-ту лучеиспускания серого тела. Для цветного тела закон Кирхгофа верен для каждой длины волны $\lambda: E_\lambda = A_\lambda E_{s,\lambda}$, но A_λ в этом случае различен для разных длин волн. Коэф. лучепоглощения тела зависит не только от его вещества, но и от степени шероховатости поверхности. Для полированной поверхности он резко снижается. Поэтому обшивка горячего предмета полированными металлич. листами является хорошей теплоизоляцией. Выше $500-600^\circ$ поверхность почти всех тел теряет полировку и становится матовой, но и выше этих t° A для полированной поверхности сохраняет несколько пониженное значение. Абсолютно черного тела не существует, и коэф. поглощения сажи $\approx 0,9$. Для получения абс. черного тела Кирхгоф предложил устройство в виде полый камеры с небольшим отверстием. Каждый упавший в это отверстие луч, прежде чем выйти обратно наружу, претерпит многократное отражение от стенок, причем почти вся его энергия поглотится последними, и следовательно полость отверстия обладает свойством черного тела. Такое устройство употребляется в физич. лабораториях для градуирования пирометров. Интенсивность испускания черным телом лучей различной длины волны изменяется вместе с t° тела. В 1900 г. Планку удалось дать, исходя из квантовой теории излучения, по к-рой электроны атомов испускают лучистую энергию лишь целыми квантами $h\nu$ (где ν — число колебаний, а h — постоянная Планка), общую ф-лу для интенсивности испускания черным телом лучей всех длин волн. Если представить лучеиспускательную способность черного тела волн длины от λ до $\lambda + d\lambda$ в виде $dE = I_\lambda \cdot d\lambda$, то для I_λ — интенсивности лучеиспускания волн длиной λ — Планк выводит следующее выражение:

$$I_\lambda = 3,17 \cdot 10^{-8} \frac{\lambda^{-5}}{1,43} \left[\frac{\text{Cal}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{см}} \right]. \quad (26)$$

Здесь все величины даны в Cal , м и часах кроме длины волны, к-рая подставляется в см (подробнее см. *Энергия*). График, изображенное ф-лы (26) дано на фиг. 4, на к-рой длины волн отложены по оси абсцисс в микронах ($0,001 \text{ мм}$).

Из нее видно, что при повышении темп-ры интенсивность лучеиспускания резко возрастает, причем одновременно максимум лучеиспускания передвигается влево, в сторону меньших длин волн. По своему действию на тела лучи различных длин волн могут быть разделены на следующие группы:



Фиг. 4.

0,34 мм — инфракрасные (теплые) лучи (8 октав), 0,34 ÷ 2 мм — неисследованная область (2,5 октавы), 2 мм ÷ несколько км — электрические волны. Из фиг. 4 видно, что при температуре топков котлов и промышленных печей максимум лежит в области инфракрасных лучей. Если в выражение $dE_\lambda = I_\lambda d\lambda$ подставить вышеприведенное значение I_λ и проинтегрировать его от 0 до ∞ , то получится ф-ла для лучеиспускания черного тела:

$$E_s = \sigma T^4 = C_s \left(\frac{T}{100}\right)^4, \quad (27)$$

где

$$C_s = 4,95 \left[\frac{\text{Cal}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \left(\frac{\text{К}}{100}\right)^4} \right].$$

Этот закон был найден из опыта еще в 1872 г. Стефаном, а теоретич. путем в 1884 г. Больцманом, поэтому он называется законом Стефан-Больцмана. Для серого тела $E = AE_s$ и следовательно $C = A \cdot 4,25$. Ниже приводятся значения коэф-та C для нек-рых материалов, имеющих технич. применение:

| | |
|---|-----|
| Сажа | 4,6 |
| Угун шероховатый, ржавый | 4,6 |
| Железо матовое, ржавое | 4,3 |
| » сильно ржавое | 4,1 |
| » матовое | 3,7 |
| » полированное | 1,3 |
| Известник маговый, белый | 4,3 |
| Песчаник красный, шлифованный | 3,3 |

Из приведенных примеров видно, что почти все тела в топочном пространстве и дымоходах имеют $C \approx 4$.

В ф-ле (27) E_s представляет излучение поверхности тела по всем направлениям, или т. н. полусферич. излучение плоскости. Излучение в определенном направлении дается законом Ламберта, согласно к-рому излучение поверхности под углом φ к ее нормали E_φ относится к излучению в нормальном к поверхности направлении E_0 , как $\cos \varphi$:

$$E_\varphi = E_0 \cdot \cos \varphi. \quad (28)$$

Просуммируем излучение элементарной площадки df по всем направлениям, т. е. найдем ее суммарное полусферич. излучение. Для этого построим над ней полусферу радиусом = 1 (фиг. 5). Пусть пучок лучей, выходящих из площадки df под углом φ к нормали, вырезает на полусфере площадку $d\Omega$. Энергия, излучаемая

мая через эту площадку в единицу времени, равна

$$E_\varphi \cdot df \cdot d\Omega = E_0 \cdot df \cdot \cos \varphi \cdot d\Omega = E_0 df \cdot d\omega,$$

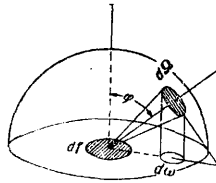
где $d\omega = \cos \varphi \cdot d\Omega$ есть проекция $d\Omega$. Суммируя все излучения через полусферу и замечая, что $\sum d\omega = \omega$ есть площадь круга радиуса $r = 1$, получим:

$$E df = E_0 \cdot df \cdot \omega = E_0 \cdot df \cdot \pi.$$

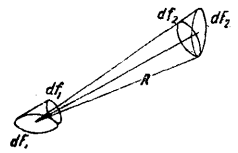
Но согласно закону Стефан-Больцмана $E = C \left(\frac{T}{100}\right)^4$, поэтому

$$E_0 = \frac{C}{\pi} \left(\frac{T}{100}\right)^4 \text{ и } E_\varphi = \frac{C}{\pi} \left(\frac{T}{100}\right)^4 \cdot \cos \varphi. \quad (29)$$

Это и есть искомое выражение для энергии лучеиспускания под углом φ к излучающей поверхности. Полученное выражение позволяет сейчас же вывести взаимодействие двух элементарных площадок (фиг. 6).



Фиг. 5.



Фиг. 6.

Излучение площадки dF_1 на площадку dF_2

$$dE_\varphi = E_\varphi^2 \cdot dF_1 \cdot d\Omega = E_0 \cdot dF_1 \cos \varphi \cdot \frac{dF_2}{R^2} = E_0 \frac{dF_1 \cdot dF_2}{R^2},$$

или на основании ф-лы (29)

$$dE_\varphi = \frac{C_1}{\pi} \left(\frac{T_1}{100}\right)^4 \cdot \frac{dF_1 \cdot dF_2}{R^2}. \quad (30)$$

Здесь df_1 и df_2 — проекции площадок dF_1 и dF_2 , видимые в направлении R , а величина R есть расстояние между площадками. Интегрируя (30) по величинам df_1 и df_2 , можно найти излучение одного тела определенной конфигурации на другое. Обратно, подставляя в ф-лу (30) значение C_2 и T_2 для второго тела, найдем лучеиспускание последнего на первое тело. Т. о. может быть разрешена задача о теплообмене двух тел лучеиспусканием. В общем случае получается очень сложная зависимость. Покажем, как задача разрешается для нек-рых частных случаев.

Наиболее простой метод решения предложен в последнее время Поляком и заключается в определении разницы между приходом лучистой энергии и ее расходом, т. е. в нахождении результирующего потока от одного тела к другому. Изложим вкратце этот метод.

Нек-рое тело излучает энергию в окружающую среду и само подвергается излучению со стороны других тел. В этом случае надо отчетливо различать следующие три понятия: 1) собственное излучение тела, определяемое законом Стефан-Больцмана (27): $E = C \left(\frac{T}{100}\right)^4$; 2) э ф ф е к т и в н о е излучение тела E_{ef} , слагающееся из собственного и из той части упавших на тело лучей, к-рая отражена им обратно, и 3) р е з у л ь т и р у ю щ и й поток лучистой энергии, представляющий разницу между приходом и расходом энергии. Результирующий поток, отнесенный к единице поверхности, обозначим через x . Результирующий поток или «сальдо тела» можно выразить двояким способом. С одной стороны, его можно рассматривать

как разность всех поглощенных телом лучей и собственным излучением

$$x = E_2 - E_1, \quad (31)$$

где через E_1 обозначено излучение, а через E_2 — поглощенные единицы поверхности лучи. Формула (31) представляет баланс энергии и именно сальдо тела, так сказать, с внутренней стороны поверхности тела. С другой стороны, этот баланс можно составить с противоположной стороны поверхности, вне тела. В этом случае результирующий поток x очевидно равен разности встречных потоков, падающих на тело и уходящих от него:

$$x = (E_{ef})_2 - (E_{ef})_1. \quad (32)$$

На основании (31) и (32) можно написать, что падающий на единицу поверхности поток $(E_{ef})_2$ равен поглощенному телом потоку $E_2 = x + E_1$, деленному на коэф. поглощения тела A_1 :

$$(E_{ef})_2 = \frac{x + E_1}{A_1}. \quad (32')$$

Соответственно отраженный поток будет равен $(1 - A_1) \cdot \frac{x + E_1}{A_1}$.

Полный уходящий от тела поток $(E_{ef})_1$ очевидно равен сумме отраженного излучения и собственного излучения:

$$(E_{ef})_1 = \frac{1 - A_1}{A_1} (x + E_1) + E_1 = \frac{1 - A_1}{A_1} x + \frac{E_1}{A_1}$$

или на основании закона Кирхгофа, подставляя $\frac{E_1}{A_1} = E_s$,

$$(E_{ef})_1 = \left(\frac{1}{A_1} - 1 \right) x + E_s. \quad (33)$$

При выводе принималось, что тело излучает со всех своих точек постоянную лучистую энергию, равно как и получает от других тел поток равномерной интенсивности. В общем случае надо было очевидно рассматривать потоки энергии, отнесенные к бесконечно малым площадкам dF , и затем произвести интегрирование их.

Приложим выведенную ф-лу (33) к случаю двух параллельных стенок, на столько больших по размеру и близких друг к другу, что влияние концов их не сказывается на равномерности потока. Результирующий поток первого тела x_1 очевидно равен и обратен по знаку результирующему потоку второго тела x_2 :

$$x_1 = -x_2. \quad (34)$$

На основании (33) имеем:

$$x_1 = (E_{ef})_2 - (E_{ef})_1 = \left[\left(\frac{1}{A_2} - 1 \right) x_2 + E_{s2} \right] - \left[\left(\frac{1}{A_1} - 1 \right) x_1 + E_{s1} \right]. \quad (35)$$

Отсюда, подставляя $x_2 = -x_1$, получим

$$x_1 = \frac{E_{s2} - E_{s1}}{\frac{1}{A_1} + \frac{1}{A_2} - 1} \quad (35')$$

или, т. к. $E_{s1} = C_s \left(\frac{T_1}{100} \right)^4$, $E_{s2} = C_s \left(\frac{T_2}{100} \right)^4$, $A_1 C_s = C_1$ и $A_2 C_s = C_2$, после подстановки получим известную ф-лу Нуссельта, выведенную им путем рассмотрения повторного поглощения и отражения энергии обоими телами:

$$x_1 = \frac{\left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_1}{100} \right)^4}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_s}} = C \left[\left(\frac{T_2}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_1}{100} \right)^4 \right]. \quad (36)$$

В такой форме закон Стефан-Больцмана обыкновенно применяется в тепловых расчетах котлов. Эта форма представляет частный случай взаимодействия параллельных поверхностей. Повторяя это рассуждение для двух концентрических шаровых или цилиндрич. поверхностей, легко получить выражение

$$x_1 = \frac{\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4}{\frac{1}{C_1} + \frac{F}{F_2} \left(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1} \right)}. \quad (37)$$

В общем случае задача нахождения сальдо потока приводится к решению интегральных уравнений.

До последнего времени во всех технич. расчетах T топочного пространства принималось, что топочные газы прозрачны для лучей. Это верно для двухатомных газов (O_2, N_2). Однако Шака и затем Нуссельт показали, что находящиеся в продуктах горения трехатомные газы CO_2 и H_2O обладают цветным поглощением. Поэтому во всех технич. расчетах теплопередачи топочного пространства котлов и печей, а также первого хода котлов приходится принимать во внимание непрозрачность газов для нек-рых длин волн.

Для ознакомления с техническими расчетами теплопередачи следует обратиться к специальной литературе. Основные понятия можно почерпнуть в книге Шака.

Лит.: Хвольсон О., Курс физики, т. 2 и 3, Берлин, 1923; Гребер Г., Введение в теорию теплопередачи, пер. с нем., М.—Л., 1933; Тен-Бош, Теплопередача, пер. с нем., М., 1930; Schack A., Der industrielle Wärmeübergang, Düsseldorf, 1929; Gröber H., Einführung in die Lehre von der Wärmeübertragung, В., 1926; Gröber H., Die Grundgesetze der Wärmeleitung und des Wärmeüberganges, В., 1921; Gröber H., Wärmeübertragung, 2 Aufl., В., 1927; Encyklopädie d. mat. Wissenschaften, В. 5, Т. 1, Н. 2, В.—Лпз., 1905. М. Нирпичев.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ К XXII т. Т. Э.

- Авиньон 685.
 Авироль 443, 444.
 Автокоагуляция 476.
 Автогон 43.
 Автохедер 161.
 Агрегаты вызывные 804.
 Аделит 23.
 Азимутальный круг 275.
 Ансиометры 312.
 Акустика помещений 183.
 Алекс (Alex) 20.
 Ализариновое масло 443, 444.
 Аликисульфокислоты 450.
 Аликиселлуриды 810.
 Аллотеллуровая кислота 809.
 Алтаит 810.
 Альгаротов порошок 472.
 Амбужур 790.
 Анемометр Казелли 530.
 Антимоний 468.
 Антимонид 472.
 Антимонит 468, 472.
 Антитанк 664.
 Аппаратура исполнительная 756.
 Аппаратура селекторная 757.
 Аппараты кассо-регистрающие 568.
 Аппараты контрольные 546.
 Аппрет авироль 444.
 Арборит 234, 236.
 Арилсульфонокислота 450.
 Арифмометр 571.
 Арнидол 116.
 Арсенид 250.
 Архитектура корабельная 342.
 Асбест 222.
 Асбестит 235.
 Асбосурит 235.
 Асбоцемент 227.
 Ауторацемизация 109.
 Ахтерпик 281, 379.
 Ахтерштевень 349, 390.
 Ацетат стронция 250.
 Ацидификация 11.
 Аэросуспензия 474.
 База машины 558.
 Базальт 219.
 Базальт плавленный 219.
 Байдарна 251, 252.
 Бак 343.
 Бахштейн русский 583.
 Балансы тепла 479.
 Балка килевая 349.
 Баллер 307, 391.
 Балласт гондурасский 118.
 Балласт перуанский 118.
 Барабан Вейера 728.
 Барабаны сушильные 489.
 Баржи нефтеналивные 383.
 Баржи сухогрузные 383.
 Баржи-рефрижераторы 261.
 Баркасы 383.
 Бассейн отстойный 145.
 Бастовка 431.
 Бейеса теорема 841.
 Бензель 633.
 Бензосуспензия 474.
 Бернулли формула 801.
 Бетонитовые камни 74.
 Бетулин 116.
 Бимсы 360.
 Бимсы трюмные 343.
 Бисульфит 448.
 Бисульфит кальция 450.
 Бисульфит натрия 449.
 Битенг 392.
 Бленкер 807.
 Близны 424.
 Бойлеры 948.
 Бок 370.
 Бомбицестерин 116.
 Бочка 305.
 Бракет 352.
 Брасикастерин 416.
 Брауна трубка 738.
 Бри 583.
 Бридели 305.
 Брожение табака 625.
 Бронирование судов 356.
 Броня башен 358.
 Броня боевой рубки 358.
 Броня казематная 357.
 Броня палубная 357.
 Броня подачных труб 358.
 Броня поясная 356.
 Броня элеваторов 358.
 Броше 686.
 Брус привальный 386, 388.
 Брус эквивалентный 206, 372.
 Брутто-формула 117.
 Брызга 383.
 Бугшприт 392.
 Бударки 251.
 Буксир 393.
 Буланшерит 468.
 Бурав 130.
 Бурнонит 468.
 Вакуум-дистилляционный аппарат 14.
 Валентинит 468.
 Валка суровья 426.
 Вальденовское обращение 109.
 Ватервейс 386.
 Вельветов цилиндр 738.
 Вентиляция судовая 293.
 Герейки 253.
 Верпы 392.
 Верстак 128.
 Вертлюг 301.
 Верфи 398.
 Вершинки 390.
 Вес отрывной (судна) 323.
 Весла 254.
 Вилкнера прибор 709.
 Вингель 130.
 Винт зеркальный 728.
 Винты судоподъемные 325.
 Водоотливная система судов 282.
 Водопроводы (на судах) 292.
 Водород сурьмянистый 473.
 Воздухоподогреватели 948.
 Воздушная завеса 259.
 Волнообразователь 415.
 Волоочильное устройство 31.
 Ворвань сульфированная 445.
 Воронка формовочная 583.
 Ворсование 428.
 Восковое дерево 453.
 Всплытие надводное 335.
 Вымбовки 303.
 Выпрямление судна 339.
 Вычислительные машины 559, 571.
 Гавобетон 232.
 Гак 317, 633.
 Гальванизация стереотипа 101.
 Галька 222.
 Геллография 35.
 Гельмпорт 391.
 Геометрическая изомерия 105.
 Геоскоп 659.
 Герберта дождевой прибор 707, 714.
 Герберта маятниковый прибор 713.
 Гессит 810.
 Гидрат закиси таллия 634.
 Гидроокись стронция 249.
 Гидроокись сурьмы 472.
 Гидросуспензия 474.
 Гини 634.
 Гинцы 634.
 Гиппокастерин 116.
 Гипс 225.
 Гипс штукатурный 225.
 Гичка 251.
 Глаголь-гак 302.
 Глинист-цемент 228.
 Глины 221.
 Глубинца 385.
 Гнейсы 219.
 Голова руля 308.
 Головка счетчика 554.
 Гольц-цемент 238.
 Гондола 251.
 Горбатки 129.
 Горбачи 129.
 Гордель 634.
 Горловина 355.
 Горные породы рыхлые 217.
 Городские шумы 42.
 Гравий 222.
 Гранит 219.
 Гребля 255.
 Грузовое устройство судна 313.
 Грунлингит 810.
 Грунтобель 129.
 Грязевые коробки 285.
 Гуанин 719.
 Гузон (нарезка) 348.
 Гусеница жесткая 648.
 Гусеничная лента танка 646, 649.
 Гусеничные пальцы 646.
 Гусеничный движитель 646.
 Гусыни 377.
 Дальновидение 722.
 Данилевского прибор 529.
 Двоиш 424.
 Двуокись теллура 809.
 Девиация 277.
 Денатирование 101.
 Денатировка 432.
 Демпфер 412, 413.
 Дерево восковое 453.
 Дерево лаковое 453.
 Дерево париковое 432.
 Дерево уксусное 453.
 Десмотропия 685.
 Десмотропы 685.
 Десульфитация 448.
 Десяточник 566.
 Детали сушилок 524.
 Дефлектор 278.
 Дефлекторные единицы 279.
 Децибел 764.
 Джемсонит 468.

Диабаз 220.
 Диабаз плавленный 220.
 Диаграммы Непира 279.
 Диаметральная плоскость 275.
 Диатомит 222.
 Дибензилсульфон 452.
 Диорит 219.
 Диск Нипкова 727.
 Дистилляторы 949.
 Дисульфоны 451.
 Диферент 234.
 Дихлордизетилсульфон 452.
 Дистилсульфон 452.
 Дно плавающее 415.
 Дозревание (жирных кислот) 16.
 Доски коммутационные 556.
 Драек 633.
 Дромед 303.
 Дурденит 810.
 Дурометр 707, 711.
 Дымарь 531.

Ела 251.
 Ерунок 130.

Ж
 Жван-галс 302.
 Железньол 240.
 Желтая неополитанская 473.
 Желтинини 432.
 Жидкости охлаждающие 705.
 Жидкости смазывающие 705.
 Жидкость опарочная 588.
 Жиролонка 144.
 Жоссели формула 861.

Задачи Потенота 598.
 Заделки пробоин 336.
 Залочина 386.
 Захват за судно 328.
 Звонок переменного тока 806.
 Звонок поляризованный 791.
 Звонок постоянного тока 806.
 Звуковой спектр 811.
 Звукоизоляция помещений 189.
 Здания скелетные 74.
 Земля 221.
 Зензубель 129.
 Зоостерини 115.

Изверженные породы 217.
 Известняк плотный 220.
 Известняк раковистый 71.
 Известняк-ракушечник 221.
 Известь воздушная 225.
 Известь гидравлическая 226.
 Изоль-цемент 228.
 Изомерия геометрическая 104, 105.
 Иконоскоп 744.
 Ил активный 154.
 Инварианты подобия 968.
 Индексы немые 522.
 Индуктор машинный 805.
 Индукционная катушка 791.
 Инсорит 234, 236.
 Иодат 250.
 Иодид 250.
 Искажение речи 786.
 Испарители 949.
 Иттроганталит 676.
 Итшковского формула 124.

Кабельтов 632.
 Каблук 255.
 Каболка 632.
 Каик 251.
 Калаверит 810.
 Каландры 493.
 Калевки 129.
 Камембер 583.
 Камни из силикат-органика 63.
 Камни известково-песчаные 244.
 Камни кислотобетонные 232.
 Камни теплобетонные 231, 245.
 Камни теплые 246.
 Камышит 233.
 Канал связи 753.
 Канат якорный 298, 301.
 Канаты 632.
 Карбасы 251.
 Карбид тантала 676.
 Карбонизация тканей 428.
 Карга 392.
 Карнас-остов 84.
 Карленгс 361, 386.
 Карман 32.
 Карниз 56.
 Карниавый уголь 56.

Карточка перфорационная 540.
 Карточки дуальные 541.
 Каргузы 262.
 Карусель Ермилова 507.
 Карусель Никифорова 507.
 Карусель ростовская 507.
 Карусель Фрасса 507.
 Кафель 223.
 Качка судна 842.
 Каюк 251.
 Кварттердек 343.
 Кварцит 221.
 Квас 588.
 Керамзит 224.
 Кермесит 468.
 Кессон 338.
 Кегонсульфоны 451.
 Килевание 338.
 Киллекторы 324.
 Киль 348.
 Кильблок 399.
 Кильсоны 350, 355, 385.
 Кинескоп 746.
 Киноварь минеральная 473.
 Кипятильницы 949.
 Кирпич легкий 223.
 Кирпич огнеупорный 224.
 Кирпич полый 223.
 Кирпич пористый 223.
 Кирпич силикатный 231, 245.
 Кирпич сплошной 223.
 Кирпич стеклянный 240.
 Кирпич термоизоляционный 224.
 Кирпич шлаковый 224.
 Кладка стен 70.
 Клапаны вызывные 807.
 Клапаны отбойные 807.
 Клапаны самозакрывающиеся 807.
 Клебемасса 237.
 Клетки 399.
 Клинкер 224.
 Клызамид 302.
 Клызамки 377.
 Кница 384.
 Кноп 633.
 Ковалы 424.
 Козырьки 398.
 Колесо Лакура 733.
 Коллоиды защитные 476.
 Колovorot 130.
 Колодец 32.
 Колодец амперский 148.
 Колодцы 327, 343.
 Колодцы осадочные 148.
 Колорадоит 810.
 Колосники броневые 358.
 Колосоуборник 160.
 Комингс 361, 386.
 Коммутаторный зал 795.
 Коммутационные доски 556.
 Компасные меридиан 277.
 Комплексные соединения 106, 107.
 Композиция 377.
 Конвенция 963.
 Конвергенционные движения 88.
 Конденсаторы 949.
 Кондукция 957.
 Контрфорсы 633.
 Координатная теория 106.
 Координационное число 107.
 Координация 107.
 Копростерин 116.
 Косные (челны) 251.
 Косынка 384.
 Котелок 275.
 Коуши 633.
 Кофеин 718.
 Коффердам 327, 332.
 Коцегар механический 820.
 Коэффициент девиации 278.
 Коэффициент модульный 126.
 Коэффициент прерывистости 202.
 Крапы пловучие 324.
 Крашение суконых тканей 430.
 Крегование 338.
 Кривые Эрланга 801.
 Критерии 968.
 Критерии подобия 863.
 Критическое рассеяние твердого раствора 706.
 Кронштейны гребного вала 368.
 Крутлогубцы 133.
 Крукезит 635.
 Крыши «Понд» 37.
 Крыши шедовые 36.
 Ксантин 719.
 Ксилит 234.
 Кубрик 362.
 Курсовые черты 275.

Лава туфовая 72.
 Лаг 846.
 Лак кузбасский 240.
 Лакновое дерево 453.
 Лактат 250.
 Лампа газовая тлеющего разряда 737.
 Леер 319.
 Ленты войлочные 143.
 Ленты суконые 143.
 Линия связи 753.
 Линолеум 240.
 Липоиды 116.
 Листы интеркостельные 353.
 Лодки 252.
 Лодочка-поплавок 30.
 Логно-сплесень 633.
 Лопарь 316, 634.
 Лорандит 635.
 Лоток 410.
 Луцеол 116.
 Лучеиспускание 977.
 Лучок 130.
 Льялы 284.
 Люки 361.

Магнезит 226.
 Магниты-уничтожители 278.
 Магнотит 810.
 Макротвердость 715.
 Мариники 377.
 Марки 633.
 Масла сульфированные 442.
 Масло ализариновое 443, 444.
 Масло подсырное 586.
 Масло престабитовое 444.
 Маслоотделители 145.
 Математическое ожидание 841.
 Махорка 619.
 Машины вычислительные 559, 571.
 Машины перфорационные 542.
 Машины ружьевые 310.
 Машины сукновальные 426.
 Машины суммирующие 559, 561.
 Машины счетно-аналитические 539.
 Машины счетно-пшущие 563.
 Мебель венская 134.
 Мебель гнутая 134.
 Мелонит 810.
 Мергель 220.
 Метакантимонат натрия 473.
 Метансульфокислота 450.
 Метасурьмянистая кислота 472.
 Метатанталаты 675.
 Метилсульфон 452.
 Метлахские плитки 224.
 Метод рафинирования явления 966.
 Механизм восприятия 552.
 Механизм итого-гасительный 556.
 Механизм счетный 553.
 Миларгирит 468.
 Мидель-шпангоут 369.
 Микрорит 676.
 Модели судов 416.
 Моделирование 866.
 Модуль стока 124.
 Модулятор Керра 736.
 Мокшаны 377.
 Молотки 133.
 «Монополь» (мыло) 443, 444.
 Моногрон Шора 711.
 Монтанит 810.
 Морозин 234.
 Моторы серийные 909.
 Мох сфагновый 532.
 Мрамор 221.
 Мусинг 633.
 Мутманит 810.
 Мушкель 633.
 Мыло «Монополь» 443, 444.

Набла 823.
 Набор 251.
 Набор борта 208, 335.
 Набор днища 208.
 Набор судна 350.
 Нагагит 810.
 Наградка 130.
 Нагревательные приборы 948.
 Найтовы 633.
 Нантоуз 276.
 Насосы дуплексы 285.
 Насосы симплекс 286.
 Насосы трюмные 285.
 Натрий сурьмянистокислый 472.
 Наутольник 130.
 Неводники 251.
 Непер 764.

- Никотин 620.
 Никотелин 620.
 Никотиним 620.
 Никотин 620, 621.
 Нитрокраски 239.
 Ножовка 130.
 Норма стока 124.
 Нуссельта формула 982.
- Обводы корпуса 369.**
 Обезволаживание 587.
 Облицовка стен 60.
 Обои 240.
 Обшивка наружная корабля 207.
 Огон 633.
 Орехи 535.
 Окислители погруженные 153.
 Окислитель капельный 133.
 Окись стронция 249.
 Оксалат 250.
 Оксисульфиды 441.
 Олеин 9, 17.
 Олеиновая кислота 12.
 Опасное время 801.
 Опацификатор 473.
 Опока 222.
 Оранжевый 876.
 Орех атласный 117.
 Ортоанталаты 675.
 Ортотеллуровая кислота 809.
 Осадочник 137.
 Осадочные породы 217.
 Основа 419, 420.
 Острогубцы 133.
 Остывание 883, 895.
 осушительная система на судах 283.
 Отборки 129.
 Отварка сыворотки 584.
 Отвертки 133.
 Отволока 590.
 Отжиг стеклотекстолита 23.
 Отжимка суровья 425.
 Отливка стереотипа 100.
 Отопление паровое (на судах) 297.
 Отсеки междудонные 355.
 Отстойники 145.
 Охлаждение судовых помещений 296.
 Охра сурьмяная 468.
 Охра теллуровая 810.
 Оштукатуривание 59.
- Пазы 354.**
 Паирекс 19.
 Палуба 209, 384.
 Палуба главная 343.
 Палуба мостиковая 343.
 Палуба нижняя 343.
 Палуба прогулочная 343.
 Палуба средняя 343.
 Палуба штурмовая 343.
 Палуба-орлоп 343.
 Пандермит 24.
 Параметр термометрический 812.
 Паровое дерево 432.
 Парники 882.
 Паротеплоходы 379.
 Пароклор 676.
 Пеленгатор 275.
 Пемза 222.
 Пенобетон 232.
 Пергамин 238.
 Переборка шкун 588.
 Переборки 363.
 Переборки броневые 357.
 Переборки непроницаемые 210.
 Перегонные аппараты 949.
 Передатчик линейный 753.
 Передатчики прямого освещения объекта 724, XVI.
 Передатчики с бегающим лучом 724, XVI.
 Передачи синхронные 749.
 Передачи ступенчатые 750.
 Передвижки (приемников) 457.
 Перекись стронция 249.
 Переключатель рычажный 792.
 Перемотка основы 421.
 Перемотка пружины 421.
 Перемотка утка 421.
 Перемычки 54.
 Перископ 659.
 Перна 130.
 Перки центровые с передвижным ножом 130.
 Перлины 632.
 Перо 307.
 Перо руля 394.
 Персиль 122.
- Перфоратор 539.
 Перфоратор двухпериодный 544.
 Перфоратор магнитный 544.
 Перфоратор ручной 542.
 Перфорационная карточка 540.
 Перфорационные машины 542.
 Песколловки 144.
 Песок 222.
 Песчанник 221.
 Петера-Вегмапа формула 585.
 Печи рулевые 390.
 Петцит 810.
 Печатающий механизм табулятора 554.
 Печи обжигательные 438.
 Печи сульфатные 436.
 Пинет 686.
 Пила лучковая 130.
 Пиллерсы 210, 362.
 Пираргирит 468.
 Пирекс 19.
 Пироантимонаты 473.
 Пиросурьмяная кислота 474.
 Пиротанталаты 675.
 Плавни 24.
 Плаз 373, 400.
 Пластырь деревянный 337.
 Пластырь кольчужный 337.
 Платформы 362.
 Плесень белая 583.
 Плесень молочная 583.
 Плиты гипсобитовые 233.
 Плоскогубцы 133.
 Плутонг 268.
 Поворотливость судна 396, 859.
 Погребя провизисные 365.
 Податчики сигналов 273.
 Поднятие ворса 429.
 Подогреватели 948.
 Подъем понтонами 333.
 Подъем ступенчатый 335.
 Полигоны 603.
 Поликраз 676.
 Политанталаты 675.
 Полителлуриды 810.
 Полифенольное число 623.
 Полки 386.
 Полубимсы 361.
 Полулучка 251.
 Подуфта 685.
 Полуфлоренс 685.
 Полуширота 370.
 Польды прибор 708.
 Поля фильтрация 152.
 Полярный способ 604.
 Помпы 286.
 Понтоны жесткие 325.
 Понтоны мягкие 326.
 Порт оружейный 357.
 Портланд-цемент 226.
 Постановка судна на волну 205.
 Поясы 354, 384.
 Поясья шпунтовые 348.
 Преобразователь Феттингера 913.
 Преселктор 456.
 Прессование сунка 432.
 Престабитовое масло 444.
 Привод рулевой 308.
 Приемник линейный 753.
 Принимающий аппарат управления 753.
 Притолоки 53.
 Притопление судна 341.
 Прицеп «Грип» 536.
 Пробовые плиты 235.
 Продувание изоляции 258.
 Проемы 53.
 Прометы 424.
 Промывка 590.
 Промывка туннелей (в воде) 328.
 Пропаривание камня 73.
 Прорезы 251.
 Простенки 53.
 Пространство междудонное 353.
 Просушивание сунка 430.
 Проц-живатели-бараны 142.
 Прочность корпуса 215.
 Прочность судна 396.
 Пруды 632.
 Псевдоскоп 91.
 Психрограф 528.
 Пуассона уравнения 277.
 Пуассона формула 801.
 Пульсометры 286.
 Пурин 718.
 Пустошовка 59.
 Пятиокись сурьмы 473.
 Пятиокись тавтала 675.
 Патка руля 390.
- Работа параллельным током 491.
 Радиус метацентрический 395.
 Разбивка на плазе 373.
 Развертка изображения 723, XVI.
 Разложение изображения 723, 724.
 Разложение катодное 725.
 Разложение механическое 727.
 Размыл 425.
 Раксы 633.
 Ракушечник 71.
 Рамка обделочная 352.
 Ранжина формула 861.
 Раскосы 390.
 Раскреповки 59.
 Распределители стоп-стартные синхронные 759.
 Распределительная коробка табулятора 558.
 Рассеивание 267.
 Растекловывание 17.
 Растворы теплые 230.
 Расшивка швов 60.
 Р. сщепление жиров 10.
 Расщепление масел 10.
 Рацемизация 108.
 Рацемические соединения 109.
 Рашилы 133.
 Рвотный камень 472.
 Реверберация 184.
 Реверберометр 186.
 Регулус 468.
 Регуляторы перегретого пара 948
 Резидуль 16, 17.
 Резонанс 846.
 Рефля формула 861.
 Реомюра шкала 813.
 Реома 633.
 Ремус 130.
 Реторты 437.
 Решоферы 948.
 Ровница 420.
 Роквелла прибор 710.
 Роман-цемент 226.
 Ростр 316.
 Ростр-блок 316.
 Рубанок 128.
 Руберид 238.
 Руда письменная 810.
 Рудерпис 307.
 Рудерпост 307, 350.
 Рулевые машины 310.
 Руль 307.
 Руль вспомогательный 312.
 Румпель 308, 391.
 Рыбины 374.
 Рыбицы 251.
 Рыскань 843.
- Сад зимний 877.**
 Салицилат 250.
 «Сальдо тела» 980.
 Самарсит 676.
 Самоход счетчика 576.
 Сахароз бистронциевый 250.
 Сверла спиральные 130.
 Сверла Форстнера 130.
 Свида 33.
 Сектор счетно-печатающий 566.
 Селекторы 751.
 Селекция (направлений) 751.
 Селекция синхронная 760.
 Селен-теллур 810.
 Сенармонт 472.
 Сенармонтит 468.
 Сенсibilизация 477.
 Сероокись сурьмы 473.
 Сигнальная пластинка 745.
 Сигнальные приборы 805.
 Сигнет 219.
 Силикальцит 232.
 Силикат-органики 231.
 Силикаты алмазовые 22.
 Сильванит 810.
 Система балластная на судах 286.
 Система затопления и орошения пгребов боевых запасов 288.
 Система зеркальная 728.
 Система клетчатая на судах 351.
 Система набора продольная 354.
 Система переупусная 286.
 Система погрузочно-разгрузочная (на судах) 292.
 Система пожарная (на судах) 290.
 Система спуская 286.
 Система сточная (на судах) 293.
 Система фановая (на судах) 293.
 Системы ливневые 727.
 Ситостенон 116.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Тон воюющий 187.
Топка 275.
Торфолеум 235.
Торфопанера 235.
Торфяная засыпка 235.
Траверы броневые 357.
Транец 253.
Транспортеры (бронированные) пу-
леметов 639.
Трап 393.
Трахит 219.
Трещел 222.
Треугольник загрузки 55.
Трехонись сурьмы 471.
Трехонись теллура 809.
Трико 419.
Тримли 452.
Тропонауза 156.
Тропосфера 156.
Трос 632.
Труба кавитационная 416.
Трубка Пито 529.
Трубы дренажные 223.
Трубы дымовые 369.
Трюм водяной 365.
Турбины (насосы) 282.
Туф армянский 72, 217.
Туф вулканический 220.
Туф известковый 220.
Тяга 59.
Тягомер Креля 529.
- У**
Углерод асимметрический 102.
Уголок оборотный 386.
Угольники обдольные 389.
Узловая станция 802.
Узлы 633.
Указатели максимальной мощности
578.
Указатели рулевые 312.
Уклучины 255.
Умножение вероятностей 840.
Ундиграф 702.
Уняжики 377.
Универсалы 825.
Условия однозначности 862.
Устойчивость на курсе 859.
Устройство буксирное 306.
Устройство грузоподъемное (на су-
дах) 392.
Устройство леерное 319.
Устройство рулевое 306.
Устройство тентовое (на судах) 318.
Устройство швартовое 305.
Устройство шлюпочное (на судах)
315, 392.
Утилизаторы 948.
Уток 419, 420.
- Ф**
Фальцгобель 129.
Фальшборт 392.
Фаренгейта шкала 813.
Фаска 130.
Фергусонит 676.
Фермент сычужный 581.
Ферментация внесезонная табака
627.
- Ферментация табака 625.
Ферротеллурид 810.
Фетрофильцевое производство 418.
Фибра 88.
Фибролит 233.
Филльц 418.
Фильдмашинны 418.
Финки (шлюпки) 253.
Фитостерины 115, 116.
Флереноль 444.
Флор 350, 385.
Флоренс 685.
Флот несамостоятельный 383.
Флюоканталат калия 676.
Фонари поперечные 38.
Фонтанки 377.
Формовочная воронка 583.
Формула структурная 117.
Форпик 379.
Форштевень 349, 389.
Фосфат 250.
Фофаны 251.
Фревлан 417.
Фуганок 129.
Фунигистерин 116.
Фундамент машинный (на судах)
367.
Фундаменты котельные (на судах)
387.
Функция распределения 476.
Футшток 284.
- Х**
Хальмование 34.
Хедер-харвестер 161.
Хлорангидриды сульфокислот 450.
Хлорат 250.
Хлорид 635.
Ходкость судна 395.
Холестан 115.
Холестенон 115.
Холестерилацетат 116.
Холестерин 115.
Холодильники 949.
Холява 32.
- Ц**
Цангобель 129.
Целленцальтеры 803.
Цемент 225.
Цемент пуццолановый 228.
Цементировка пробоя 338.
Перезит 238.
Церолит 238.
Цинка 130.
Цилиндры 327.
Цинубель 129.
Цистерны балластные 364.
Цистерны на судах 286.
Цис-трансизомерия 103.
Цитрат 250.
Цоколь 45.
- Ч**
Чаки (доски) 361.
Чедлар 583.
Черепица 223.
Чертеж теоретический судна 370.
Четверти 53.
Четырехполюсник 770.
- Ш**
Шевелин 235.
Шейма 392.
Шельтердек 343.
Шерхебель 138.
Ширстрек 360, 384.
Шихтование 27.
Шкала нормальная термометриче-
ская 813.
Шлаги 633.
Шлако-портланд-цемент 228.
Шлиры 33.
Шлихтование основ 422.
Шлихтовка 422.
Шлюпбалки 316.
Шлюпки вельботные 253.
Шлюпки спасательные 251.
Шмуна число 624.
Шняна (судно гребное) 251.
Шняровые пары 799.
Шняна 251.
Шора прибор 707.
Шпангоуты 356, 384.
Шпацция 350.
Шпигаты 386.
Шпилька 275.
Шпунтгубель 129.
Шаги 369.
Штевни 389.
Штурвал 308.
Штуртрос 308, 391.
Штыри 307.
- Щ**
Щелевой метод 727.
- Э**
Экнетор 283, 286.
Эйксенит 676.
Эйлера формула 861.
Эйфорбоц 116.
Эквивалент водяной 944.
Экономайзеры водяные 948.
Экономайзеры воздушные 948.
Электрокоагуляция 476.
Элемент задающий 752.
Элемент изображения 723, XVI.
Элемент комбинирующий 752.
Элинг 401.
Эллаговая кислота 673.
Эллис рассевания 267.
Эргостерин 116.
Эссенция стиркасовая 118.
Этилсульфокислота 450.
- Ю**
Ют 343.
Юферсы 634.
- Я**
Якорное устройство 298, 391.
Якорь 298.
Якорь адмиралтейский 299.
Якорь Мартина 299.
Якорь Тротмана 299.
Якорь Холла 300.
Ялик 251.
Ярунок 130.
Ящик канатный 365.
Ящик шейной 301.