ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

БАХ А. Н., ВИЛЬЯМС В. Р., ВОЛЬФСОН М. Б., ГЕНДЛЕР Е. С., ГУБКИН И. М., ДОЛГОВ А. Н., ИОФФЕ А. Ф., ИПАТЬЕВ В. Н., КЕРЖЕНЦЕВ П. М., КРЖИЖАНОВСКИЙ Г. М., КРИЦМАН Л. Н., КУЙБЫШЕВ В. В., ЛЕНГНИК Ф. В., ЛИНДЕ В. В., МАРТЕНС Л. К., МЕЩЕРЯКОВ Н. Л., ФЕДОРОВСКИЙ Н. М., ШАТЕЛЕН М. А., ШМИДТ О. Ю.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Л. К. МАРТЕНС

ТОМ ЧЕТЫРНАДЦАТЫЙ

МЫШЬЯКА СОЕДИНЕНИЯ—ОЛИВИН

ГОСУДАРСТВЕННОЕ СЛОВАРНО-ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО «СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ»

МОСКВА ✧ ОГИЗ РСФСР ✧ 1931

ГОСУДАРСТВЕННОЕ СЛОВАРНО-ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО «СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ»

Редакционная работа по XIV тому закончена 15 мая 1931 года.

Адрес Редакции Технической Энциклопедии: Москва, Остоженка, 1.
Адрес Конторы Издательства: Москва, Волхонка, 14.

16-я типография УПП ОГИЗ, Москва, Трехпрудный пер., 9.
Уполномоченный Главлита Б 2 458. Гиз 20. Тираж 36 000 экз.

РЕДАКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭНЦИКЛОПЕДИИ

РЕДАКЦИОННОЕ БЮРО

Главный Редактор—проф. **Л. К. Мартенс.**

Зам. Гл. Редактора—проф. **М. Б. Вольфсон.**
Пом. Гл. Редактора—инж. **Б. Э. Шпринк.**
Зам. Предправления—**Л. И. Стронгин.**
Ученый Секретарь—**Н. П. Ракицкий.**

НАУЧНЫЕ СОТРУДНИКИ

Кандидат химии **Ельцина Н. М.**; инж. **Знаменский А. А.**; **Мельников И. И.**; инж. **Мушенко И. Н.**; **Ракицкий Н. П.**; инж. **Шпринк Б. Э.**; инж. **Фрязиновский И. А.**; инж. **Эрвальд К. А.**; Зав. библиографией: инж. **Таубман С. И.**

Технические редакторы: **Карабанов К. В.**, **Никаноров В. М.**

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР

Зав. Пр.-Изд. Сект.: **Стронгин Л. И.**; Зам. Зав. Пр.-Изд. Сект.: **Крейндель А. Д.**, **Маркус В. А.**; Зав. Иллюстр. Отд.: **Тавастшерна В. Я.**; Зав. Технической Редакцией при типографии: **Татиев Д. П.**; Технические редакторы: **Малкин А. Д.**, **Праведников Н. С.**; Зав. Корректорской: **Кулешов Н. З.**

СОКРАЩЕНИЯ И СИМВОЛИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

I. Метрические 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*).
mμ миллимикроны (0,001 *μ*).
μμ микромикрон (0,000001 *μ*).
км² квадратные километры.
га гектары (квадратные гектометры).
а ары (квадр. декаметры).
м² квадратные метры.
м³ кубические метры.
дм³ » дециметры.
см³ » сантиметры.
мм³ » 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 микрограммы (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/м² тонны на кв. метр.
кг/см² килограммы на кв. сантиметр.
м/ск метры в секунду.
п. м погонные метры.
рег. т регистровые тонны.

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.
sc секанс.
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.
~ приблизительно.
∞ бесконечность.
d полный диференциал.
∂ частный »

III. Международные символы.

а) Единицы.

A ампер.
Ah ампер-час.
W ватт.
Wh ватт-час.
kW 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 фарада.
μF микрофарада.
Å ангстрем.
D дина.
Cal калория большая.
cal » малая.
HP лошадиная сила.
lm люмен.
lx люкс.
m мюрг.

б) Величины.

$t°$ температура обыкновен.
$T°$ » абсолютная.
$t°_{кип.}$ температура кипения.
$t°_{пл.}$ » плавления.
$t°_{заст.}$ » 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 боковая частота.
λ длина волны.
φ сдвиг фазы.
L самоиндукция.
C емкость.
R сопротивление активное (ваттное).
ε диэлектрич. постоянная.
μ магнитн. проницаемость.
ϱ удельное сопротивление.
σ удельная проводимость.
δ декремент затухания.
Φ магнитный поток.
H_{Br} твердость по Бринелю.
A_{c_1}, A_{c_2}, A_{c_3} } критич. точки
A_{r_1}, A_{r_2}, A_{r_3} } желез. сплавов.
g ускорение силы тяжести.
l длина.
m масса.
$D^{t_1}_{t_2}$ уд. вес при $t°_1$ по отношению к воде при $t°_2$.
[α]; $[\alpha]_D$ угол вращения плоскости поляризации.
$C_н$.; [H⁺] концентрация водородных ионов.
pH; $P_н$ водородн. показатель.
$^1/_1 N$ нормальный раствор.

IV. Основные сокращения.

фт.—футы.
дм.—дюймы.
кц.—килоцикл.
ц.—цикл.
св.—свеча.
об/м.—обороты в минуту.
п-вс.—пудоверсты.
п-фт.—пудофуты.
фт/ск.—футы в секунду.
чв-д.—человекодни.
чв-ч.—человекочасы.
долл., $—доллары.
мар.—марки.
фн. ст., £—фунты стерлингов.
фр.—франки.
шилл.—шиллинги.
млн.—миллионы.
млрд.—миллиарды.
ч.—часы.
м., мин.—минуты.
ск.—секунды.
°Bé—градусы Боме.
°Э.—градусы Энглера.
Градусы температ. шкал:
°K—Кельвина.
°C, °Ц.—Цельсия (100°-й).
°Р.—Реомюра.
°Ф.—Фаренгейта.
$t°$—температура по 100°-ной шкале (C).
$t°$ Р.—температура по Реомюру.
$t°$ Ф.—температура по Фаренгейту.
абс. ед.—абсолютная единица.
ат. в.—атомный вес.

Aufl.—Auflage.
B.—Band, Bände.
v.—volume, volumes.
вкл.—включительно.
гг.—годы, города.
д.—деревня, долгота.
д. б.—должно быть.
ж. д.—железная дорога.
з.-европ.—западно-европейский.
з-д—завод.
изд.—издание.
ин-т—институт.
Jg.—Jahrgang.
кпд—коэфициент полезного действия.
к-рый—который.
к-та—кислота.
Lfg—Lieferung.
м—мета (хим.).
м. б.—может быть.
м. г.—минувшего года.
меш (mesh)—число отверстий в ситах на лин. дюйм.
мн-к—многоугольник.
мол. в.—молекулярный вес.
нек-рый—некоторый.
о—орто (хим.).
об-во—общество.
о-в—остров.
п—пара (хим.).
p.—pagina, paginae (лат.—страница, страницы).
пром-сть—промышленность.
проф.—профессор.
SK—зегеровские конуса.
С., Ю., В., З.—север, юг, восток, запад.
с.-з., ю.-в.—северо-западный, юго-восточный.
стр.—страницы.
т.—том, томы.
t.—tome, tomes.
T.—Teil, Teile.
тв.—твердость.
т-во—товарищество.
темп-ра—температура.
т. н.—так называемый.
тр-к—треугольник.
уд.—удельный.
уд. в.—удельный вес.
ур-ие—уравнение.
У. П.—Урочное Положение.
u. ff.—und folgende.
ф-ия—функция.
ф-ка—фабрика.
ф-ла—формула.
H.—Heft, Hefte.
химич. сост.—химический состав.
ц. т.—центр тяжести.
Ztg—Zeitung.
Ztrbl.—Zentralblatt.
Ztschr.—Zeitschrift.
ш.—широта.
эдс—электродвижущая сила.
эфф.—эффективный.
Ан. П.—английский патент.
Ам. П.—американский »
Г. П.—германский »
Р. П.—русский »
Сов. П.—советский »
Ф. П.—французский »
B.—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.—Петроград.
СПБ—Петербург.

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

«АзНХ»—Азербайджанское нефтяное хозяйство, Баку.
БМЭ—Большая медицинская энциклопедия, Москва.
БСЭ—Большая советская энциклопедия, Москва.
«ВВ»—Военный вестник, Москва.
«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 об-ва, Ленинград.
«ЖРМО»—Журнал Русского металлургического об-ва, Ленинград.
«ЖХП»—Журнал химической промышленности, Москва.
«ИТИ»—Известия Теплотехнического института им. Ф. Дзержинского, Москва.
«ИТПТ»—Известия текстильной промышленности и торговли, 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.
Спр. ТЭ—Справочник физических, химических и технологических величин, Москва.
«СТ»—Санитарная техника, Москва.
«СХ»—Социалистическое хозяйство, Москва.
«ТД»—Торфяное дело, Москва.
«ТиТбП»—Телеграфия и телефония без проводов, Н.-Новгород.
«Труды ГЭЭИ»—Труды Гос. экспериментального электротехнического института, Москва.
«Труды НАМИ»—Труды Научного автомоторного ин-та, Москва.
«Труды НИУ»—Труды Научного института по удобрениям, Москва.
«Труды ЦАГИ»—Труды Центрального аэрогидродинамич. ин-та, Москва.
ТЭ—Техническая энциклопедия, Москва.
«УФН»—Успехи физических наук, Москва.
«ХД»—Хлопковое дело, 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, Lpz.
«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. Ind.»—Chemische Industrie, Berlin.
«Ch.-Ztg»—Chemiker-Zeitung, Cöthen.
«Ch. Ztrbl.»—Chemisches Zentralblatt, Berlin.
«CR»—Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences, Paris.
DIN—Deutsche Industrie-Normen.
«Dingl.» — Dinglers polytechnisches Journal, Berlin.
«EChZ» — Elektrochemische Zeitschrift, Berlin.
«EMA»—Zeitschrift für Elektrotechnik und Maschinenbau, Berlin.
«EuM»—Elektrotechnik und Maschinenbau, Wien.
«ETZ»—Elektrotechnische Zeitschrift, Berlin.
«GC»—Génie Civil, Paris.
Handb. Ing.—Handbuch der Ingenieurwissenschaften, herausgegeben von L. Willmann, Th. Landsberg, E. Sonne, in 5 Teilen, 1910—25, Leipzig.
«I. Eng. Chem.»—Industrial and Engineering Chemistry, Easton, Pa.
I. G. Farben—Interessengemeinschaft Farben-Industrie A.-G., Leverkusen b. Köln a/R.
«JAIEE»—Journal of the American Institute of Electrical Engineers, New York.
«J. Ch. I.»—Journal of the Society of Chemical Industry, London.
«Lieb. Ann.»—Liebigs Annalen der Chemie, Berlin.
«Mitt. Forsch.» — Mitteilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Berlin.
«MuM»—Wochenschrift für die gesamte Müllerei und Mühlenbau-Industrie, München.
NDI—Normenausschuss der deutschen Industrie.
«PeKa»—Fachblatt für Parfümerie und Kosmetik, München.
«RGÉ»—Revue Générale de l'Électricité, 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—23, 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.

В четырнадцатом томе ТЭ помещено 686 иллюстраций в тексте, две вкладки к статье «Народное искусство» и одна цветная вклейка к статье «Облаточные машины».

М

МЫШЬЯКА СОЕДИНЕНИЯ. Мышьяк обладает характером *амфотерного* (см.) элемента, но с значительным преобладанием металлоидных свойств над металлическими; поэтому в гетерополярных М. с. As входит почти всегда в состав аниона. Известны соединения трех- и пятивалентного As; среди тех и других имеются представители, являющиеся важными технич. продуктами. С кислородом As образует два твердых окисла As_2O_3 и As_2O_5 с характером кислотных ангидридов; соответствующие им гидраты являются настоящими кислотами и дают многочисленные устойчивые соли. С водородом As дает газообразный гидрид AsH_3, с металлами—арсениды типа $AsMe^{I}_3$, $As_2Me^{II}_3$ и т. д. Галоидные соединения As отвечают типам AsX_3 и AsX_5, из к-рых первый более устойчив; свойства ряда AsX_3 показывают постепенный переход от настоящих солей (AsJ_3) к типичным галоидангидридам ($AsCl_3$). Кроме этого атом As способен прочно связываться с серой и с органич. радикалами, давая начало обширным рядам более сложных производных.

Исходным сырьем для получения всех М. с. является трехокись As_2O_3, которая получается в свою очередь непосредственно из мышьяксодержащих руд и минералов. По данным 1925 года общее производство М. с. (в пересчете на As_2O_3) составляло более 40 000 *т* и распределялось между главнейшими производящими странами след. обр. (в тыс. *т* с округлением):

США	20	Япония	3
Мексика	6	Франция	2,6
Германия	4	Англия (за 1928 г.)	1,5
Канада	3,5		

Производство М. с. в СССР находится еще в стадии организации; существующие опытные установки треста «Уралзолото», работающие с 1925 г., дали в 1926/27 г. около 180 *т* As_2O_3 из местного сырья. Ввоз М. с. в СССР (не считая фармацевтических препаратов) составлял: в 1926 г.—632 *т*, в 1927 г.—519 *т*, в 1928—447 *т*. Потребление М. с. сельским хозяйством СССР далеко еще не удовлетворяет фактич. потребности; оно равнялось за 1922 г.—1 736 *т*, 1925—913 *т*, 1926—768 *т*, 1927—676 *т*. Среднее мировое потребление М. с. для с.-х. нужд в настоящее время достигает 40 000 *т* (из них около 15 000 *т* в виде арсената кальция). Основными областями применения М. с. являются: с. х-во (борьба с вредителями), силикатная промышленность (стеклоделие) и военно-химич. дело (боевые отравляющие вещества); в меньшей степени—консервирование дерева, производство минеральных красок и химико-фармацевтич. промышленность.

Все М. с. ядовиты; в наибольшей степени это свойство присуще растворимым либо легко летучим соединениям трехвалентного As. Поэтому всякая работа с М. с. на производстве и в лабораториях требует соблюдения соответствующих мер предосторожности и специальных мероприятий по охране здоровья работающих. Как острые, так и хронические мышьяковые отравления м. б. вызваны проникапием М. с. в организм через дыхательные пути (в виде пыли или паров), через кожу или через пищеварительный тракт. Максимальную опасность представляют технич. процессы, сопровождающиеся выделением AsH_3, и работы с летучими М. с.; в этих случаях помимо соответствующего оборудования (вентиляция, вытяжные устройства) часто бывает необходимым применение индивидуальных защитных средств (противогазов). Лишь в крайне малых дозах некоторые М. с. способны стимулировать жизнедеятельность высших организмов и используются с этой целью в медицине. В большинстве реакций гетерогенного катализа М. с. являются типичными «ядами» для катализатора, уже в ничтожных количествах парализующими его действие.

Неорганические М. с.

Мышьяковистый ангидрид, трехокись мышьяка, As_2O_3 (технич. названия—белый мышьяк, или мышьяковистая кислота) образуется при горении мышьяка и его сульфидов и при окислительном обжиге As-содержащих руд; он известен в двух кристаллических и одном аморфном видоизменениях. Устойчивая форма As_2O_3 кристаллизуется в правильной системе (октаэдры), имеет удельный вес 3,64 и при нагревании возгоняется не плавясь (темп-ра возгонки 218°); в природе образует минерал арсенолит. Менее устойчивая модификация образует кристаллы моноклинной системы и отличается от предыдущей уд. весом

(D=4,0) и несколько большей растворимостью в воде; встречается в виде минерала клаудетита. Обычный рыночный продукт—так наз. мышьяковая мука—состоит из мелких октаэдрич. кристаллов. Другая товарная форма As_2O_3—стекловидная мышьяковистая кислота, или мышьяковое стекло,—представляет собою аморфное видоизменение As_2O_3, получающееся при медленной конденсации его паров; в настоящее же время его рассматривают как переохлажденный сплав обеих кристаллических форм. Это — прозрачная, однородная, хрупкая масса, уд. в. 3,71, способная плавиться ($t°_{пл.}$ 275°); при хранении постепенно мутнеет, переходя в фарфороподобную микрокристаллич. массу; влага и механич. измельчение сильно ускоряют этот переход. В парах молекула трехокиси имеет формулу As_4O_6. Растворимость As_2O_3 (октаэдрич. формы) в 100 ч. воды следующая:

$t°$	2°	15°	25°	40°	100°
Вес. ч.	1,2	1,66	2	3	6

В спирте As_2O_3 нерастворим; растворяется в конц. HCl; имеет неприятный сладковатый вкус. Углем при накаливании As_2O_3 восстанавливается в металлич. As, водородом in statu nascendi—в AsH_3, азотной к-той он окисляется в мышьяковую кислоту, избытком HCl переводится в $AsCl_3$, с концентр. H_2SO_4 образует непрочный сульфат. Ядовитость As_2O_3 весьма значительна: действующая доза его—от 0,01 *г*; смертельная доза для человека 0,1—0,2 *г*.

Мышьяковистый ангидрид является основной товарной формой, в к-рой мышьяк обращается на химич. рынке. Бо́льшая часть его (~90% всей продукции) получается как побочный продукт металлургии цветных и драгоценных металлов, а именно при переработке свинцовых, медных, никелевых, кобальтовых, серебряных и золотоносных руд, реже—цинковых, оловянных и сурьмяных; остальная часть As_2O_3 получается переработкой собственно мышьяковых руд (реальгара, аурипигмента, скородита, леллингита) и из пиритных газов сернокислотных заводов. При окислительном обжиге руд—в пламенных либо вращающихся печах, либо в печах Малетра—почти весь As удаляется с отходящими газами в виде дыма As_2O_3, который м. б. уловлен в соответствующих устройствах. В старых установках для улавливания As_2O_3 пользуются системой механич. ловушек, представляющих серию камер и каналов с общей протяженностью до 1 000 *м*. Вновь сооружаемые установки оборудуются исключительно электрическими пылеосадительными камерами системы Котреля (см. *Электрофильтры*). Камеры эти дают 100%-ное извлечение и более чистый продукт. Сырой продукт, получающийся при обжиге мышьяковых руд и колчеданов, содержит 40—90% As_2O_3; путем повторной возгонки—т. н. дублирования—из него получают рафинированный сублимат с содержанием 99,0—99,8% As_2O_3. Наиболее чистый продукт дают печи, отапливаемые генераторным газом. Печная пыль металлургических печей, в зависимости от состава руды, системы печи и методики обжига и улавливания, содержит обычно 15—25% As_2O_3, загрязненного зольными веществами, сажей и металлическим мышьяком. Ее подвергают вторичному обжигу с применением (в США) фракционированного осаждения сублимата; последнее достигается тем, что дымовые газы проходят через серию осадительных камер с последовательно убывающей темп-рой; при $t°>218°$ осаждаются только нелетучие вещества, а As_2O_3 конденсируется и улавливается в отделениях с $t°$ 200—100°. Чтобы получить «мышьяковое стекло», сырой (70 — 80%-ный) мышьяковистый ангидрид подвергают возгонке в замкнутом пространстве, конденсируя пары его на поверхности, нагретой выше 275° ($t°_{пл.}$); чертеж применяемой для этой цели рафинировочной печи см. *Возгонка*, фиг. 2. Стекловидный продукт м. б. получен также горячим прессованием рафинированного As_2O_3 в железных формах при $t°$ ок. 150°, под давлением 2 500 *atm*; этот способ дает брикеты стандартного веса и размера, что представляет большое удобство при дозировке As_2O_3, напр. при варке стекла. Некоторое количество As_2O_3 получается в настоящее время в Америке (чикагскими з-дами) как побочный продукт при электролитич. рафинировке меди. Весь As, содержащийся в перерабатываемых медных анодах, переходит в электролит и накопляется в нем в форме As_2O_3; при переработке отходов электролита на медный купорос As_2O_3 остается в маточных щелоках. Эти щелока выпаривают, причем выкристаллизовывается остаток $CuSO_4$ в смеси с As_2O_3; твердую массу выщелачивают водой для удаления $CuSO_4$, а остающийся As_2O_3 подвергают возгонке. В СССР производство As_2O_3 организуется на базе уральской руды золотосодержащих арсенопиритов Кочкарского месторождения. Опытная переработка их на белый мышьяк велась в печи системы В. Грум-Гржимайло, дающей непосредственно продукт высокой чистоты. As_2O_3 служит исходным веществом для получения всех остальных М. с. Непосредственное применение As_2O_3 имеет в стеклоделии как восстановитель, служащий для обесцвечивания стекла; в с. х-ве—в составе отравленных приманок для уничтожения грызунов и вредных насекомых; при выделке кож, мехов и чучел—как консервирующее средство.

Мышьяковистая кислота, H_3AsO_3, или $HAsO_2$, в свободном виде существует только в разбавленных растворах, при выпаривании к-рых она распадается на As_2O_3 и воду. Растворы ее имеют очень слабую кислую реакцию; сила мышьяковистой кислоты меньше, чем H_2S, но больше, чем борной кислоты. Соли мышьяковистой к-ты—арсениты, производимые от формы H_3AsO_3, м. б. одно-, дву- и трехметалличными. Арсениты щелочных металлов в растворах почти полностью гидролизованы (титруются как свободные щелочи); в твердом виде они двуметалличны. Кроме солей нормальной, или ортомышьяковистой, к-ты H_3AsO_3, известны соли метамышьяковистой к-ты $HAsO_2$ (метаарсениты) и пиромышьяковистой кислоты $H_4As_2O_5$ (пироарсениты), а также и соли, к-рые отвечают гидратным формам $2\,As_2O_3 \cdot H_2O$ и $3\,As_2O_3 \cdot 2\,H_2O$. При накаливании все арсениты разлагаются с образо-

ванием солей мышьяковой к-ты (см. ниже) и свободного мышьяка.

Соли мышьяковистой кислоты. Мышьяковистокислый натрий, арсенит натрия, Na_2HAsO_4, — белый порошок, легко растворимый в воде, растворяющийся в спирте. Технич. продукт имеет непостоянный состав и содержит значительный избыток As_2O_3 против теоретич. ф-лы (до 80%). Для получения его готовят крепкий раствор едкого натра или соды, к-рый нагревают до 70—80° в чугунном котле или деревянном чане с мешалкой и, продолжая нагревание, постепенно вносят As_2O_3; полученную жидкость фильтруют и выпаривают досуха в эмалированных чашах; продукт размалывают и просеивают. По другому способу, дающему сразу твердую соль, As_2O_3 смешивают с порошкообразным NaOH и слегка увлажняют водой; реакция проходит постепенно с саморазогреванием всей массы. Продукт более низкого качества получают, замешивая As_2O_3 с водой и содой в густое тесто, которое разделяют на короваи и прогревают в духовой печи. Арсенит натрия применяют для истребления саранчи и полевых грызунов, для лечения чесотки у животных (овец) и для уничтожения сорных трав на жел.-дор. путях; чистый препарат Na_2HAsO_3 находит применение в медицине. Мышьяковистокислый кальций, к-рый получается взаимодействием As_2O_3 с нагретым известковым молоком, применяется как инсекто-фунгисид. Состав продукта довольно изменчив. Метамышьяковистокислый цинк, $Zn(AsO_2)_2$, с недавнего времени получил применение в целях консервирующей пропитки дерева, например телеграфных столбов (США); он образуется постепенно из растворов уксуснокислого цинка, содержащих ионы AsO_2^-. Соль практически нерастворима в воде (25 : 1 000 000), благодаря чему не выщелачивается из древесины. Зелень Шееле, арсенит меди, получается осаждением из растворов $CuSO_4$ и арсенита калия при нагревании; состав ее колеблется между формулами пироарсенита $Cu_2As_2O_5$ и ортоарсенита $CuHAsO_3$. В настоящее время почти не изготовляется. Швейнфуртская зелень, парижская зелень, двойная уксусно-метамышьяковистокислая соль меди $Cu(CH_3 \cdot COO)_2 \cdot 3\,Cu(AsO_2)_2$—порошок зеленого цвета; растворимость в воде 1,9 : 100. Препарат, применяемый в борьбе с вредителями, готовится в настоящее время следующим образом. Установка состоит из двух баков для растворения и одного бака для осаждения, снабженных мешалками и паровыми змеевиками. В 1-м баке растворяют 40 ч. кальцинированной соды в 50 ч. воды при нагревании до 70—80°, затем постепенно вносят 78 ч. As_2O_3; полученному раствору арсенита натрия дают отстояться. Во 2-м баке растворяют 93,5 ч. медного купороса в 250 ч. воды при нагревании до 100°. В отдельном сосуде приготовляется раствор уксусной кислоты (91,5 ч. кислоты крепостью 6° Bé разбавляют 2—3-кратным количеством воды), к-рый должен иметь $t°$ 20—22°. В бак для осаждения сливают сначала отстоявшийся раствор арсенита Na из 1-го бака, доводя его темп-ру до 90° и вливают горячий раствор $CuSO_4$ из 2-го бака; размешивают, дают отстояться осадку арсенита меди и, не прекращая нагревания, вливают уксусную кислоту. Время от времени жидкость перемешивают, пока не прекратится выделение CO_2, на что требуется 1—2 часа. Осадок промывают декантацией, сливая промывные воды и добавляя горячей воды, а затем отфильтровывают и центрифугируют; полученную пасту режут на куски, сушат при $t°$ 35° и размалывают. Швейнфуртская зелень применяется в больших количествах как инсекто-фунгисид; о применении ее в качестве краски см. *Мышьяковые краски*.

Мышьяковый ангидрид, пятиокись мышьяка, As_2O_5,—твердая масса белого цвета, уд. в. 4,09; растворяется в воде в отношении 245 : 100 (при 12°), переходя в мышьяковую кислоту; плавится при $t°$ красного каления; при более сильном нагревании разлагается на $As_2O_3 + O_2$. Самостоятельного применения не имеет.

Мышьяковая кислота, ортомышьяковая к-та, H_3AsO_4, в виде бесцветных игол получается кристаллизацией из растворов при $t° \geqslant 100°$. При более низких $t°$ выделяется гидрат состава $H_3AsO_4 \cdot {}^1/_2H_2O$—сильно гигроскопич. кристаллы ромбич. системы, с $t°_{пл.}$ 36°, очень легко растворимые в воде. Растворимость при 10°—376 ч., при 100°—ок. 1 700 ч. в 100 ч. H_2O. При нагревании до 180° H_3AsO_4 переходит в пиромышьяковую к-ту $H_4As_2O_7$, а при 206°—в аморфную метамышьяковую кислоту $HAsO_4$; последняя при $t°$ красного каления дает As_2O_5. Мышьяковая к-та, в отличие от мышьяковистой, принадлежит к сильным к-там: она растворяет металлич. цинк и железо при обыкновенной $t°$. В химич. практике ею пользуются почти исключительно в виде конц. водных растворов. Свободная H_3AsO_4 применяется иногда в органич. синтезе как окислитель и служит для получения нек-рых органич. препаратов мышьяка. Соли мышьяковой кислоты—арсенаты—весьма устойчивы, даже при очень высоких $t°$, и отличаются разнообразием состава; они, равно как и самая кислота, значительно менее ядовиты (для высших организмов), чем As_2O_3 и арсениты. Получение мышьяковой кислоты и арсенатов, осуществляемое ныне в крупном промышленном масштабе, сводится в основном к реакции окисления $As_2O_3 \rightarrow As_2O_5$ или в более общей формулировке к превращению $As^{III} \rightarrow As^{V}$.

Техническое получение H_3AsO_4 из белого мышьяка может быть изображено следующим общим ур-ием:

$$As_2O_3 + 2O + 3H_2O = 2H_3AsO_4.$$

Этот процесс выполняется различными методами с применением химич. окислителей, катализаторов или электрич. тока. 1) Окисление As_2O_3 азотной к-той до настоящего времени самый употребительный способ получения H_3AsO_4. На германских заводах для этой цели применяются керамиковые баллоны емкостью по 300 *л* с тремя тубусами; средний (широкий) тубус служит для введения As_2O_3, два боковых—для ввода кислоты и отвода газов. Баллоны соединены в батарею и погружены в водяную баню.

нагреваемую в начале реакции до 65—70°, а под конец несколько выше. На 5 вес. ч. As_2O_3 берут 6 ч. HNO_3 уд. веса 1,35—1,40; время от времени в баллоны продувают воздух. Образующиеся окислы азота проходят сперва через несколько пустых баллонов, служащих брызго- и пеноулавливателями, затем направляются в конденсационную установку для рекуперации HNO_3. По окончании реакции жидкость перепускают в кислотоупорные резервуары, где проверяют и исправляют (добавкой HNO_3 или As_2O_3) ее состав и—в случае работы на арсенат—нейтрализуют соответствующим основанием; если же работают на свободную к-ту, то жидкость сливают прямо в выпарительные сосуды. Выпаривание ведется на песчаной бане до концентрации 75°Bé или досуха. Растворением продукта в малом количестве воды и повторным выпариванием из него удаляются остатки HNO_3. В новейших америк. установках окисление ведется в реакционных котлах большой емкости, изготовляемых из сплава Fe-Si и снабженных паровой рубашкой и мешалкой. В котел загружается As_2O_3, затем вводится азотная к-та, разбавленная до нужной концентрации. Отходящие пары проходят через обратный холодильник, затем направляются в башенный рекуператор HNO_3. Скорость окисления As_2O_3 азотной к-той сильно варьирует в зависимости от содержания различных примесей в исходных материалах; напр. следы соединений ртути резко замедляют окисление, в присутствии же ванадата аммония оно протекает значительно быстрее. Последним веществом нередко пользуются как катализатором для данной реакции. 2) Электролитич. окисление арсенита натрия в арсенат, в первоначальной форме (с платиновым анодом) не привившееся на практике, впоследствии было снова применено в США (1924 г.). По новому способу Ллойда и Кеннеди, электролизу подвергают щелочной раствор арсенита (на 1 ч. As_2O_3 берут 1,25 ч. NaOH в виде 10%-ного раствора) в ванне с железными электродами при рабочем напряжении 3 V и плотности тока на аноде около 3 А/*дм*². Выход по току примерно 85%. Схема процесса:

$$2NaAsO_2+4NaOH \rightarrow 2Na_3AsO_4+2H_2.$$

В результате вторичных реакций выделяются также As (~1%) и кислород. Окисленный электролит после фильтрования переводят обычно в арсенат кальция, с регенерацией NaOH (см. ниже).

3) Окисление As_2O_3 хлоратами Na или K по ур-ию

$$3As_2O_3 + 2KClO_3 + 9H_2O = 6H_3AsO_4 + 2KCl$$

в присутствии катализатора, напр. OsO_4, протекает с максимальной скоростью (реакция заканчивается в течение нескольких мин.). На 100 ч. As_2O_3 берут 50 ч. $KClO_3$ и 50—100 ч. воды, прибавляя около 0,005 ч. катализатора. Способ этот практиковался, но он был мало рентабелен вследствие дороговизны осмиевых препаратов. Однако, согласно позднейшему предложению Ф. Ульмана [1], окисление As_2O_3 хлоратом натрия ($NaClO_3$) может быть легко проведено в присутствии столь малоценных катализаторов, как соляная кислота, а также соли меди и ванадия; катализатор прибавляют к суспензии As_2O_3 в растворенном $NaClO_3$ при $t°_{кип.}$ раствора. 4) Предлагавшиеся [2] способы окисления As_2O_3 смесью кислорода с окислами азота или с парами HNO_3 под давлением (в автоклаве при ~ 20 *atm* и $t°$ 70—90°), в присутствии катализаторов (окислов Fe, Co, Mn, Cr, Mo, V или As^V), повидимому не получили промышленного применения. 5) Окисление As_2O_3 хлором в водной среде по ур-ию

$$As_2O_3+2Cl_2+5H_2O=2H_3AsO_4+4HCl,$$

с последующей отгонкой HCl, в настоящее время уже не применяется. 6) Окисление арсенита натрия хлорной известью, по предложению М. и П. Дворниковых, дает непосредственно арсенат кальция, выпадающий в осадок; приближенная схема процесса:

$$2Na_3AsO_3+2CaOCl_2+CaCl_2=Ca_3(AsO_4)_2+6NaCl.$$

7) Каталитическое окисление As_2O_3 кислородом воздуха в качестве промышленного метода еще не получило удовлетворительного разрешения. Пригодными для этой цели катализаторами оказались вещества типа пермутитов, представляющие собой силикаты хрома, ванадия, вольфрама или бора с распределенной в них окисью другого металла (Ca, Mn, Ni, Co, Pb, Ce, Pt, Os). Окисление может быть достигнуто фильтрованием As_2O_3, растворенного в воде или в разбавленной HCl, через слой такого катализатора при темп-ре 30—40° и встречной продувке теплого воздуха. Выполнение этого метода наталкивается на серьезные технические затруднения. 8) Новый метод, предложенный в СССР Э. Брицке и находящийся еще в стадии проработки, состоит в окислении As_2O_3 воздухом (без катализатора) в присутствии оснований, причем получаются непосредственно арсенаты двувалентных металлов. Для этой цели As_2O_3 возгоняется в струе горячего воздуха и пропускается через слой накаленной окиси кальция, свинца или магния. При $t°$ 700—800° образуется ортоарсенат:

$$3CaO+As_2O_3+O_2=Ca_3(AsO_4)_2,$$

а при более высокой $t°$—пироарсенат:

$$2CaO+As_2O_3+O_2=Ca_2As_2O_7.$$

Аналогичный метод окисления (прокаливание As_2O_3 в смеси с окисями щелочноземельных металлов в атмосфере газа, содержащего свободный O_2) был предложен также во Франции.

Соли мышьяковой кислоты. Арсенаты натрия: однометаллический $NaH_2AsO_4 \cdot 4H_2O$ — диморфные кристаллы, уд. в. 2,32; двуметаллический $Na_2HAsO_4 \cdot 12H_2O$—моноклинные кристаллы, уд. в. 1,72, $t°_{пл.}$ 28°; трехметаллический $Na_3AsO_4 \cdot 12H_2O$ — белый порошок, уд. в. 1,76 (безводная соль имеет уд. в. 2,84). Технический мышьяковокислый натрий представляет собою б. или м. обезвоженный двунатриевый арсенат Na_2HAsO_4 с содержанием 58—63% As_2O_5; его растворимость при 0° равна 7,3 : 100, в горячей воде соль растворяется очень легко. Арсенат натрия получают следующими способами: 1) нейтрализацией H_3AsO_4 содой, 2) сплавлением As_2O_3 с натриевой селитрой и 3) щелочной плавкой мышьяксодержащих руд с Na_2CO_3 или NaOH при хорошем доступе воздуха, с последующим выщелачиванием водой, и 4) электролизом арсенита натрия (см. выше). Обычно его готовят, приливая конц. раствор соды к раствору H_3AsO_4; полученный раствор арсената выпаривают в открытых чашах или в вакууме до крепости 40° Bé, затем досуха в пламенных печах, причем удаляется и кристаллизационная вода; твердый продукт подвергают размолу и просеиванию. В США производится в широких размерах переработка скородита $FeAsO_4 \cdot 2H_2O$ (природного арсената железа) на арсенат натрия, по способу Ф. Камерона,—обменным разложением тонко измельченной руды с едким натром при нагревании, после чего раствор арсената, отфильтрованный от гидроокиси железа, переводят непосредственно в кальциевую соль (см. ниже) с регенерацией NaOH. Технич. арсенат натрия применяется гл. обр. как инсектицид для борьбы с саранчой и другими вредителями растений. Мышьяковокислый кальций—важнейший из всех мышьяковых инсектицидов по размерам производства и потребления. Технич. препарат—белый тонкий порошок, очень мало растворимый в воде; различные образцы его

имеют растворимость 0,25÷2,75 ч. на 100 ч. H_2O и содержат 40—58% (иногда до 63%) As_2O_5. В состав его входят гл. обр. средний и основной арсенаты: $Ca_3(AsO_4)_2$ (с 57,8% As_2O_5) и $Ca_3(AsO_4)_2 \cdot CaO$ (с 50,7% As_2O_5); более ценной является последняя соль, обладающая наименьшей растворимостью. Основной арсенат получают горячим осаждением из раствора Na_3AsO_4 известковым молоком 20%-ной концентрации, при перемешивании и нагревании паром; осадок отделяют на фильтр-прессе, промывают водой и сушат во вращающихся сушильных барабанах в токе нагретого воздуха. Осаждение из растворов Na_3AsO_4 и $CaCl_2$ дает продукт с преобладанием средней соли. См. также *Кальция соединения*. Мышьяковокислый свинец, являющийся важным инсектисидом, представляет собою кислый (двуметаллический) арсенат $PbHAsO_4$ (с 33% As_2O_5). Технический препарат может содержать также средний арсенат $Pb_3(AsO_4)_2$ (с 25,5% As_2O_5) и основную соль состава $Pb_4(PbOH)(AsO_4)_3 \cdot H_2O$; растворимость препарата в воде равна 0,2—0,7 ч. на 100 ч. H_2O. Арсенат свинца получают осаждением раствора Na_2HAsO_4 раствором уксуснокисл. или азотнокислого свинца при нагревании либо растворяя свинцовый глёт в разбавленной эквимолекулярной смеси уксусной и азотной к-т и смешивая с раствором мышьяковой кислоты. Продукт выпускается в продажу в сухом виде (тонко молотый) или в виде пасты с добавкой основной уксуснесвинцовой соли и коллоидов (клея, альбумина, казеина).

Сульфиды мышьяка. Обыкновенный сернистый мышьяк, трехсернистый мышьяк As_2S_3 образуется в виде желтого аморфного осадка при действии H_2S на подкисленные растворы арсенитов или As_2O_3; в природной форме (аурипигмент) он имеет неясно-кристаллическое сложение и уд. вес $D_4^{20}=3,43$, искусственно полученный As_2S_3—уд. веса 2,76; $t°_{пл.}$ 310°, $t°_{кип.}$ 707°. As_2S_3 нерастворим в воде и к-тах, растворяется в сернистых и едких щелочах, в аммиаке и углеаммиачной соли. Т. н. желтое мышьяковое стекло получают в технике возгонкой смеси As_2O_3 с 3—4% серы; оно представляет хрупкую полупрозрачную массу и состоит гл. обр. из As_2O_3 с примесью As_2S_3. Некоторое количество As_2S_3 получается как побочный продукт при очистке серной и соляной кислот с помощью сероводорода. Реальгар, или сандарак, AsS (или As_4S_4), красного цвета, кристаллизуется в моноклинной системе; часто встречается в природных образованиях. Уд. вес 3,55; $t°_{пл.}$ 320°, $t°_{кип.}$ 565°; нерастворим в воде, растворяется в едких и сернистых щелочах и щелочных карбонатах. Искусственно AsS получают возгонкой смеси арсенопирита с пиритом (в муфельных или ретортных печах):

$$FeAsS + FeS_2 = AsS + 2FeS$$

либо сплавлением As_2O_3 с серой. В обоих случаях получается т. н. красное мышьяковое стекло—рубиново-красная просвечивающая кристаллич. масса с уд. весом 2,3—3,3; в случае надобности продукт «рафинируют» путем сплавления в закрытых котлах, исправляя его состав добавлением соответствующего количества серы, и затем размалывают в порошок. Сульфиды AsS и As_2S_3 как природного, так и искусственного происхождения применяются в кожевенной промышленности в качестве депиляториев (т. е. средств для удаления волоса с кож), а также в декоративной и военной пиротехнике (фейерверки, горючие составы, сигнальные дымы). Природный реальгар и аурипигмент—ценные *мышьяковые руды* (см.). Пятисернистый мышьяк, As_2S_5, образуется при действии H_2S на подкисленные растворы арсенатов; бледно-желтый легкоплавкий порошок, при 500° диссоциирующий на $As_2S_3 + S_2$; технич. значения не имеет. Известен также сульфид состава As_4S_3. Растворением сульфидов мышьяка в сернистых щелочах получаются тиоарсениты (сульфоарсениты), а также тиоарсенаты (сульфоарсенаты), например:

$$As_2S_3 + 3K_2S = 2K_3AsS_3; \quad As_2S_5 + 3K_2S = 2K_3AsS_4.$$

Эти соли применяются в ограниченных размерах как инсектисиды.

Галоидные соединения мышьяка известны для всех галоидов. Технич. значение имеет хлористый мышьяк (треххлористый), $AsCl_3$,—тяжелая маслообразная жидкость, дымящая на воздухе; уд. в. $D_4^{20}=2,163$; $t°_{кип.}$ 130,2°; $t°_{пл.}=-18°$. Растворяется в конц. HCl, а также в спирте, эфире, $CHCl_3$ и других органич. растворителях. В химич. отношении $AsCl_3$ является хлорангидридом мышьяковистой к-ты $As(OH)_3$; вода легко гидролизует его по ур-ию:

$$2AsCl_3 + 3H_2O \rightleftarrows As_2O_3 + 6HCl.$$

Реакция эта обратима и м. б. использована для получения $AsCl_3$, для чего As_2O_3 растворяют в конц. соляной кислоте и затем прибавляют конц. серной кислоты: $AsCl_3$ выделяется при этом в маслянистом нижнем слое. В технич. размерах эту реакцию чаще проводят, нагревая в освинцованном сосуде смесь белого мышьяка, поваренной соли и купоросного масла и отгоняя образующийся $AsCl_3$. Другой применявшийся способ получения $AsCl_3$—обработка As_2O_3 хлористой серой (S_2Cl_2), производимая в закрытом котле с мешалкой и наружным обогревом:

$$2As_2O_3 + 6S_2Cl_2 = 4AsCl_3 + 9S + 3SO_2.$$

$AsCl_3$—весьма ядовит; пары его в концентрациях от 0,1 *мг/л* сильно раздражают слизистые оболочки носа и верхних дыхательных путей; в жидком виде он действует на кожу, вызывая некроз тканей и трудно заживающие язвы. $AsCl_3$ имеет применение в военно-химич. деле, где он входит в состав различных боевых смесей, напр. с фосгеном,

Свойства галоидных М. с.

Химич. ф-ла	Агрегат. состояние	Уд. в.		$t°_{пл.}$	$t°_{кип.}$	Отношение к воде
AsF_3	Жидк.*1	D_4^0	2,67	−38,5°	63°	Разл.
$AsCl_3$	Жидк.*1	D^0	2,20	−18°	130°	Разл.
$AsBr_3$	Крист.*1	D_4^{25}	3,54	33°	221°	Разл.
AsJ_3	Крист.*2	D^{13}	4,4	146°	~400°	Раств.*4
AsJ_2 (As_2J_4)	Крист.*3					Разл.
AsF_5	Газ.*1			−80°	−53°	Раств.
$AsCl_5$	Жидк.*1			~−40°	Разл.	Быс. раз.
AsJ_5	Крист.*2	D_4^{20}	3,93	76°	Разл.	Разл.

*1 Бесцветный. *2 Красный. *3 Темнокрасный. *4 При кипячении разлагается.

с синильной к-той и т. п.; кроме этого он может служить исходным материалом для получения ряда As-содержащих боевых веществ—адамеита, люизита и др. (см. *Боевые отравляющие вещества*).

Свойства всех известных галоидных соединений мышьяка сопоставлены в приведенной выше таблице.

Известны также хлорокиси мышьяка, напр. AsOCl и As_3O_4Cl (или $As_2O_3 \cdot AsOCl$),—непрочные соединения, разлагающиеся при действии избытка воды.

Мышьяковистый водород, AsH_3, нормальный гидрид мышьяка—бесцветный газ, в совершенно чистом состоянии не имеющий запаха (запах неочищенного AsH_3 чесночный). Удельный вес $D=3,5$ (жидк.); уд. вес $\Delta=2,7$ (газообразный AsH_3 : воздух); $t°_{кип.}$ −54,8°; $t°_{пл.}$ −113,5°. AsH_3 мало растворим в воде (20 : 100 по объему), хорошо растворяется в терпенах. Образуется при восстановлении всех М. с. водородом in statu nascendi и при действии воды или кислот на арсениды металлов, напр.

$$Na_3As+3\,H_2O=3\,NaOH+AsH_3.$$

Поэтому AsH_3 является обычной примесью в технич. водороде, получаемом действием металлов на к-ты (очистка газов от AsH_3 м. б. достигнута пропусканием их через промыватель с раствором $CuSO_4$). В химич. отношении AsH_3 крайне непрочен; он легко разлагается при нагревании или соприкосновении с телами, обладающими большой уд. поверхностью; будучи соединением эндотермическим, он способен взрывать от детонации. Является сильным восстановителем; горит голубоватым пламенем, образуя дым As_2O_3. Ядовитость AsH_3 чрезвычайно высока; при вдыхании он вызывает быстрый гемолиз эритроцитов, а затем жировое перерождение печени и воспаление почек. Как промышленная вредность AsH_3 опасен в концентрациях от 0,01% (0,04 *мг/л*); острые отравления в большинстве смертельны; хронич. отравления возможны при содержании свыше 0,0003‰ AsH_3 в воздухе рабочих помещений. Внешние признаки отравления и перечисление вредных производств—см. *Спр. ТЭ*, т. IV, стр. 85. Кроме AsH_3 доказано существование гидридов As_4H_2 и $(AsH)_x$.

Арсениды, или мышьяковистые металлы, соединения As^{III} с металлами. Они могут быть получены следующими путями: 1) непосредственным сплавлением металлов с мышьяком; 2) действием AsH_3 на водные растворы солей тяжелых металлов (Cu, Ag, Hg); 3) растворением металлов (I и II групп периодической системы) в жидком аммиаке и пропусканием AsH_3 в полученный раствор (образующиеся осадки арсенидов обыкновенно содержат непрочно связанный NH_3 и AsH_3, удаляемые путем нагревания в вакууме); 4) восстановлением арсенатов и арсенитов углем при $t°$ электрич. печи, напр.

$$Ca_3(AsO_4)_2+8\,C=Ca_3As_2+8\,CO.$$

Все арсениды способны гидролизоваться с образованием AsH_3: арсениды щелочных металлов (Na_3As, K_3As) легко разлагаются уже водой; арсениды щелочноземельных металлов (Ca_3As_2) водой разлагаются медленно, но легко—разбавленными кислотами; арсениды остальных металлов (Hg_3As_2, $SnAs_2$)—только кислотами. Арсениды металлов VIII группы периодической системы наиболее устойчивы и встречаются в природе, образуя ряд минералов: леллингит, $FeAs_2$, арсенопирит, FeAsS (или $FeAs_2 \cdot FeS_2$), шмальтин, $CoAs_2$, никелин, NiAs, хлоантит, $NiAs_2$, герсдорфит, NiAsS (или $NiAs_2 \cdot NiS_2$) и др.; нек-рые из них используются как руды.

Органические М. с.

Органические М. с. содержат атомы As^{III} или As^{V}, связанные с углеводородными радикалами. Одновременно с этим часть сродства (валентностей) As м. б. насыщена водородом, кислородом, серой, галоидом, углеродом циангруппы и т. п. По строению радикалов или цепей различают жирные, ароматические и гетероциклические М. с. По характеру связей их делят на первичные (где As связан с углеродом радикала только одной валентностью), вторичные (где As связан с двумя радикалами), третичные и четвертичные, или арсониевые, соединения. Производные As^{V} применяются гл. обр. в медицине, производные As^{III}—преимущественно в военно-химич. деле. В связи с исследованиями, ведущимися в этих двух областях, было синтезировано и изучено весьма большое число органич. М. с.

Соединения трехвалентного As. Арсины, образующие ряды вида

$$R-AsH_2,\quad \begin{matrix}R\\R\end{matrix}\!\!>AsH \text{ и } \begin{matrix}R\\R\end{matrix}\!\!>As-R$$

и являющиеся ближайшими производными AsH_3, технич. значения не имеют. К диарсинам (вторичным) относятся какодил (правильнее, дикакодил), $(CH_3)_2As \cdot As(CH_3)_2$, жидкость с $t°_{кип.}$ 170°, $t°_{пл.}$ −6°, воспламеняющаяся в соприкосновении с воздухом, трудно растворимая в воде, легко—в спирте и эфире. Содержится в количестве 50—56% в составе жидкости Каде—продукта сухой перегонки As_2O_3 с уксуснокислым калием. За радикалом $(CH_3)_2As$, входящим в это соединение, сохраняется название какодила, а все производные As, содержащие этот радикал, называются какодиловыми соединениями. Близко к последним стоят арсеносоединения вида $R \cdot As = As \cdot R$, нек-рые представители к-рых находят применение в медицине.

Галоидные арсины м. б. рассматриваемы как органич. производные $AsCl_3$. К ним принадлежит напр. хлористый какодил, $(CH_3)_2AsCl$,—жидкость с $t°_{кип.}$ 106°, уд. в. 1,50, нерастворимая в воде и эфире; он получается проще всего действием конц. HCl в присутствии $HgCl_2$ на жидкость Каде; при действии металлов, напр. цинка, образует какодил. Соответствующие первичные хлорарсины вида $R \cdot AsCl_2$ и ароматич. вторичные, напр. $(C_6H_5)_2AsCl$, применялись как боевые отравляющие вещества (см. *Арсины боевые*).

Окиси арсинов для трехвалентного As представлены типами

$$R \cdot As=O \text{ и } \begin{matrix}R\\R\end{matrix}\!\!>As \cdot O \cdot As\!<\!\!\begin{matrix}R\\R\end{matrix}$$

Метиларсеноксид, или окись метиларсина, $CH_3 \cdot As=O$ (кристаллы, $t°_{пл.}$ 95°), и этиларсеноксид, $C_2H_5 \cdot As=O$ (жидкость, $t°_{кип.}$ 158° при 10 *мм*, уд. вес 1,80), получаются при действии щелочей на соответствующие первичные хлорарсины. Фенилларсеноксид, $C_6H_5 \cdot As=O$ ($t°_{пл.}$ 130°), является промежуточным продуктом в технич. синтезе дифенилхлорарсина. Окись какодила, $(CH_3)_2As \cdot O \cdot As(CH_3)_2$, зловонная жидкость, с уд. весом 1,48, $t°_{кип.}$ 150°, $t°_{пл.}$ −25°, очень мало растворимая в воде, растворяющаяся в спирте и эфире. Содержится в жидкости Каде в количестве около 40%; служит для получения какодиловой к-ты (см. ниже).

Алкил- и арилмышьяковистые кислоты—первичные, $R \cdot As(OH)_2$, и вторичные, $\begin{matrix}R\\R\end{matrix}\!\!>As \cdot OH$,—известны только в форме солей, к-рые служат промежуточными продуктами при получении некоторых производных As^{III}. Гетероциклические соединения As^{III} довольно многочисленны. Из числа их в технических размерах вы-

рабатывается 10-хлор-9, 10-дигидрофенарсазин, или адамсит, $C_6H_4\langle^{NH}_{AsCl}\rangle C_6H_4$, получаемый сплавлением дифениламина с $AsCl_3$ или, лучше, хлористоводородной соли дифениламина с As_2O_3; кристаллич. вещество зеленого цвета, $t°_{пл.}$ 195°, $t°_{кип.}$ ~410°. Применяется как боевое отравляющее вещество и как инсекто-фунгисид для окуривания древесных насаждений; предложен также (в виде раствора в тяжелых маслах) для предохранительной пропитки дерева.

Соединения пятивалентного As. Алкил- и арилмышьяковые кислоты, или арсиновые кислоты,

$$R \cdot AsO(OH)_2 \text{ и } \begin{matrix} R \\ R \end{matrix}\rangle AsO \cdot OH,$$

в виде солей имеют применение в медицине, а также служат для получения других М. с. Метилмышьяковая к-та, $CH_3 \cdot AsO(OH)_2$, — кристаллич. вещество с $t°_{пл.}$ 161°; ее натриевая соль $CH_3 \cdot AsO(ONa)_2 \cdot 6H_2O$, т. наз. арренал, является фармацевтич. препаратом. Этилмышьяковая кислота, $C_2H_5 \cdot AsO(OH)_2$, имеет $t°_{пл.}$ 99°; препарат монарсон — двунатриевая соль этой к-ты. Общим методом технич. получения арсиновых к-т жирного ряда является реакция Г. Мейера—взаимодействие щелочных солей мышьяковистой к-ты с галоидными алкилами (в автоклаве под давлением или в водно-спиртовой среде) в присутствии свободной щелочи (I) либо алкилирование тех же солей диалкилсульфатами (II), напр.:

$$\text{I.}\quad C_2H_5 \cdot Cl + HAsO(ONa)_2 = HCl + C_2H_5 \cdot AsO(ONa)_2$$

$$\text{II.}\quad SO_2\langle^{OCH_3}_{OCH_3} + HAsO(ONa)_2 = SO_2\langle^{OCH_3}_{OH} + CH_3 \cdot AsO\langle^{ONa}_{ONa}$$

Какодиловая кислота, диметилмышьяковая кислота, $(CH_3)_2AsO \cdot OH$,—призматич. кристаллы с $t°_{пл.}$ 200°, без запаха; растворяется в воде и спирте, нерастворима в эфире; чрезвычайно устойчива по отношению к окислителям. Получается окислением других какодиловых соединений, например действием HgO на жидкость Каде либо с помощью реакции Мейера из солей метилмышьяковистой кислоты. Соли какодиловой кислоты, главным образом натриевая, применяются в медицине.

В ароматическом ряду фенилмышьяковая кислота, $C_6H_5 \cdot AsO(OH)_2$, и дифенилмышьяковая кислота, $(C_6H_5)_2AsO \cdot OH$, служат промежуточными продуктами при получении дифенилхлорарсина $(C_6H_5)_2AsCl$ для военно-химических целей. Арсаниловая кислота, *n*-аминофенилмышьяковая кислота, $NH_2 \cdot C_6H_4 \cdot AsO(OH)_2 \cdot (2H_2O)$, — кристаллы с $t°_{пл.} > 200°$; нерастворима в воде, мало растворима в спирте и эфире. Для ее технич. получения смесь конц. мышьяковой к-ты с избытком анилина (1,5÷4,5 молей анилина на 1 моль H_3AsO_4) нагревают несколько часов—сначала при 160—170°, затем при 180—190°; избыточный анилин отгоняют с паром и кристаллизуют арсаниловую кислоту. Ее одометаллическая натриевая соль—атоксил

$$NH_2 \cdot C_6H_4 \cdot AsO\langle^{ONa}_{OH}$$

Продукт содержит примесь соответствующего *o*-изомера и диаминодифенилмышьяковой кислоты $(NH_2 \cdot C_6H_4)_2AsO \cdot OH$; натриевая соль последней удаляется путем извлечения технич. препарата небольшими порциями спирта. Аналогичным путем м. б. получены алкил-, аминонитро-, окси- и алкилокси-замещенные арсиновые кислоты (с заместителями в ароматич. ядре). Другой удобный общий метод для получения ароматич. арсиновых к-т—т. наз. реакция Барта: взаимодействие диазосоединений с арсенитом щелочного металла, причем диазогруппа замещается остатком $-AsO(OMe)_2$, напр.:

$$C_6H_5 \cdot N_2 \cdot Cl + HAsO(ONa)_2 = C_6H_5 \cdot AsO(ONa)_2 + HCl + N_2.$$

Восстановляя эти продукты гидросульфитом или другим восстановителем, получают арсеносоединения (производные As^{III}), например *арсенобензол* (см.) и его дериваты типа сальварсана (см. *Мышьяковые препараты*). В реакцию Барта м. б. введена также любая арил-мышьяковистая кислота $Ar \cdot As(OMe)_2$; в результате получаются продукты с двумя ароматич. ядрами при мышьяке (Ar здесь обозначает ароматич. радикал, к-рый может содержать различные заместители).

Аналитическое определение As в М. с. Качественные реакции. А. Общие: 1) при прокаливании сухого вещества в трубке с углем или со смесью $Na_2CO_3 + NaCN$ на холодных частях трубки получается зеркало металлического As; 2) при восстановлении пробы водородом in statu nascendi образуется AsH_3, открываемый по окрашиванию водородного пламени или по выделению зеркала As в случае прохождения газа через накаленную зону (реакция Марша); 3) испытуемый раствор подщелачивают NaOH и восстанавливают прибавлением алюминия; выделяющийся при этом AsH_3 открывают бумажкой, смоченной раствором $HgCl_2$ (пожелтение); 4) при действии $SnCl_2$ в концентр. солянокислом растворе получается побурение или почернение. Б. Реакция на арсенаты: 1) $AgNO_3$ в нейтральном растворе дает осадок Ag_2AsO_4 краснобурого цвета, растворимый в HNO_3 и в NH_4OH; 2) раствор метаванадата аммония, восстановленный и смешанный с арсенатом при добавлении раствора стрихнина в H_2SO_4 дает красное окрашивание, В. Реакция на арсениты: 1) с молибдатом аммония и $SnCl_2$ в подкисленном растворе—голубое окрашивание, извлекаемое эфиром (реакция Дениже); 2) с диазотированным хлористоводородным анилином при $t°$ ниже 0°—красное окрашивание, постепенно переходящее в желтое; 3) с 8-оксихинолином—желтый осадок, растворяющийся в спирте; раствор при добавлении $FeCl_3$ делается зеленым; 4) с раствором $AgNO_3$—бледно-желтый осадок Ag_3AsO_3.

Количественное определение. 1) Весовым путем As может быть определен в виде аммоний-магний-арсената $NH_4MgAsO_4 \cdot 6H_2O$ или пироарсената магния $Mg_2As_2O_7$ или в форме сульфида As_2S_3. 2) Объемное определение As основано на окислении $As^{III} \rightarrow As^{V}$ иодом или гипохлоритом, например: а) кипятят навеску с NaOH до растворения, восстанавливают действием HJ, оттитровывают избыток иода гипосульфитом, после чего титруют As^{III} иодом в присутствии $NaHCO_3$; б) титруют As^{III} свежеприготовленным щелочным раствором NaOCl при 40—50°, с метиленовым синим в качестве индикатора (титр NaOCl устанавливают иодометрически); в) из кипящего кислого раствора вещества осаждают гипофосфитом свободный As, окисляют его иодом в As_2O_3 и титруют As^{III} иодом в присутствии $NaHCO_3$ и крахмала; г) менее точный, но скорый метод заключается в том, что навеску растворяют HCl при нагревании, сильно разбавляют водой, прибавляют $(NH_4)_2CO_3$ до растворения осадка и титруют иодом ($^{10}/_{1}$ *N*) до перехода голубой окраски в зеленую.

Лит.: 1) Ам. П. 1699823; 2) Ан. П. 255522; Ам. П. 1650860.—Неорганические М.с.: Константов С. В., Материалы комиссии по изучению естеств. производит. сил России, П., 1917, вып. 15; Ган Н. Ю., Мышьяк, «Источники минер. сырья для химической промышленности», Л., 1928, т. 2, стр. 134; Маркова Н. К. и Чупилин И. И., «Годовой обзор минеральн. ресурсов СССР за 1926/27», Л., 1928, стр. 631; Waeser B., «Metallbörse», Berlin, 1923, B. 13, p. 1785, 1883; Frydlender J. H., «Revue des produits chimiques», Paris, 1925, t. 28, p. 109; Robertson F., Arsenic, «Mineral Industry during 1929», N.Y., 1930; Ullm. Enz., 2 Aufl., B. 1, p. 582; Wölbling H., Die Bestimmungsmethoden des Arsens, Antimons u. Zinns u. ihre Trennung von d. anderen Elementen, Die chemische Analyse, hrsg. v. B. Margosches, B. 17/18, Stg., 1914.—Органические М.с.: Шпигель Л., Фабричные способы производства фенилмышьяковых соединений, «Хим. Пром.», Берлин, 1926, стр. 110; Bertheim A., Handbuch d. organischen Arsenverbindungen, Chemie in Einzeldarstellungen, hrsg. v. J. Schmidt, B. 4, Stg., 1913; Schmidt H., Die aromat. Arsenverbindungen, B., 1912; Morgan G. T., Organic Compounds of Arsenic and Antimony, L., 1918; Raiziss G. W. a. Gavron J. L., Organic Arsenical Compounds, N. Y., 1923. **В. Янковский.**

МЫШЬЯКОВЫЕ КРАСКИ дают шкалу различных цветов и обладают большой яркостью тона; распространение их в настоящее время крайне ограничено вследствие ядовитости.

К желтым М. к. относятся следующие. Мышьяковая желтая получается сплавлением и возгонкой белого мышьяка (мышьяковистого ангидрида) с серой; желтый плав («желтое мышьяковое стекло») измельчают в тонкий порошок. Королевская желтая получается измельчением аурипигмента (As_2S_3). Мышьяково-свинцовая желтая получается сплавлением 100 ч. белого мышьяка с 75 ч. глета; смесь размалывают и отмучивают.

К зеленым М. к. относятся следующие. Брауншвейгская зелень готовится из 100 ч. медного купороса, растворенного в воде, $^1/_4$ ч. мышьяковистого ангидрида и 10 ч. кальцинированного поташа; к смеси прибавляют известкового молока; осадок промывают, сушат и прессуют в таблетки. Как масляная краска брауншвейгская зеленая обладает красивым тоном, но темнеет от сероводорода. Искусственная горная вырабатывается так же, как брауншвейгская зеленая, но мышьяковистого ангидрида берется большее количество ($2^1/_2$ ч. на 100 ч. медн. купороса). Швейнфуртская зелень состава $Cu(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3\,Cu(AsO_2)_2$ вырабатывается из мышьяковистого ангидрида, солей меди, а также уксусной кислоты (см. *Мышьяка соединения* неорганические); в продаже ее обыкновенно смешивают с желтой хромовой и сернокислым свинцом. Краска эта прочна, но мало укрывиста; для покраски по извести непригодна, т. к. разлагается от щелочей. С примесью гипса она выпускается также под названием шведской зелени. Зелень Шееле, более или менее чистая кислая медная соль мышьяковистой к-ты, $CuHAsO_3$, получается смешиванием 32 ч. поташа, 11 ч. мышьяковистого ангидрида и горячего раствора 32 ч. медного купороса. Лучший сорт зелени Шееле получается из 100 ч. медного купороса, 90 ч. разведенного поташа и 66 ч. As_2O_3. При фабричном производстве зелени Шееле требуются чаны вместимостью 2 500—3 000 *л*; в одном чане растворяют 75 *кг* медного купороса в 500 *л* воды, в другом—смесь из 16 *кг* белого мышьяка и 17 *кг* поташа, после чего обе жидкости сливают вместе; осадок сушат при $t°$ 60—70°. Зелень Шееле обладает большой кроющей силой и применяется иногда как масляная краска. Персидская зелень — механич. смесь брауншвейгской зелени с хромовой желтой. В настоящее время большинство перечисленных М. к. почти исчезло с рынка и заменено безвредными красками соответствующих тонов. О применении М. к. в качестве инсектисидов см. *Мышьяка соединения.*

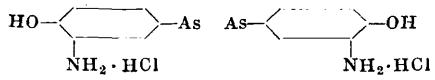
При производстве М. к. необходимо соблюдать общие правила профессиональной гигиены, принятые при работах с мышьяком или его соединениями (по постановлению НКТ СССР 19/XI 1924 г.); см. *Мышьяка соединения.* **С. Михайлов.**

Лит.: см. *Краски минеральные.*

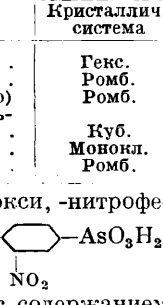
МЫШЬЯКОВЫЕ ПРЕПАРАТЫ фармацевтические имеют большое значение в медицине, что обусловливается способностью соединений мышьяка стимулировать работу кроветворных органов. Мышьяк, принятый в малых дозах, понижает азотистый обмен и увеличивает усвоение азота и фосфора; поэтому препараты мышьяка применяют при лечении малокровия и для укрепления организма после болезни. За последнее время особенно большое значение приобрели органич. препараты мышьяка, дающие химико-терапевтич. эффект при лечении тяжелых инфекционных болезней (сифилис, возвратный тиф, малярия). Современная наука пока еще не дала ответа на механизм химико-терапевтическ. действия М. п. Одни считают, что при этом происходит специфич. отравление болезнетворных микроорганизмов (Эрлих); по мнению других (Кравков), здесь имеется общее благотворное действие на жизнедеятельность тканей, усиливающее их рост и делающее их стойкими по отношению к различным ядам.

Из неорганических препаратов As получили распространение следующие: 1) мышьяковистая к-та, правильнее мышьяковистый ангидрид—As_2O_3, который применяется как внутреннее—в виде пилюль—и наружное—в виде пасты (зубоврачебная практика); 2) калиевая соль мышьяковистой к-ты K_2HAsO_3—в виде Фоулерова раствора, приготовляемого из 1 ч. мышьяковистого ангидрида, 1 ч. чистого поташа, 3 ч. лавандового спирта и 100 ч. воды; 3) мышьяково-кислый натрий Na_2HAsO_4—в виде 0,5—1%-ного водного раствора часто применяется для подкожного впрыскивания. Из органических препаратов As применяются гл. обр. следующие. 1) Натриевая соль метилмышьяковой кислоты — арренал — $(CH_3)AsO(ONa)_2$ готовится метилированием мышьяковистокислого натрия иодистым метилом или диметилсульфатом. Применяется в виде 1%-ного раствора в воде для подкожных впрыскиваний. 2) Натриевая соль какодиловой к-ты — $(CH_3)_2AsO \cdot ONa$, менее ядовитая, чем неорганич. препараты мышьяка; применяется в виде 1%-ного раствора в воде для подкожных впрыскиваний. 3) Атоксил, натриевая соль арсаниловой к-ты—$NH_2 \cdot C_6H_4 \cdot AsO(OH)(ONa)$, отличается значительно меньшей ядовитостью, чем

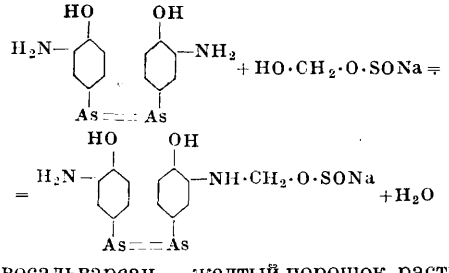
мышьяковистая кислота; применяется при лечении сифилиса, а также при лечении животных. 4) Наибольший интерес из всех препаратов мышьяка вызвал т. н. сальварсан (открытый в 1912 г. Эрлихом и Хата), дихлоргидрат *п,п*-диокси-*м,м*-диаминоарсенобензола



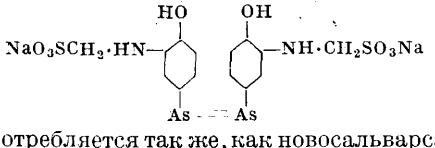
Он готовится восстановлением (гидросульфитом или гипофосфитом) *п*-окси, -нитрофенилмышьяковой кислоты



аморфный желтый порошок с содержанием 31% As, дающий кислый раствор. Употребляется для лечения сифилиса, малярии, возвратного тифа в виде впрыскиваний. 5) За последнее время сальварсан почти полностью вытеснен новосальварсаном, или неосальварсаном, значительно менее раздражающим ткани и более устойчивым на воздухе. Новосальварсан получается из сальварсана обработкой его формальдегидсульфоксилатом натрия (ронгалитом):



Новосальварсан — желтый порошок, растворимый в воде с нейтральной реакцией; содержит около 20% As. 6) Миосальварсан, выпущенный в 1927 г., получается действием на сальварсан формальдегидбисульфита натрия:



и употребляется так же, как новосальварсан. 7) Осарсол (стоварсол, или сироосид), 3-ацетамино-4-оксифенилмышьяковая к-та. Содержит 27% As. Все перечисленные сальварсановые препараты готовятся в СССР на фармазаводе им. Карпова в Москве. За границей имеются в обращении другие многочисленные препараты, построенные по типу сальварсана или осарсола.

Лит.: Кравков Н., Основы фармакологии, изд. 11, ч. 2, М.—Л., 1928; Bertheim A., Handbuch d. organischen Arsenverbindungen, Chemie in Einzeldarstellungen, hrsg. v. J. Schmidt, B. 4, Stuttgart, 1913; Fourneau E., «Bulletins de la Société chimique de France», Paris, 1927. См. также *Мышьяка соединения.*

О. Магидсон.

МЫШЬЯКОВЫЕ РУДЫ. Мышьяк встречается в природе в довольно разнообразных соединениях, однако практическое значение имеют следующие минералы, содержащие мышьяк (см. табл.).

Мышьяковые руды.

Наименование	Кристаллич. система	Формула	Содерж. As в %	Твердость	Уд. вес
Мышьяк (самородный)	Гекс.	As(Sb,Ni,Fe,Ag,S)	90—100	3,5	5,7—5,8
Мышьяков. колчедан (миспикель)	Ромб.	FeAsS	46	5,5—6	6—6,2
Леллингит (мышьяковист. железо)	Ромб.	$FeAs_2$	72,8	5—5,5	7,1—7,4
Мышьяковый цвет (белый мышьяк, арсенолит)	Куб.	As_2O_3	75,8	1,5	3,7
Реальгар	Монокл.	AsS	70,1	1,5—2	3,5—3,6
Аурипигмент	Ромб.	As_2S_3	61,0	1,5—2	3,4—3,5

Получить мышьяк можно еще из следующих сложных руд: кобальтового блеска, шпейсового кобальта, белого и красного никелевых колчеданов.

Реальгар встречается в форме короткостолбчатых кристаллов; оранжево-красный цвет; прозрачен; легко плавится и при этом улетучивается; растворяется в щелочах, в царской водке и в азотной к-те, причем выпадает сера. Применение реальгара довольно ограничено: при производстве чучел, в пиротехнике, кроме того для удаления волос, для чего к нему прибавляют известь.

Аурипигмент обычно встречается в форме зерно-чешуйчатых скоплений. Цвет — от молочно-желтого до оранжево-желтого. Блеск жирный, черта светложелтая. Легко плавится, дает белый налет на угле и распространяет запах сернистой к-ты и чеснока. Применение аурипигмента то же, что и реальгара. Оба минерала являются превосходными рудами на As. Месторождения их встречаются б. ч. среди осадочных и метаморфич. пород. Наиболее крупным месторождением надо считать Кагызманское, в Карской области (в Турции). Самым крупным месторождением реальгара является Альхарское в Македонии. Одной из наиболее распространенных руд As является мышьяковый колчедан (миспикель). Встречается в зернистых агрегатах; кристаллы в виде столбиков и таблиц. Непрозрачен; блеск металлический, цвет серебряно-белый; черта темносерая; при ударе молотком распространяется запах чеснока. Из месторождений СССР можно указать Забайкалье: Адун, Чилон и Зерентуй; в Кочкарской системе — на Карамышевой горе (Урал), на Кавказе—Карачаевская авт. область (Куртатинское ущелье и пр.). Однако промышленное значение имеют пока ю.-уральские месторождения в Кочкарской системе. Иногда мышьяковый колчедан содержит серебро и золото и разрабатывается на эти руды.

Мышьяковистое железо (леллингит) почти всегда имеет примесь серы. Блеск металлический, цвет серебряно-белый. Обычно встречается в плотных массах или листоватых агрегатах. Растворяется в азотной к-те. Часто леллингит является спутником серебра, кобальта, никеля, олова, свинца, медных руд и пирита. Распространение

леллингита незначительное. Встречается в Богемии, в Каринтии.

Арсенолит, или мышьяковый цвет, встречается редко; обычно в виде налетов. Прозрачен. Белого или слабожелтоватого цвета. Применяется в виде искусственной соли в качестве сильного восстановителя в стекольном и фарфоровом производствах для обесцвечивания.

Самородный As встречается почти исключительно в натечных формах со скорлуповатой отдельностью, а также в плотных или тонкозернистых сростках. Цвет его темнооловяннобелый; блеск металлический. Черта темносерая. Самостоятельных разработок самородного As неизвестно, он получается попутно с добычей сложных руд. В СССР самородный As находят в Богословском округе (Урал).

Наибольшая добыча М. р. производится во Франции, затем в Германии и Швеции. В качестве побочного продукта As производится гл. обр. в США, Мексике, Канаде, Японии, Англии, Бельгии и Греции. В СССР разведаны очень немногие месторождения промышленного значения. Главным потребителем мышьяка в СССР является сельское х-во; ниже приведены данные о количестве мышьяковых соединений, потребляемых для борьбы с вредителями в с. х-ве (в *т*).

	1922 г.	1923 г	1924 г.	1925 г.	1926 г.	1927 г.
Мышьяковистокислый натрий . . .	945	53	364	792	479	356
Мышьяковокислый кальций	—	—	44	40	16	67
Мышьяковокислый свинец	—	—	—	21	36	90
Швейнфуртская зелень .	791	—	39	60	237	163

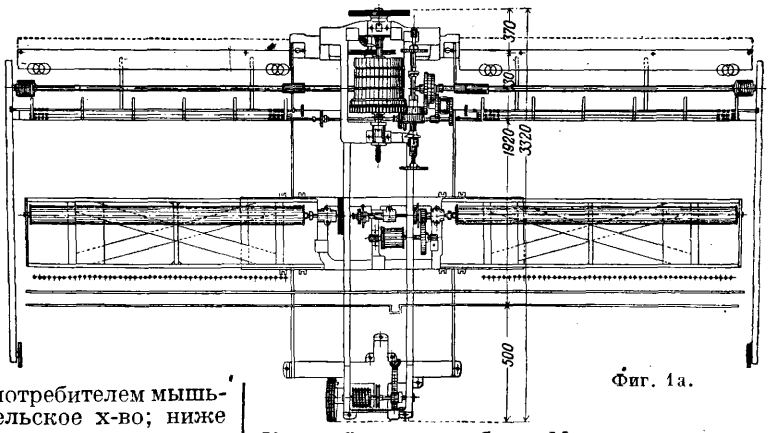
Цена на белый мышьяк (за 1 фн.) в Нью-Йорке в 1926 г. была 3,5 цент., в 1927 г.— 3,83 цента. Лондонские цены в 1927 г. были 18 фн. ст. за *т*.

Лит.: Федоровский Н. М., Минералы в промышленности и с. х-ве, 2 изд., Л., 1927; Марков Н. К. и Чупилин И. И., Мышьяк. Годовой обзор минеральн. ресурсов СССР за 1926/27 г., Л., 1928 (имеется лит.).

Н. Федоровский.

МЮЛЬ-МАШИНА, сельфактор, прядильная машина периодич. действия, вырабатывающая окончательный продукт прядильного производства—пряжу.

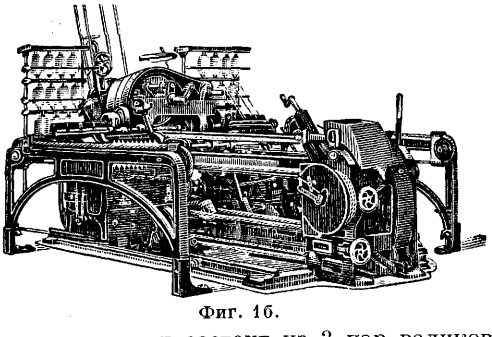
Задача М.-м., как и всякой другой прядильной машины, состоит в том, чтобы поступающую нить ровницы (полуфабрикат прядильного производства) вытянуть до определенной тонины, придать ей надлежащую крутку и намотать полученную пряжу т. о. (в форму мюльного початка), чтобы при последующей обработке нить пряжи легко и удобно разматывалась. Все это выполняется прядильными машинами двух типов, а именно: 1) машинами непрерывного прядения (т. е. когда все эти три операции происходят одновременно) и 2) машинами периодич. прядения (когда эти операции происходят последовательно одна за другой). М.-м. относится к типу последних, т. к. ее работа происходит периодически повторяющимися циклами. На фиг. 1а дано общее расположение, а на фиг. 1б показан общий вид М.-м., применяющейся в хлопкопрядении. Главные ее части: головка или корень машины, где сосредоточены движущие и управляющие механизмы, рамка для катушек с ровницей, вытяжной аппарат и подвижная каретка, вдоль которой расположены веретена (в современных М.-м. до 1 500 веретен при общей длине каретки около 40 *м*).



Фиг. 1а.

Каждый цикл работы М.-м., продолжающийся 10—20 ск., состоит из 4 периодов.

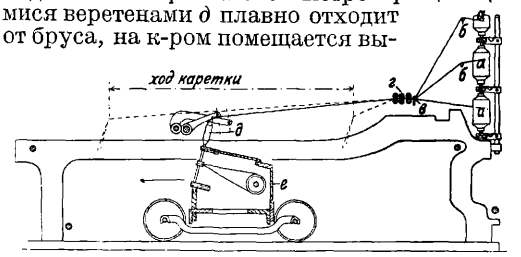
1-й период (отход каретки)—вытягивание и кручение. Ровница с катушек *а*, *а* (фиг. 2), надетых на деревянные шпильки и установленных в рамке машины, поступает через направляющие прутки *б* и водки *в* в вытяжной аппарат *г*. Последний, перемещая ровницу в направлении к веретенам *д*, заставляет ее сматываться с катушки. Вытяжной аппарат *в* в



Фиг. 1б.

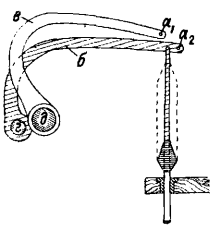
хлопкопрядении состоит из 3 пар валиков (вытяжных), каждая из которых состоит из нижнего металлического рифленого цилиндра (диам. 22—28 *мм*) и верхнего чугунного, обтянутого сукном и опойком. Нижние цилиндры получают вращение через зубчатую передачу, а верхние вращаются силой трения, возникающей в месте соприкосновения цилиндров, под действием силы тяжести специальных грузов, прижимающих верхние валики к нижним цилиндрам. Благодаря тому, что окружная скорость каждой

вытяжной пары последовательно возрастает, ровница, поступающая в вытяжной аппарат, вытягивается до требуемой тонины и выпускается из передней пары цилиндров в виде мычки (вытянутая ровница). Одновременно подвижная каретка *е* с быстро вращающимися веретенами *д* плавно отходит от бруса, на к-ром помещается вытяжной аппарат *г*, поддерживая натяжение нити и создавая необходимую степень закрученности пряжи. Для осуществления процесса кручения необходимо, чтобы один конец нити был зажат, а другой вращался вокруг своей оси. В М.-м. это осуществляется, с одной стороны, передней парой цилиндров, удерживающих конец скручиваемой нити, а с другой — вращающимся наклонным веретеном с конич. концом, передающим вращение нити. При каждом обороте веретена, вследствие его наклонного положения, вокруг его конической части обвивается один виток нити, который соскакивает с вершины веретена и сообщает выпрядаемому отрезку нити один оборот (одно кручение). Выпуск мычки прекращается одновременно с остановом каретки в ее крайнем положении, т. е. в конце первого периода или немного ранее. В последнем случае происходит дополнительн. вытяжка кареткой.



Фиг. 2.

2-й период — докрутка — имеет место только в том случае, если пряже в течение 1-го периода не успели придать достаточной крутки, и состоит в том, что при остановленной каретке веретена продолжают вращаться в рабочую сторону до того момента, пока пряжа не получит требуемой крутки. Вытяжной аппарат в это время либо совершенно не работает либо дает очень незначительный выпуск мычки.

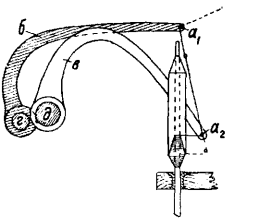


Фиг. 3.

3-й период — отмотка. Вытяжной аппарат не работает. Каретка продолжает стоять на месте, а веретена вращаются в обратную сторону, чтобы смотать пряжу, обвивающую в виде спирали голую часть веретена между верхним конусом початка и вершиной веретена (фиг. 3). Дело в том, что вырабатываемая на М.-м. пряжа наматывается на веретено конич. слоями (состоящими из отдельн. витков) в виде тела особой формы — мюльного початка (фиг. 4). За каждый цикл работы наматываются 2 слоя (слой и прослоек). Початок образуется постепенно в течение нескольких часов и только к концу своего образования заполняет все веретено и достигает его вершины. Но для процесса кручения необходимо, чтобы нить находилась на конце веретена в течение 1-го периода. Поэтому приходится по окончании намотки на початок выработанной за данный цикл пряжи намотать небольшой отрезок пряжи в виде спирали по веретену на время выработки следующей порции пряжи.

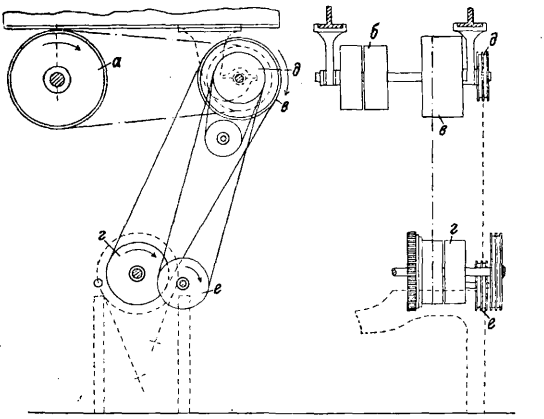
К началу 3-го периода следующая порция пряжи готова; необходимо эту спиральку пряжи смотать и освободить веретено для дальнейшего правильного образования початка. В этом и состоит работа М.-м. в 3-м периоде. Веретену дается при помощи специальных механизмов несколько оборотов в обратную сторону, и пряжа с него сматывается. Чтобы пряжа при этом не провисла и не ослабла, в работу вступают две проволоки a_1, a_2 (планки) толщиной $^1/_8$ дм. (фиг. 5), проходящие вдоль всей каретки и называемые надниточником a_2 и подниточником a_1; проволоки поддерживаются серпами *б*, *в*, насаженными на валы *г*, *д* (фиг. 3 и 5), занимая соответствующее положение (фиг. 3), они сохраняют необходимое натяжение нити и подводят ее к тому месту, где должно быть продолжено образование початка.

Фиг. 4.



Фиг. 5.

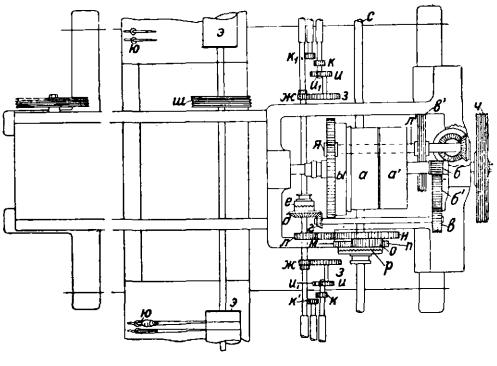
4-й период (подход каретки) — намотка пряжи. Каретка возвращается обратно к брусу сначала ускоренно, а потом замедленно. Веретена вращаются в рабочую сторону, но гораздо медленнее, чем в 1-м периоде, и наматывают на себя пряжу. Вытяжной аппарат не работает или очень медленно выпускает мычку. Во время подхода каретки вследствие действия особого механизма пряжа направляется планками a_1 и a_2 (фиг. 5)



Фиг. 6.

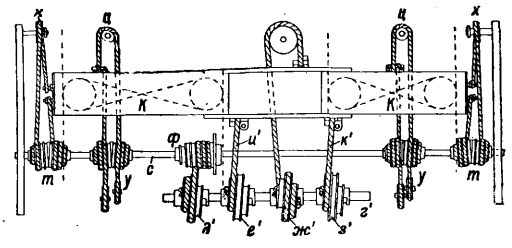
так. обр., что она ложится правильными витками на поверхности конуса початка. При подходе каретки к брусу планки оставляют нить пряжи, причем небольшая часть ее у веретена спиралью обвивает голую часть веретена; в это время планки занимают такое положение, что нек-рое время не касаются нити; после этого начинается снова 1-й период, и весь цикл повторяется вновь.

На фиг. 6 показано обычное устройство передачи движения к М.-м. От шкива *а* главного привода (около 350 об/м.) движение передается коренному или холостому шкиву *б* «ролика» (контрпривода). Шкив *в* передает движение одним (как на фиг. 6) или двумя ремнями холостому или коренному шкиву *г* главного вала машины. Кроме того канатный шкив—«блок» *д*, сидящий на валу ролика, канатом (т. наз. телефонной веревкой) передает движение малому валу машины через шкив *е*. В течение первых двух периодов работы ремень находится на коренном шкиве *г* М.-м. и затем автоматически пере-



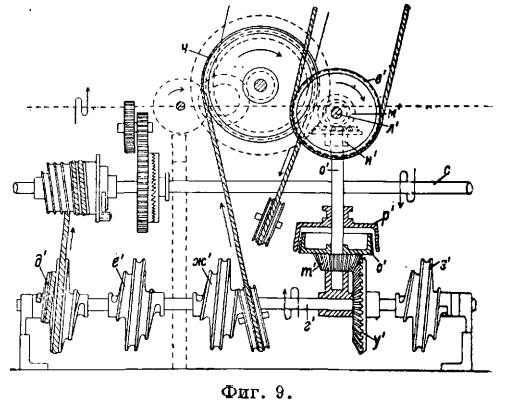
Фиг. 7.

водится на холостой шкив. Веревка блока *д* непрерывно сообщает вращение малому валу машины, к-рое используется М.-м. для работы в последние 2 периода. На фиг. 7 (вид сверху) показана схема передачи движения в М.-м. завода Платт. На главном валу машины, к-рый получает движение через коренной шкив *а* (холостой шкив *а'*) сидит шестерня *б*, к-рая через шестерни *б'*, *в* (сменная), *г* и *д* и сцепную зубчатую муфту *е* передает движение нижнему переднему цилиндру вытяжного аппарата. От шестерни *ж* переднего цилиндра через шестерни *з*, *и* (сменная), $и_1$, *к*, промежуточную, на чертеже не показанную, и $к_1$ вращение передается остальным цилиндрам вытяжного аппарата. Зубчатая муфта *е* во время отхода каретки сомкнута. Когда каретка кончает свой отход, муфта *е* размыкается, и вытяжной аппарат останавливается. От шестерни *л* на переднем цилиндре через шестерни *м*, *н*, *о*, *п* и сцепную зубчатую муфту *р*, получает движение каретный вал *с*, к-рый, как показано на фиг. 8, вращаясь вместе с накрепко насаженными барабанами *т*, *у* и *ф*, веревками, перекинутыми через блоки *х* и *ц*, заставляет каретку *К* совершать свой отход. Веретена во время отхода каретки вращаются от канатного шкива («маховика») *ч*—на главном валу (фиг. 7). Маховик через ряд блоков передает вращение блоку *ш*, сидящему на одном валу с накрепко насаженными жестяными барабанчиками *э*, к-рые при помощи перекинутых шнурков вращают веретена *ю*. С отмоточной шестерней *ы* соединен наружный конус фрикционной муфты, внутренний конус



Фиг. 8.

к-рой образован приливом на коренном шкиве *а*. В начале 3-го периода муфта отмоточной шестерни смыкается. Движение непрерывно передается телефонной веревкой блоку *в'*, от к-рого через малый вал *л'*, шестерни *я* и *ы* в моменты смыкания муфты *ы* вращается блок *ч*, к-рый в свою очередь через веревочную передачу, блок *ш*, барабанчики *э* и шнурки дает веретенам несколько оборотов в обратную сторону, осуществляя 3-й период работы М.-м. Для 4-го периода намотки необходимо наличие вращения веретен в рабочую сторону и подхода каретки к вытяжному аппарату. Каретка в этот период движется от улиточного вала *г'* с насаженными на нем улитками *д'*, *е'*, *ж'*, *з'* (фиг. 8), который особыми канатами—«тяжниками» *и'* и *к'* подводит каретку к брусу. Благодаря своеобразной форме «у л и т о к» (фиг. 9), наматывающих на себя канаты, каретка получает сначала ускоренное, а потом замедленное движение. Улиточный вал *г'* (фиг. 9) получает свое движение от малого вала машины *л'*, через конические шестерни *м'*,

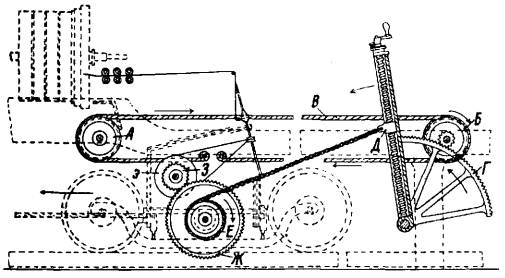


Фиг. 9.

н', «стояк» (вертикальный валик) *о'* с фрикционной муфтой *р'*, *с'* и конические шестерни *т'* и *у'*. Веретена получают свое вращение во время возврата (подхода) каретки при помощи особого механизма—к в а д р а н т а, или ж у р а в л я (фиг. 10), к-рый получает движение от каретки.

На станине М.-м. прикреплены два блока *А* и *Б*, через к-рые перекинут канат *В*—«верхний тяжник»; оба конца его прикреплены к каретке; при движении каретки верх-

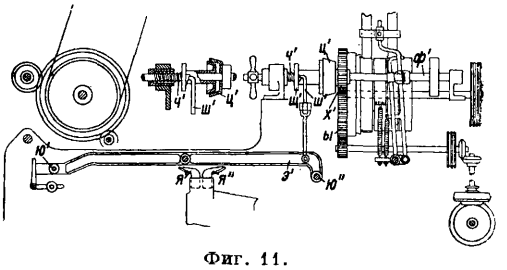
ний тяжник приводит во вращение блок *Б*, вращающий в свою очередь через зубчатую передачу квадрант *Г*. Последний цепью, присоединенной к гайке *Д*, вращает через посредство барабана—«медведя» *Е* и далее через пару зубчатых колес *Ж—З* жестяные барабанчики *э* в обратном направлении, чем и достигается наматывание готовой пряжи на веретена. Во время крутки храповичок, скрепленный с зубчаткой *З*, расцепляет вал барабанчиков от медведя. Во время обратного хода каретки (направление стрелок на фиг. 10) квадрант двигается влево, отдавая цепь тем больше, чем гайка *Д* ближе к вершине рукоятки. В начале наматывания початка, когда диаметр конуса мал и мало меняется по высоте для навивания всей пряжи, веретено должно сделать много оборотов почти с постоянной скоростью (по отношению к пути, проходимому кареткой); этому условию удовлетворяет положение гайки внизу ручки. По мере образования нижнего конуса початка гайка поднимается все выше, и длина цепи, отдаваемой квадрантом при его качании, увеличивается,



Фиг. 10.

вследствие чего число оборотов веретена уменьшается, как это и требуется в виду увеличения среднего диаметра конуса. Скорость вращения веретена (по отношению к пути каретки) должна также меняться во время отхода от минимума в начале навивания (навивание плотного слоя начинается снизу от толстой части початка) до максимума в конце; это достигается дугообразностью движения гайки квадранта. После того как образование нижнего конуса початка закончится, гайка остается неизменно в верхнем положении, так как размеры конуса початка более не меняются.

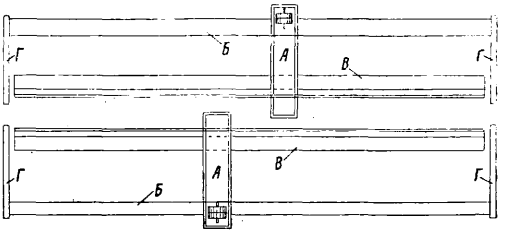
Все вышеуказанные сложные движения М.-м. производятся целым рядом механизмов, к-рые между собой строго согласованы. Управление их работой сосредоточено в головке машины у т. н. камшафта *в'* (фиг. 11) (существуют и иные конструкции). Он представляет собой валик, расположенный наверху головки параллельно главному валу машины. На нем насажены эксцентрики, которые действуют на рычаги, связанные с вытяжным аппаратом, кареточным валом, с улиточным валом и с ременной отводкой на главном валу машины. На камшафтном валике сидит свободно шестерня *х'*, соединенная с наружным конусом фрикционной муфты *ц'*. Будучи сцеплена с отмоточной шестерней *ы*, она непрерывно вращается. Внутренний конус этой муфты может передвигаться на валу по шпонке под действием пружины *ч'*; он удерживается угловым рычагом *ш'*, упирающимся в приливы тарелки *щ'*, сидящей на валике конуса. При отклонении рычага *ш'* произойдет включение муфты, и вал камшафта повернется на полоборота, т. е. до того момента, пока рычаг *ш'* не упрется в следующий прилив, имеющийся на тарелке *щ'*, чем и разомкнет муфту. С поворотом камшафта повернутся на



Фиг. 11.

полоборота и эксцентрики, сидящие на нем, произведя необходимые изменения в работе машины. Поворот камшафта происходит в крайних положениях каретки в конце 1-го и 4-го периодов и регулируется «б а л а н с и р о м»—двухплечим рычагом *э'*, с к-рым связан прутком угловой рычаг *ш'*. Балансир качается на оси, укрепленной в раме машины, и имеет на своих концах каточки *ю'* и *ю''*. Эти каточки поочередно передвигаются стоечками *я'* и *я''* каретки в крайних ее положениях, чем и отводится рычаг *ш'*, действующий на тарелку *щ'* камшафта, предоставляя последнему повернуться на полоборота. Таким образом путем периодического смыкания и размыкания муфты камшафта происходит управление работой М.-м.

В целях экономии места и более удобного обслуживания М.-м. располагают парами, как это показано на фиг. 12: *А*—головка машины, или станок, а *Б*—брус, на котором помещается вытяжной аппарат, *В*—каретка с веретенами, *Г*—концевые рамы машины.

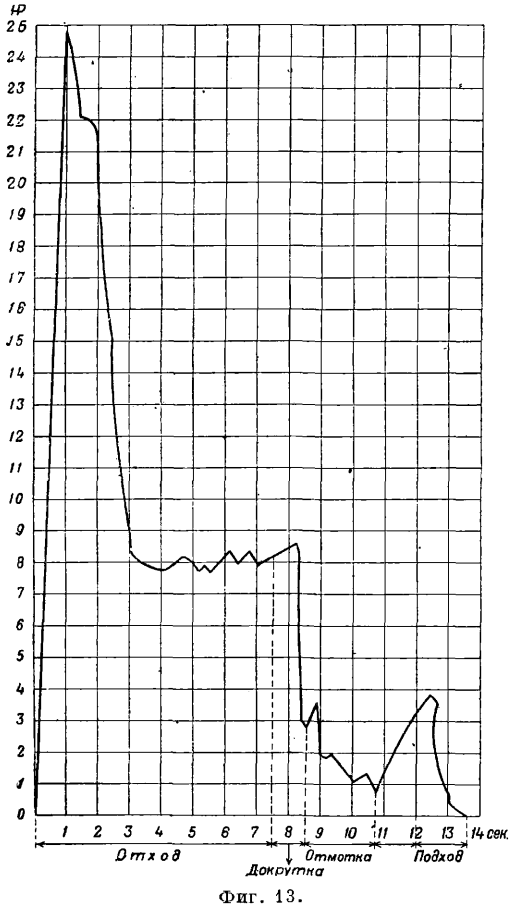


Фиг. 12.

Обслуживание одной пары М.-м. с числом веретен по 708 на каждой при работе утка № 38 производится комплектом из 3 рабочих; из них 1 прядильщик, 1 присучальщик и 1 ставильщик.

Длина М.-м. равна числу веретен × расстояние между веретенами + 1 800 *мм*. Расстояние между веретенами меняется от 25 до 38 *мм*; ширина машины равна 2,3—2,5 *м*; ширина пары М.-м. с проходом—6,2—6,3 *м*; длина веретен варьирует в пределах от 370 до 450 *мм*; угол наклона веретен к вертикали равен 13—18°; в 1 минуту каретка делает 3—6 отходов; вес машины 8—10 *т*.

Потребляемая мощность М.-м. крайне неравномерна и резко меняется на протяжении одного цикла работы; по этой причине вопрос об индивидуальных моторах для этих машин до сих пор остается открытым. Для характеристики приводим диаграмму потребления мощности на протяжении одного цикла работы М.-м. (фиг. 13). При групповых приводах, которые обслуживают большое количество машин, как это в настоящее время практикуется, эти резкие колебания более или менее уравниваются, так как отдельные периоды большого потребления мощности одних машин совпадают с периодами меньшего потребления мощности других машин, что в общем итоге дает меньшие отклонения от среднего расхода. За последние годы в отношении индивидуальных моторов имеются предложения о применении двух моторов различной мощности для



Фиг. 13.

разных периодов работы машины. Средний расход силы в М.-м. зависит от ряда факторов: скоростей, скольжения ремней и шнурков, веса машины и т. д. По данным [1] 1 ЙР в М.-м. расходуется: при ровных номерах пряжи на 110 веретен, при средних номерах пряжи на 120 веретен, при тонких— на 125—130 веретен. Данные скорости веретен, длины и числа отходов см. табл. 1.

Табл. 1.—Производственные данные мюль-машин [1].

№№ пряжи	Число об/м. веретен	Длина отхода в дм.	Число отходов в 1 мин.	№№ пряжи	Число об/м. веретен: в пер. отхода	Число об/м. веретен: в пер. докрутки	Длина отхода в дм.	Число отходов в 1 мин.
6— 12	5000—8000	66	5,5 —5,75	150	4800	7200	56	2
14— 16	8500	66	4,75—5	180	4500	6800	54	1,85
18— 24	9000—9500	66—64	4,75—5	200	4250	6700	52	1,7
30— 50	10000—11000	64	4—4,5	250	3500	6250	50	1,4
60— 80	9000	64	3—3,5	300	2700	6000	48	1
90—100	8000—8500	62	2,5 —2,75					
120	7500—8000	60	2,25					

Производительность М.-м. определяется по следующей ф-ле:

$$p = \frac{0,453 \cdot a \cdot a \cdot n \cdot 60 \cdot b}{840 \cdot 36 \cdot N},$$

где p—часовая производительность М.-м. в *кг*, a—кпд М.-м., n—число отходов каретки в 1 минуту, a—длина отхода каретки в дм., b—число веретен на машине, N—номер пряжи по английской системе нумерации. Производительность 1 000 веретен М.-м. по данным з-да Платт приведена в табл. 2.

Табл. 2.—Производительность мюль-машин.

Род хлопка	№№ пряжи	Число крученій на 1 дм. крутки	Число отход. каретки в 1 мин.	Длина отхода в дм.	Производ. 1 000 веретен за 1 ч. в *кг*
Американск.	16	15	5,25	66	17,7
»	20	16,77	5,25	66	14,1
»	24	18,37	5,0	66	11,4
»	30	20,53	4,85	64	8,5
»	36	22,50	4,65	64	6,9
»	40	23,71	4,50	64	6,0
»	44	24,87	4,25	64	5,1
»	50	26,51	4,00	64	4,3
»	56	27,68	4,00	64	3,8
»	60	28,65	4,00	64	3,6
Египетский	60	27,88	3,25	63+3	3,0
»	70	30,11	3,00	63+3	2,4
»	80	32,20	2,75	63+3	1,9
»	90	34,15	2,50	63+3	1,6
»	100	36,06	2,50	60+3	1,3
»	110	37,75	2,25	60+3	1,1
»	120	39,43	2,15	60+3	0,95

Необходимо отметить, что за последние годы М.-м. сильно вытесняется из производства своим конкурентом, машиной 1-го типа, упомянутой выше, — прядильным ватером (см. *Прядение*). Последняя более производительна, более экономична и кроме того гораздо проще конструктивно. При реконструкции союзных текстильных фабрик хл.-бум. промышленности в настоящее время предусматривается замена значительного числа М.-м. прядильными ватерами.

М.-м. камвольного прядения отличается от М.-м. для хлопка устройством вытяжного аппарата, к-рый состоит из 4—5 пар валиков. Вытяжными являются приемная и выпускная пара, остальные служат поддерживающими. Передний валик покрыт сукном и пергаментом и прижимается к нижнему цилиндру грузом, все остальные прижимаются собственным весом, что обусловлено

значительно большими вытяжками, применяющимися в камвольном прядении. Соответственно длине волокна, разводки (расстояния между цилиндрами) также значительно больше, чем в хлопкопрядении. Скорость веретен колеблется в пределах 3 200—7 000 об/м.; число веретен на машине 600—640—700. Расстояние между веретенами делают 49—55 *мм*, угол наклона к вертикали ~ 17°. В М.-м. для грубошерстного и угарновигоневого прядения отсутствует рамка для ровницы в том виде, как она была в предыдущих случаях. Вместо нее имеется раскатывающий деревянный барабанчик, на котором горизонтально помещается бобина с ровницей, полученная с предыдущих машин (см. *Вигоневое прядение* и *Шерстопрядение*). Затем отсутствует вытяжной аппарат, а имеются только выпускные цилиндры—одна пара или три цилиндра (два внизу и один сверху). Вытяжка производится кареткой, так как выпуск мычки прекращается значительно ранее прихода каретки в свое крайнее положение. Веретена за время закручивания пряжи имеют три скорости вращения: 1-я — 1 000—2 500 об/м., 2-я — 2 500—3 000 об/м. и 3-я — 3 500—4 500 об/м. Расстояния между веретенами 45—60 *мм*. Расход движущей силы благодаря возрастанию скоростей веретен имеет менее резко меняющийся характер, чем в ранее указанных случаях.

М.-м. применяются также в крутильном производстве, где они бывают двух типов: 1) с подвижной кареткой, несущей веретена, и 2) с подвижной кареткой, несущей початки с пряжей, подлежащие кручению, при веретенах, вращающихся на месте. См. *Ниточное производство*.

Лит.: 1) Cotton Year Book, L., 1925.—Бакун Н. К., Спутник текстильщика, М., 1926; Бейн Ч. Я., Сельфактор, Конструкция, сборка и наладка сельфактора, а также уход за ним (с атласом), М., 1918; Васильев Н. А., Сельфактор для гладкой и пушистой пряжи, М., 1922; Канарский Н. Я., Краткий курс суконного производства, Москва, 1926; Коробанов А. и Насекин Н., Справочная книга по бумагопрядению, Иваново-Вознесенск, 1926; Коробанов А., Насекин Н. и Смирнов К., Крутильное и ниточное производства, Иваново-Вознесенск, 1927; Людике А., Прядение, пер. с нем., М., 1928; Мейер О., Камвольное прядение, пер. с нем., Л., 1929; Прей Р., Камвольное прядение, пер. с нем., М.—Л., 1930; Таггарт В. С., Прядение хлопка, т. 3, пер. с англ., Москва, 1926; Федоров С. А., Механич. технология волокнистых веществ, Москва, 1901. Для менее подготовленного читателя: Павлов Н. Т., Сельфактор, Москва, 1926; Чаадаев К. И., Мюльное прядение, Москва—Ленинград, 1929. **А. Великовский.**

МЯГЧЕНИЕ, операция в *кожевенном производстве* (см.), делающая голье и впоследствии получаемую из него кожу мягкой, гибкой. Раньше М. производилось шакшеванием, т. е. обработкой голья шакшей—водным настоем из куриного, голубиного и собачьего пометов или выдерживанием в отрубных или мучных киселях.

В последнее время наибольшее распространение получил изобретенный в 1907 году О. Ремом оропон, содержащий панкреатин и аммонийные соли в смеси с инертным наполнителем (древесные опилки). Установлено, что из находящихся в соку панкреатич. железы протеолитич. ферментов действующим началом при М. является энзим трипсин. Пепсин и эрепсин не производят мягчащего действия на голье. Помимо протеолитических ферментов, играющих главную роль при М., нек-рое значение приписывается и присутствующему в панкреатине жиро-расщепляющему ферменту—липазе. Одновременному действию триптазы и липазы благоприятствует то обстоятельство, что оптимум их действия находится при одинаковом значении pH (~8). На основании современных знаний о сущности процесса М. его задачи м. б. сведены к следующему: 1) обеззоливание, 2) уничтожение нажора, 3) растворение грязи (гнейста)—остатков луковичек и стержней волос и частиц эпидермиса, 4) растворение свернувшихся белков, 5) удаление ретикулярной ткани, 6) разрыхление коллагеновых волокон (первоначальная стадия пептизации) и 7) гидролиз или эмульсификация естественных жиров шкуры.

М. киселями. Киселевание является с давних времен весьма распространенным способом. Оно представляет собой, по Вуду, процесс преимущественно химический и обусловливается слабыми органич. кислотами, хорошо растворяющими известь. Образующиеся при брожении газы изолируют волокна и фибриллы друг от друга и делают всю кожевую ткань более тягучей и рыхлой. Такое состояние голья способствует лучшему и более быстрому проникновению таннидов и получению мягкой и нежной кожи. Это действие происходит исключительно в свежих сладких киселях, где имеет место только спиртовое брожение. Вследствие действия бродильных грибков спиртовое брожение скоро прекращается, и начинается кислотное брожение; поэтому голье надо выдерживать сначала на старом кислом киселе, а потом уже на свежем. Немягченое голье является набухшим, хрящеватым и упругим наподобие резины. После М. оно становится опавшим, скользким, настолько мягким, что на нем остается след при надавливании двумя пальцами, и кроме того пористым в такой степени, что пропускает воздух при небольшом давлении. Технология М.—см. *Кожевенное производство*.

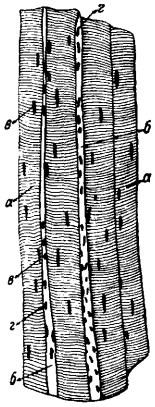
Лит.: Вуд, Кожевенное производство, пер. с англ., П., 1923; Завадский А., Курс кожевенного производства, ч. 1, 2 изд., М., 1923; Вильсон Д. А., Химия кожевенного производства, пер. с англ., Л.—М., 1927; Wilson J. A., The Chem. of Leather Manufacture, v. 1, New York, 1928; Vagda, Jahresbericht, Darmstadt, 1927—29; «Collegium», Ober-Ramstadt, 1901—29; «Journal of the Amer. Leather Chem. Assoc.», Wsh., 1915—29. **П. Копелиович.**

МЯГЧИТЕЛИ, см. *Пластификаторы*.

МЯСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, см. *Промышленность мясная*.

МЯСО, все части тела животного, могущие быть использованными в пищу. Это определение несколько обширно, т. к. включает в объем понятия не только М. млекопитающих животных (бык, вол, бараны, овцы, козы, свиньи, лошади), но и М. птиц, рыб, ракообразных, мягкотелых и амфибий. В более обычном употреблении под М. подразумевают мышечную ткань убойных животных с прилегающими к ней костями и сухожилиями и внутренние органы. Наука о М.—мясоведение—в широком значении этого слова охватывает: биологию, морфологию, химию, патологию и технологию М.; исследование М.; изменения—при переработке (колбасы, консервы и т. д.), при

консервировании холодом (охлажденное, мороженое, талое М.) и при употреблении в пищу (питательность, усвояемость М.). Ценность, или качество, М. определяется в зависимости от места его нахождения в теле животного, возраста, пола и состояния здоровья животного. Мясоведение изыскивает методы наиболее рационального использования мясных продуктов при приготовлении из них пищи. Основное значение в питании человека имеет М. убойных животных: крупного рогатого скота—говядина; баранов и овец—баранина; свиней—свинина; телят—телятина и ягнят—ягнятина. Менее распространено М. лошадей—конина. Мясо различают по цвету, составу, строению, запаху и вкусу. М. состоит из мышечных (мускульных) волокон, костей и связок или сухожилий. Цвет свежего М. варьирует от светлорозового (свинина, телятина) до темнокрасного (тощая говядина). Цвет мяса зависит также и от возраста животного — у молодых животных М. имеет более светлую окраску. Главная составная часть М.—вода, содержание к-рой в разных категориях М. колеблется от 65 до 85%. Вода, выжатая из куска М., с растворенными в ней белковыми соединениями и солями, окрашенная в темнорозовый, почти красный цвет, образует «мясной сок». Кроме воды в М. заключаются белки (протеины), жир, углеводы и минеральные соли. Чем жирнее мясо, тем в нем меньше содержание воды. По отношению к мясу млекопитающих наибольшее содержание воды — в телятине, наименьшее — в свинине. Средний состав мяса (собственно мышечной ткани) млекопитающих животных по Гофману: твердых частей 21,7—25,5%, воды 74,5—78,3%; по Кёнигу органич. веществ 20,8—24,5%, неорганич. веществ 0,8—1,8%. В мясе животных содержатся азотистые и производные азотистых веществ: альбумин, глобулин, протагон, цереброзиды, липоиды, эластин, хондроген, коллаген, также энзимы, калиальбуминаты, креатин, креатинин, миозин, мускулин, гемоглобин (красящее вещество М.), нуклеин, ксантин, саркин, инозиновая к-та, мочевая кислота, мочевина, лецитин; безазотистые вещества: гликоген, инозит, молочная кислота, неопределенные количества масляной, уксусной и муравьиной к-т, жир и минеральные соли, газы (углекислый газ и следы азота). По последним данным в М. теплокровных содержатся витамины А, В и С. Минеральные составные части М. млекопитающих составляют 3,2—7,5% свободного от воды М. и состоят преимущественно из фосфата калия или кальция и поваренной соли. Зола М. теплокровных содержит большое количество калия и незначительное количество натрия; в М. рыб в большинстве случаев замечается обратное явление.

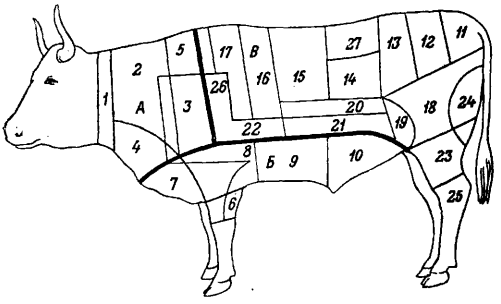


Фиг. 1.

Строение М. Состоит М. из костей с хрящами, мышц, жира, связок (сухожилий), лимфатических желез. М. (мышечная ткань) образует покров скелета животного, к костям к-рого закрепляется группа мышц при помощи связок. Строение мышечной ткани бывает двоякого рода: поперечнополосатое и гладкое. Большинство мускулов тела убойных животных имеет поперечнополосатые мышцы. Мышцы состоят из пучков волокон, окруженных соединительной тканью; пучок волокон в свою очередь представляет совокупность отдельных волокон толщиною в 0,3—0,7 *мм* и длиною в 6—12 *см*. Отдельное мышечное волокно, основной элемент М., окружено оболочкой, обтягивающей его. Эта оболочка (сарколемма) наполнена мя ким содержимым—сократительным мускульным веществом—мускулином, или протоплазмой. Протоплазма мышечных волокон исчерчена поперечными полосками, между к-рыми вкраплено множество ядер (см. фиг. 1, где *а*—протоплазма; *б*—рыхлая соединительная ткань, связывающая отдельные волокна; *в* — ядра мышечных волокон; *г* — ядра соединительной ткани). При специальном препарировании каждое волокно возможно расчленить по высоте на отдельные элементы, называемые мышечными столбиками, соединенные между собой протоплазмой. В свою очередь мышечный столбик при особой обработке разлагается на ряд тончайших ниточек, носящих название фибрилл (фиг. 2). Фибриллы состоят по длине из чередующихся рядов темных и светлых дисков, благодаря чему волокно представляется исчерченным поперек и вдоль. Таким образом основным элементом строения мышцы являются фибриллы, собранные в волокна. Группа волокон образует пучок, и наконец группа мышечных волокон составляет мускул, концы которого закрепляются к костям при помощи сухожилий, или фасций. Мышечная ткань почти всех внутренних органов состоит из гладких мышечных волокон, не обладающих способностью произвольного сокращения. Только мышца сердца представляет исключение, имея поперечнополосатое строение ткани. Чем старше животное, чем больше оно было в работе, тем грубее соединительная ткань и оболочка отдельных мышц. Наоборот, чем моложе животное, тем более нежна и мягка эта ткань. При приготовлении пищи (варка, жарение и т. п.) в мясе молодых животных соединительная ткань легче и быстрее размягчается, переходя в клей и желатину; М. таких животных при одних и тех же условиях мягче и вкуснее, нежели М. старых или бывших в долгой работе животных. М. молодой коровы или молодого вола нежнее и вкуснее, нежели М. старого быка (бугая). М. кастрированных животных вообще обладает значительно лучшими вкусовыми и питательными качествами, нежели мясо некастрированных. Мясо последних в большинстве случаев имеет специфический запах мочи. Вследствие этого обстоятельства, как правило, производят кастрацию тех животных, мясо которых предназначено в пищу.

Фиг. 2.

Жир в М. бывает двух родов—поверхностный, отлагающийся поверх мускульной ткани, и жировая проросль—прорезающая отдельные волокна М. Проросшее жиром М. более вкусно и сочно и в разрезе имеет вид мрамора. «Мраморность» М. определяет его качество, и М. тем выше сортом, чем более



Фиг. 3.

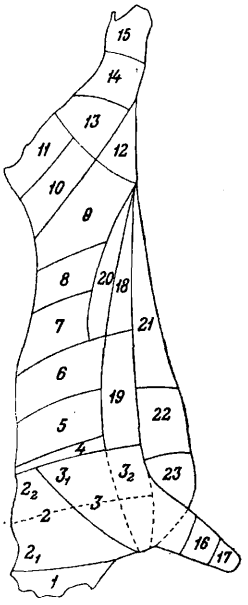
определенно выражены прослойки жира. М. в туше животного в отношении качества распределяется неравномерно. Сорт М. тем выше, чем меньше в нем сухожилий и костей и чем больше жировая прослойка в толще мышечной ткани. Вообще у крупного и мелкого скота лучшее высокосортное М. находится в задней части туши, а низкосортное ближе к голове, шее и конечностям, где мышечная ткань в особенности часто пронизана грубой соединительной тканью и связками (сухожилиями, фасциями). Наилучшая часть в туше залегает по обе стороны позвоночного столба, ближе к хвостовым позвонкам (горбушка, оковалок, филей, толстый и тонкий край, кострец). На фиг. 3—6 приведены московские методы разделки туш.

Сортировка туши в Москве. I. Туша крупного рогатого скота. А. Перед: *1*—зарез (3-й сорт), *2*—шея (2-й с.), *3*—лопатка (2-й с.), *4*—гривенка (2-й с.), *5*—подплечный, или мякотный, край (2-й с.), *6*—рулька (3-й с.). Б. Грудина: *7*—челышко (2-й с.), *8*—грудь, или середина грудины (2-й с.), *9*—завиток (2-й с.), *10*—пашинка (2-й с.). В. Стан: *11*—горбушка (1-й с.), *12*—кострец (1-й с.), *13*—оковалок, или ростбиф (1-й с.), *14*—середина филея (1-й с.), *15*—тонкий филей, или подчанок (1-й с.), *16*—тонкий край (1-й с.), *17*—толстый край (1-й с.), *18*—огузок, или середина огузка (1-й с.), *19*—щуп (1-й с.), *20*—первая покромка от филея (2-й с.), *21*—вторая покромка от филея (2-й с.), *22*—покромка от края (2-й с.), *23*—подбедерок (2-й с.), *24*—ссек (1-й с.). *25*—голяшка (3-й с.), *26*—зачистка (3-й с.), *27*—филей (1-й с.). Разрубка туши по данным проф. Андреева П. Н. (фиг. 4): *1*—зарез, *2*—шея (2_1—мякотный край и гривенка, 2_2—подплечный край), *3*—лопатка (3_1—лопатка плечо, 3_2—лопатка с мозговой костью), *4*—зачистка передка, *5*—толстый край, *6*—тонкий край, *7*—тонкий филей, *8*—толстый филей, *9*—оковалок, *10*—кострец, *11*—горбушка, *12*—щуп, *13*—огузок, *14*—подбедерок, *15*—голяшка задняя, *16*—рулька, *17*—голяшка передняя, *18*—краевая первая покромка, *19*—краевая вторая покромка, *20*—филейная покромка, *21*—пашинка, *22*—завиток, *23*—грудинка. (*3*, *16*, и *17* составляют переднюю ногу, или окорок; *10*, *11*, *12*, *13*, *14* и *15*—заднюю ногу, или окорок).

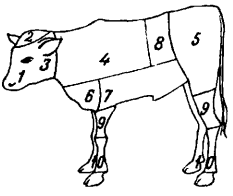
II. Туша теленка: *1*—голова, *2*—мозги, *3*—шея, *4*—котлетная часть, *5*—задние ножки, *6*—грудинка, *7*—лопатки, или передняя часть, *8*—котлетная часть, *9*—булдышки, *10*—ноги.

III. Свиная туша. *1*—голова и шея, *2*—зашеина, *3*—лопатка, *4*—котлетная часть, *5*—грудина, *6*—окорока, *7*—булдышки, *8*—ноги.

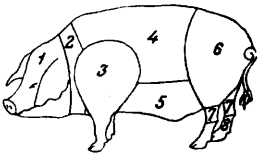
Говядина—М. коров, волов и быков. Лучшее М. получается от молодых взрослых животных до 3—4 лет, хорошо откормленных. Говядина от взрослых особей—от ярко-красного до кирпично-красного цвета, прослоена жиром (у хорошо упитанных животных). Чем моложе животное, тем светлее окраска М. Строение волокон говядины зависит от возраста и пола животного: у старых особей волокна грубее, у молодых тоньше и нежнее. Жировая прослойка и мягкая соединительная ткань—главные условия получения нежного, вкусного и сочного М. Телятина по цвету отличается от говядины более бледной окраской и более тонким строением волокон мышечной ткани. Телятина недавно родившихся и неоткормленных телят почти лишена жира, она содержит много дающих клей веществ и от 75 до 78% воды. При выпойке телят молоком в мясе отлагается жир, однако не прослаивая мышечных волокон, а залегая тонким слоем снаружи. Баранина — светлокрасного цвета у молодых и темноватокрасного у старых животных. Строение мышечной ткани—крупноволокнистое, смягченное у молодых животных мягкой структурой соединительных оболочек и жировой прослойкой между отдельными волокнами. М. баранов имеет специфич. запах и вкус. Качество свинины зависит от породы, возраста и способа откорма. Цвет М.—от бледнокрасного до серо-розового, а в нек-рых частях туши мышцы почти белого цвета. М. прослоено жиром в большей или меньшей степени, в зависимости от породы и откорма: у английских пород свиней (иоркширы, беркширы)



Фиг. 4.



Фиг. 5.



Фиг. 6.

жировая прослойка заметнее, у местной беспородной свиньи даже при хорошем откорме мясо почти не прослаивается жиром, который облегает его снаружи. Жир, отлагаемый на наружной поверхности мышц свиней, носит название шпига. Мышечная ткань—тонковолокнистого строения, вследствие чего свинина по вкусу нежна и мягка. С возрастом волокнистость мышц грубеет, поэтому у старых животных (свыше $1^1/_2$ г.) М. более жестко и грубоволокнисто. Свинина наилучшего качества получается при убое свиней в возрасте 8—10 мес., откормленных отходами переработки молока, отрубями, карто-

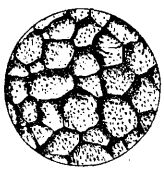
фелем и кукурузой (в смеси с первыми кормами). Конина—М. лошадей—темнокрасного или сине-буро-красного цвета, бедно содержанием жира, тонковолокнистого строения, с сильно развитой соединительной тканью и плотными сухожилиями. Процентное содержание гликогена—животного крахмала—в лошадином мясе может достигать 1,0% в отличие от М. рогатого скота, в к-ром гликогена содержатся следы. Мясо молодых животных по вкусовым качествам и питательности мало отличается от говядины; М. старых животных, истощенных работой, имеет в вареном виде сладковатый вкус, невкусно и жестко. Конский жир, вследствие большого содержания в нем олеина,—мягкой консистенции, легкоплавок и желтоватого цвета. По требованию санитарного надзора конина должна продаваться отдельно от других видов мясных продуктов во избежание фальсификации ею говядины. Козлятина—М. коз—от светлокрасного (у молодых) до темнокрасного (у старых) животных, по вкусу напоминает баранину с той лишь разницей, что козлятина бедна содержанием жира, обычно не отлагающегося между волокнами.

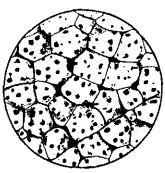
Различают М.—годное в пищу, условно годное и негодное, или бракованное. М., годное в пищу, получается от вполне здоровых животных. Условно годное М. выпускается с бойни лишь в обеззараженном виде. Такое М. получается от животных, болезнь к-рых делает М. непригодным к употреблению в сыром виде, вследствие опасности заражения (например финноз и др.). Негодное, или бракованное, М. получается от животных, больных трихинозом, эхинококками, бешенством, туберкулезом или зараженных другими паразитами или болезнями, опасными для человека. М. условно годное после стерилизации паром, посолки или варки м. б. выпущено в продажу. М. негодное, или бракованное, утилизируется для технических целей на получение технич. жира и мясокостного тука. Переработку такого М. производят в закрытых котлах, подвергая его действию острого пара в 6—7 *atm* (экстрагирование жира), с последующей сушкой разваренного остатка М. и костей в сушильном аппарате. Получаемый мясокостный жир используется как удобрение или интенсивный корм для птиц и домашних животных. М., только что полученное от убоя, не потерявшее еще животной теплоты, носит название горячепарного. Через 20—24 ч. оно теряет 2—2½% своего веса за счет испарения с его поверхности влаги; такое М. носит название остывшего парного. Горячепарное М. имеет щелочную реакцию, к-рая через некоторое время переходит в кислую. Последнее обстоятельство обусловлено развитием в М. молочной к-ты, способствующей т. н. созреванию М. Процесс созревания не находится в причинной связи с деятельностью бактерий; это—процесс ферментативный. Явление гидролитич. расщепления, происходящего в М. без наличия бактерий, носит название автолиза.

Созревание М. делает его более мягким, усвояемым и вкусным. Трупное окоченение М., наступающее вскоре после убоя животных и предшествующее процессу созревания, сообщает М. жесткость, и, как предполагают, лишь последующее образование молочной кислоты, которая как бы мацерирует волокна, придает им желательную мягкость.

Для сохранения мясных продуктов применяются разнообразнейшие методы: действие холода, сушка, варка, жарение, копчение, посолка и консервирование в жестянках. За исключением холода все остальные методы базируются на удалении из мясных продуктов воды, вследствие чего значительно повышается стойкость М. при хранении. М. парное при обычной (комнатной) $t°$ может пробыть без порчи непродолжительное время—до 2—3, максимум 4 суток. Продолжительность сохранения М. при обычной $t°$ (15—20°) зависит от образования на его поверхности тонкой пленки, т. наз. корочки. М. сохраняется лучше, если животное при убое хорошо обескровлено и на туше (в цельном виде) образовалась прочная корочка. Корочка образуется вследствие высыхания (выветривания) поверхностного слоя, и, чем прочнее корочка, тем дольше м. б. сохранено М. даже при сравнительно высокой $t°$. Отсюда—главное условие сохранения парного М.—усиленная естественная или искусственная вентиляция и циркуляция (проветривание) складского помещения. Порча М. обычно начинается в тех местах, где корочка размягчена или осклизла. М. приобретает затхлый, кисловатый запах, постепенно переходящий в резкий аммиачный. Кислая реакция М., при дальнейшем процессе порчи, переходит снова в щелочную. Действием холода можно задержать развитие в мясе бактерий—микроорганизмов, способствующих его порче. Парное мясо, подвергнутое охлаждению при $t°$ 1—2°, через 24—36 ч. теряет животную теплоту, показывая в толще мышц 2—3,5°. Такое М. называется охлажденным. Сохранение охлажденного М. без порчи возможно в холодильной камере в течение 14—20 дней при $t°$ 1—2° и влажности в 70—75%. Действие холода, задерживая влияние микроорганизмов брожения и гниения, не препятствует созреванию М., а период самого созревания удлиняется без вреда для М., благодаря чему охлажденное М. по усвояемости и вкусовым качествам значительно лучше парного. Замораживание М. в современной мясной промышленности производится по двум способам: медленное замораживание в охлаждаемых камерах с $t°$ от −12 до −15°; при влажности 80—85%; быстрое замораживание — при $t°$ −20 ÷ −22° в рассоле или в специальных аппаратах. Для полного промерзания мяса в толще продолжительность процесса медленного замораживания должна равняться 3—4 суткам. Этот метод устарел и считается несовершенным. Быстрое замораживание возможно полутушами и четвертинами в течение нескольких часов (12—18), а мелкими кусками—в 7—9 ч. При медленном замораживании вода, заключенная в мышечной ткани, постепенно выкристаллизовывается из волокон, образуя между пучками волокон довольно крупные кристаллы льда. Эти кристаллы раздвигают волокна, отчасти их разрушая. Под микроскопом та-

кое М. имеет вид, изображенный (по Каллерту) на фиг. 7 (мышечная ткань, очень быстро замороженная), 8 (несколько медленнее замороженная) и 9 (весьма медленно замороженная). При медленном оттаивании в течение 2—3 суток замороженного таким способом М. вода, выделяющаяся от таяния льда, постепенно абсорбируется (всасывается) обратно мышечными волокнами, однако не полностью: часть влаги в таком М. выделяется на поверхность в виде мясного сока, и эта часть тем значительнее, чем быстрее был


Фиг. 7.


Фиг. 8.

Фиг. 9.

проведен процесс оттаивания. По этой причине поверхность оттаянного М. имеет влажный, осклизлый вид. При быстром замораживании вода мускульной ткани не успевает выделиться из волокон, и превращение ее в лед совершается в виде мелкокристаллич. крупинок или игол, равномерно распределенных по всей массе волокон, причем связь между волокнами почти не нарушается. При оттаивании мясной сок не выделяется, и оттаянное М. почти ничем не отличается от свежего. Процесс быстрого замораживания открывает огромные перспективы в розничной торговле мороженым мясом в упаковке. Куски М., замороженные в течение нескольких часов, упаковываются и выдерживаются в камере хранения при темп-ре от −6 до −8° продолжительное время и в любое время года могут быть реализованы розничной торговлей. Такое мясо возможно оттаять без особых приспособлений в условиях домашнего хозяйства, и полученный продукт ничем не будет отличаться от свежего. Между тем медленно замороженное М. требует специальных устройств для своего оттаивания, процесс занимает очень много времени и уже по этому одному является невыгодным и рискованным. Т а л о е М.—оттаявшее в естественных условиях, характеризуется обилием мясного сока (влажностью) на поверхности и рыхловатостью консистенции; углубление, произведенное в нем вдавливанием пальца, медленно исчезает; такое М. марает руку при ощупывании. Цвет талого мяса темнокрасный, при долгом лежании иногда бурый (темный). Правильно оттаянное М. лишено этих отрицательных качеств талого М. Основной принцип оттаивания: длительность процесса оттаивания прямо пропорциональна продолжительности замораживания. От охлаждения и замораживания М. обычно не изменяется в цвете. Изменение окраски происходит от б. или м. продолжительного хранения М. Чаще всего охлажденное М. с течением времени темнеет, а мороженое—приобретает бледносерый оттенок от сильного усыхания верхних слоев.

М. д л я о п т о в о й т о р г о в л и—идет цельными тушами или последние разрубаются на отдельные части. Туши крупного рогатого скота разделывают на бойне обычно согласно условиям местного рынка. Кроме московской разделки в некоторых городах СССР принята своя разделка: в Ленинграде, Харькове, Киеве, Одессе, Казани, Воронеже, Саратове, Нижнем-Новгороде, Архангельске, Ульяновске, Владикавказе, Ростове н/Д, Оренбурге, Баку и Севастополе. Кроме того приняты еще т. н. международная и колбасная разделки туш. Московская и ленинградская разрубки в основание кладут разделение туши на три части: передок, стан и грудину. Отношение отдельных частей туши к целой туше (в %):

Разделка туш	Передок	Стан	Грудина
Московская разделка . . .	30,4	57,4	12,2
Ленингр. » . . .	40,3	45,5	14,2

Разделка туш крупного рогатого скота, применяемая в Москве и Ленинграде, крайне сложна и затрудняет организацию снабжения охлажденным мясом этих городов, т. к. разделение каждой туши на три неодинаковые, некомпактные части не позволяет произвести полную загрузку вагонов-рефрижераторов и тем удорожает перевозку М. Доказано опытом, что при московской разделке в вагон-ледник возможно погрузить М. на 10—15% меньше, нежели при разделке туш половинками или четвертинками. В международной торговле охлажденным и мороженым мясом крупного рогатого скота существует стандартная разделка туш на четыре четвертины. Туша вначале разрубается вдоль хребта на две половинки, затем каждая половина между четвертым и пятым ребром разрубается на две четвертины. Т. о. каждая туша разделяется на две передних и две задних четверти. Последние ценятся на 10—15% выше первых. В таком виде М., в охлаждаемых камерах пароходов, транспортируется во все страны, упакованное (каждая четверть отдельно) в прочную джутовую или конопляную ткань (мешечный холст) во избежание загрязнений.

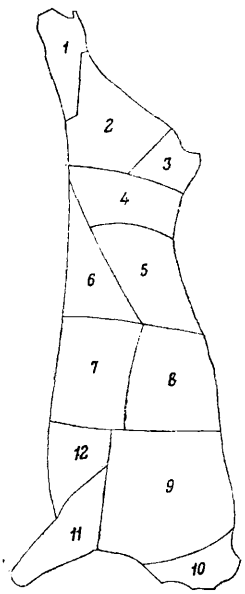
Американская стандартная разрубка (фиг. 10) дана в табл.

Американская стандартная разрубка туши крупного рогатого скота.

№№	Английское название части туши	Приблизит. русское соотв. название части (в московской разрубке)
1	Hind shank	Подбедерок и голяшка
2	Round	Щуп, огузок и кострец
3	Rump	Горбушка
4	Loinend	Оковалок
5	Sport loin	Тонкий и толстый филей
6	Flank	Обе покромки и нашишка
7	Peate	Завиток и покромка от края
8	Rib	Тонкий и толстый край
9	Chuck	Шея, лопатка, гривенка и мякотный край
10	Neck	Зарез
11	Foreshank	Рулька и голяшка
12	Brisket	Челышко и грудинка

О п р е д е л е н и е д о б р о к а ч е с т в е н н о с т и М. и м я с н ы х п р о д у к т о в. Процесс разложения мясных продуктов м. б. различен в зависимости от рода микроорганизмов, от особенностей М. и внешних усло-

вий. Большинство методов основано или на установлении продуктов разложения или на выявлении бактерий. Изменение реакции М. устанавливается розоловой кислотой или на лакмус. Применяется реакция на аммиак Эбера и реакция на сероводород. Разными авторами предлагались методы, основанные на обнаружении различных продуктов распада, например ароматич. оксикислот, индола, скатола, птомаинов, жирных кислот, пептонов, меркаптанов, аминокислот, полипептидов и др. Другие методы основаны на установлении концентрации водородных ионов в вытяжке, на способности М. к набуханию в разных растворах, на количестве энзимов, на криоскопич. определении в вытяжках, на их электропроводности. Выявление бактерий производится либо под микроскопом и на культурах либо же химико-биологическими методами; последние основаны на определении скорости поглощения кислорода аэробами мясной вытяжки или скорости разложения кислородсодержащих солей анаэробами (методы Тильманса). До сих пор еще значительную роль играют органолептические пробы.



Фиг. 10.

Лит.: Рейнш А., Мясо и мясные продукты как предмет питания и промышленности, пер. с нем., М., 1925; Каллерт Э., Мороженое мясо, Производство, транспорт и хранение, пер. с нем., М., 1928; Мясное дело, Справочник для мясозаготовителей, М., 1926; Бекенский П. В., Технология мяса, Ленинград, 1925; Monvoisin A., La conservation par le froid des denrées périssables, p. 220—328, Paris, 1923; Moulton C. K., Meat through the Microscope, Chicago, 1929; Tomhave M. S., Meats and Meat Products, Lippincott's Farm Manuels, Philadelphia, 1925; Schueren A., Meat Retailing, Chicago, 1927; Hesler M. D., Farm Meats, New York, 1923; König J., Chemie der menschlichen Nahrungs- u. Genussmittel, B. 1—3, B., 1919—29; Gotschlich E., Handbuch d. hygienischen Untersuchungsmethoden, B. 2, Jena, 1927; Grossfeld J., Anleitung zur Untersuchung der Lebensmittel, Berlin, 1927; Beythien A., Hartwich C., Klimmer N., Handbuch der Nahrungsmitteluntersuchung, Leipzig, 1914.

Д. Христодуло.

МЯТА, Mentha, многолетнее травянистое растение из сем. губоцветных (Labiatae), имеющее большое число видов, легко скрещивающихся между собой, образуя новые виды и разновидности. Ряд сортов М. возделывают как лекарственные растения и для получения эфирного масла (см. *Мятное масло*). Наиболее известны след.: перечная, или английская, М. (M. piperita) и кудрявая, или немецкая, М. (M. crispa). Перечная М.—растение высотой до 70 *см* с подземными корневищами, несущими стелющиеся побеги с овальными зазубренными листьями и красновато-фиолетовыми цветами, собранными в продолговато-колосовидные соцветия на концах стеблей. По цвету стебля различают белую (холодную) М. с зеленым стеблем и черную—с темнокрасным. Белая М. дает меньший выход мятного масла, однако более высокого качества. Для сохранения чистоты сорта М. предпочитают размножать ее вегетативным путем (черенками, отводками, делением куста). Чтобы засадить М. 1 *га*, необходимо 120—160 тыс. черенков (при расстоянии между кустами в рядах 25—35 *см* и между рядами 35—45 *см*). М. предпочитает рыхлые, не тяжелые почвы; требует яркого освещения; в тени повышает урожай листьев, но зато дает пониженные выхода масла и притом более низкого качества. В засушливых районах выход масла повышается. Урожай М. дает в течение 3—4 лет, начиная со второго года после посадки. М. плохо переносит засоренность, поэтому в севообороте помещается обычно после пропашных; требует хорошего удобрения и обработки. Летний уход за плантацией М. заключается в мотыжении с целью уничтожения сорняков. Так как М. плохо перезимовывает и легко замерзает, особенно в бесснежные зимы, то с осени ее пропахивают, слегка прикрывая слоем почвы. Сбор М. заключается в обрывании листьев или в снятии целых растений и производится один, реже два раза в лето. С 1 *га* собирают 10—15 *ц* листа, что дает до 20 *кг* масла (в З. Европе всего 9—11). Кудрявая М. отличается от перечной курчавыми листьями с сердцевидным основанием и более коротким, сжатым соцветием. Техника возделывания—та же, что и перечной М., но кудрявая М. менее прихотлива и легче переносит мороз и засуху.

За последнее время появляется интерес к японской М. (M. japonica), дающей масло с высоким содержанием ментола. В незначительных количествах разводят полей (M. Pulegium), из к-рого также добывают масло, и нек-рые другие М. (M. grucilis, M. sotreades). Лимонной М. называют часто цитрон-мелиссу (Melissa officinalis), близкое к М. растение, из листьев к-рого получается эфирное масло, используемое в косметическом и парфюмерном деле. Мелиссу разводят как вегетативно, так и семенами. Возделывается иногда как *медоносное растение* (см.).

Лит.: Пашкевич В., Лекарственные растения, их культура и сбор, 2 изд., М.—Л., 1930; Шасс Е. и Соцыперов Ф., Лекарственные и лекарственно-технические растения СССР, М., 1927; Копейковский М. и Кровцов П., Новые лекарственные и технич. культуры для Сев. Кавказа, Краснодар, 1928; Клинге А. Г., Лекарственные, душистые и технич. растения, П., 1916; Соцыперов Ф. А., О перечной и кудрявой мяте, «Труды по прикладной ботанике», СПБ, 1913, том 6, выпуск 7; Соболевская О. Ю., О свойствах и выходах перечномятного масла, полученного в условиях Саратовской губ., «Труды Научного химико-фармацевтич. ин-та», 1928, вып. 19; Кузьмин В. А., К вопросу о содержании и свойствах эфирного масла в полтавской культурной мяте, там же, 1927, вып. 17.

Н. Соколов.

МЯТНОЕ МАСЛО, эфирное масло *мяты* (см.). Соответственно исходному сырью на рынке различают два вида М. м.: перечномятное и кудрявомятное.

Перечномятное масло получается из зеленых частей или листьев Mentha piperita (с выходом ок. 1% на свежий лист) отгонкой с водяным паром. Отгонка ведется либо из воздушносухого либо из провяленного сырья; в последнем случае расход пара

значительно ниже, качество масла не ухудшается. Рыночные сорта перечномятного масла: английское, или митчамское, считающееся наивысшим по запаху и вкусу; американское, занимающее следующее место по качеству; германское, или саксонское, приближающееся к предыдущему; итальянское, или итало-митчам, и французское занимают на рынке незначительное место, но относятся также к высоким сортам; японское, представляющее по вкусу и запаху низший сорт, служит главн. образом для получения *ментола* (см.). Русское М. м. при правильной выработке соответствует по качеству американскому, однако кустарное его производство дает обычно низкосортный продукт. Составные части перечномятного масла: ментол, его уксусный и изовалериановый эфиры, ментон, α-пинен, фелландрен, l-лимонен, цинеол, лактон состава $C_{10}H_{16}O_2$, кадинен, амиловый спирт, уксусный и изовалериановый альдегиды, диметилсульфид. В зависимости от сорта, места происхождения, а также от времени сбора соотношение отдельных составных частей, в особенности ментола, его эфиров и ментона, сильно меняется. Первое место по выработке перечномятного масла занимает Япония, ежегодная выработка которой достигает 700 *т*, на втором месте стоят США с выработкой до 400 *т*, в остальных странах (Англия, Италия, Франция, Канада, Китай и др.) выработка значительно ниже. В России до войны 1914—18 гг. производство М. м. было сосредоточено почти исключительно в Полтавской губ.; незначительные количества его добывались также в Тульской и Казанской губ.; общая выработка, составлявшая ок. 10 *т*, была недостаточна для покрытия внутренней потребности. За последние годы производство М. м. быстро развернулось на Украине, давшей в 1927/28 г. около 100 *т*. К 1931 г. под культурой мяты предположено иметь не менее 6 000 *га*. Кроме Украины производство М. м. развертывается на Сев. Кавказе и в Тульском районе. Качество перечномятного масла регулируется стандартом ОСТ 501, где и приведены нормы и методы испытания.

Кудрявомятное масло. Существует несколько сортов его. Американское получается из Mentha spicata, германское— из M. spicata var. crispa. В обоих случаях перегонке с паром подвергаются зеленые части растения, дающие выход около 0,3% масла с содержанием от 42 до 60% карвона. Кроме карвона в этих М. м. установлено присутствие l-лимонена, α-пинена и l-фелландрена; в америк. масле установлено присутствие дигидрокуминоваго спирта, а в германском—дигидрокарвеола. Русское кудрявомятное масло получается из M. verticilata var. strabala; в нем содержатся l-линалоол (около 60%), карвон (5—10%), цинеол, l-лимонен. Производство до войны 1914—1918 гг. было сосредоточено в Тульской и Полтавской губ.; в настоящее время оно сохранилось лишь на Украине.

Применение М. м. охватывает пищевую промышленность (кондитерские изделия, напитки), косметич. производства (зубные порошки, элексиры и другие средства ухода за ртом, освежающие жидкости) и медицинские нужды. **Б. Рутовский.**

Лит.: см. *Эфирные масла.*

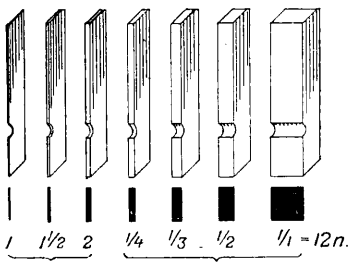
Н

НАБИВКА тканей и пряжи, получение узора на этих материалах при помощи красящих веществ. В широком смысле слова этот термин обнимает все способы печатания и украшения волокнистых материалов узорами: *ситцепечатание* (см.), т. е. узорчатую расцветку хлопчатобумажных тканей, производимую машинным способом, р у ч н у ю Н., или печатание бумажных или льняных тканей, печатание пряжи, шерстяных и шелковых тканей, как машинное, так и ручное (см. *Народное искусство*, н а б о й к а), трафаретную и даже ручную раскраску тканей, баттиковую Н. при помощи воскового резерва и т. д. В более узком смысле набивкой называют ручное печатание тканей, производство «набоек», бывшее в старину наиболее распространенным способом узорчатой расцветки и до сих пор сохраняющееся на некоторых фабриках и в кустарном производстве.

Лит.: С о б о л е в Н. Н., Набойка в России, Москва, 1912.

НАБОЙКА, см. *Набивка*, *Ситцепечатание* и *Народное искусство*, н а б о й к а.

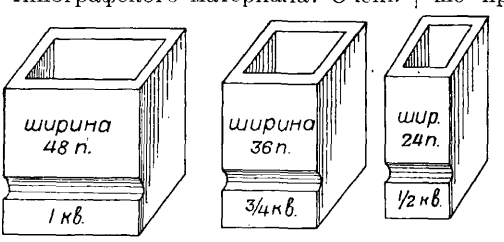
НАБОР ТИПОГРАФСКИЙ, начальная операция составления печатной формы из отдельных знаков, линеек и пробельного материала. Н. т. осуществляется двумя способами: р у ч н ы м и м а ш и н н ы м. Основой ручного набора служит шрифт, под которым понимается большое количество комплектов, отлитых из типографского металла—*гарта* (см.)—букв, или литер. Комплекты шрифтов различных рисунков включают в себе все буквы алфавита и необходимые знаки для русского и иностранных языков; имеются и отдельные комплекты различных применяемых при наборе знаков, например математических, астрономических, метеорологических и других. При наборе таблиц и во многих других случаях применяются еще особые медные или гартовые линейки различных рисунков—тонкие, двойные, черные, узорчатые и т. п. Все элементы шрифта несут на себе выпуклое изображение какой-либо буквы или знака; они имеют строго одинаковую высоту—необходимое условие для возможности печатания. Кроме литер и особых знаков для получения пробелов между отдельными буквами, словами и в прочих случаях применяется более низкий материал, не несущий на себе изображений, в виду низкого роста не накатываемый краской и не дающий поэтому никакого оттиска. Этот п р о б е л ь н ы й материал делится на следующие группы: шпации, квадраты, шпоны, реглеты и марзаны. Ш п а ц и и, преимущественное назначение к-рых образовать пробелы между буквами и словами, как пробельный материал, обслуживающий непосредственно шрифт, в типографиях называют иногда п р и б о р о м (на фиг. 1—шпации на кг. 12 разных толщин). Шпация, ширина к-рой равна кеглю, наз. к р у г л о й, а шпация—половинной толщины — п о л у к р у г л о й. Ш п о н ы имеют вид б. или м. тонких линеек и применяются преимущественно для образования пробелов (интерлиньяжа) между строками книжного набора; назначение к в а д р а т о в и м а р з а н о в — заполнять более крупные пробелы в наборе (фиг. 2).

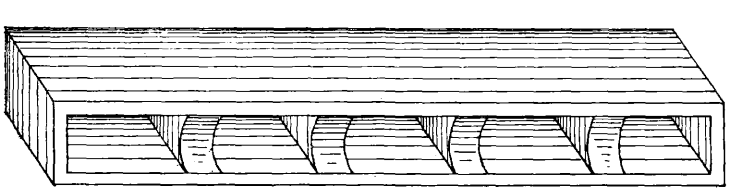


Фиг. 1.

Т и п о г р а ф с к а я с и с т е м а. Ручной шрифт со времени изобретения книгопечатания (в половине 15 века) не подвергся почти никаким изменениям, за исключением того, что весь наборный материал делается по строгой системе в отношении размеров, носящей название т и п о г р а ф с к о й с и с т е м ы. В основу «системы Дидо», названной так по имени придавшего ей законченную форму известного французского типографа-словолитчика 18 века Франсуа Амбруаза Дидо, положен точный размер существовавшего в то время французского государственного фута, делившегося на 12 дм., каждый из которых имел 12 линий. $^1/_6$ этой линии взята была как самая мелкая единица типографских измерений и получила

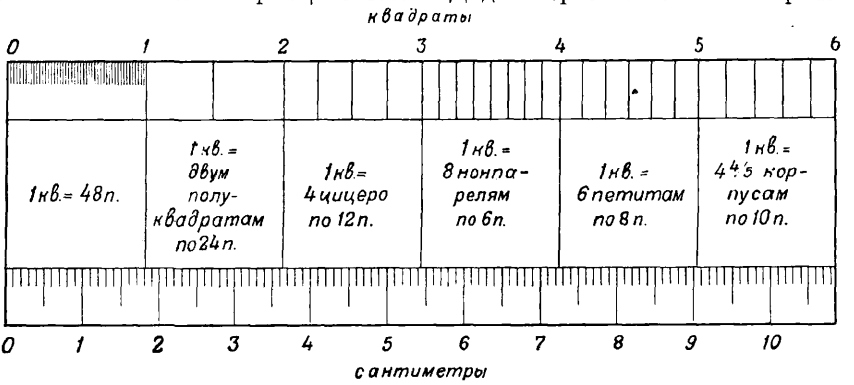
название типографского пункта. Впоследствии размер пункта был вычислен в единицах метрич. системы и оказался равен 0,376 *мм*—определение, сделанное физико-техническим ин-том в Шарлоттенбурге и принятое нашей Главной палатой мер и весов. Но обращение с такой незначительной величиной как пункт, равной приблизительно $^1/_3$ *мм*, довольно затруднительно. Поэтому следующей практич. мерой является типографский квадрат, равный 48 пунктам или 18,051 *мм* (счет на *мм* в типографиях не применяется и цифра приведена только для более ясного представления о величине типографского квадрата). Кроме того для измерения величин, встречающихся в Н. т., применяется ряд делений квадрата, носящих различное наименование. Так, 1 квадрат делится на 2 полуквадрата, на 4 цицеро, на 8 нонпарелей. Затем квадрат делится на 3 шестнадцатипунктовых элемента, каждый из которых носит название терция; половина последней или шестая часть квадрата—петит. Петит, так же как и величина в 10 пунктов, носящая название корпус, являются размерами наиболее употребительных шрифтов, к-рые применяются для набора книг, газет и журналов. Все эти термины представляют собой иностранные названия соответствующей величины шрифтов и твердо удержались в русской типографской терминологии для определения как размера шрифтов, равно и прочего типографского материала. Очень





Фиг. 2.

употребительной также в практике мерой для измерения типографских величин является $^1/_4$ часть квадрата—цицеро. Типографу почти не приходится сталкиваться с метрич. системой в его практической работе, но технику-конструктору, имеющему отношение к типографским, в частности наборным машинам, иногда приходится прибегать к переводу измерений типографской системы в метрические. Различные величины «системы Дидо» в сравнении их с метрической системой изображены в натуральную величину на фиг. 3.



Фиг. 3.

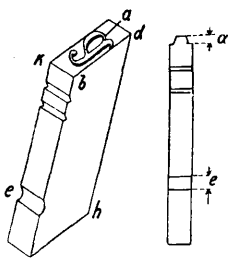
Система Дидо, подтвержденная и нашей Главной палатой мер и весов, принята, за редчайшими исключениями, на всем европейском континенте (в Англии и Америке приняты несколько отличные системы). Выше приведена таблица для сравнения измерений основных типографских единиц в пунктах и *мм*.

Единицы измерений	Пункты	*мм**
1 пункт		0,376
1 нонпарель	6	2,256
1 петит	8	3,009
1 корпус	10	3,761
1 цицеро	12	4,513
1 квадрат	48	18,051

* Эти цифры с точностью до 1 μ установлены Комитетом эталонов и стандартов Главной палаты мер и весов.

Литера и кегль. На фиг. 4 указаны следующие части литеры: *a*—очко, *e* — сигнатура, размер *k-b* — толщина, или ширина литеры, *b-d* — кегль литеры, *h-d* — высота. Следует обратить особенное внимание на направление, обозначенное буквами *b-d*, представляющее так называемый кегль (Kegel), т. е. расстояние между гранями литеры в направлении высоты самого очка литеры, т. е. помещенной на ней буквы. Именно этим направлением определяется величина шрифта, тогда как расстояние между поверхностями, соответствующими ширине очка, составляет толщину литеры и по техническим условиям ручного набора большого практического значения не имеет.

Эти два понятия—кегль и толщина литеры—ни в каком случае не должны быть смешиваемы. Так называемая сигнатура литеры служит наборщику для распознавания, не глядя на очко, верха и низа литеры для правильной постановки ее при наборе. Для конструктора типографских машин и разной вспомогательной аппаратуры имеет также значение рост литеры, т. е. полная высота всего металлич. столбика от нижней грани литеры до поверхности очка. Рост этот также различен в разных странах и выражается в следующих цифрах:



Фиг. 4.

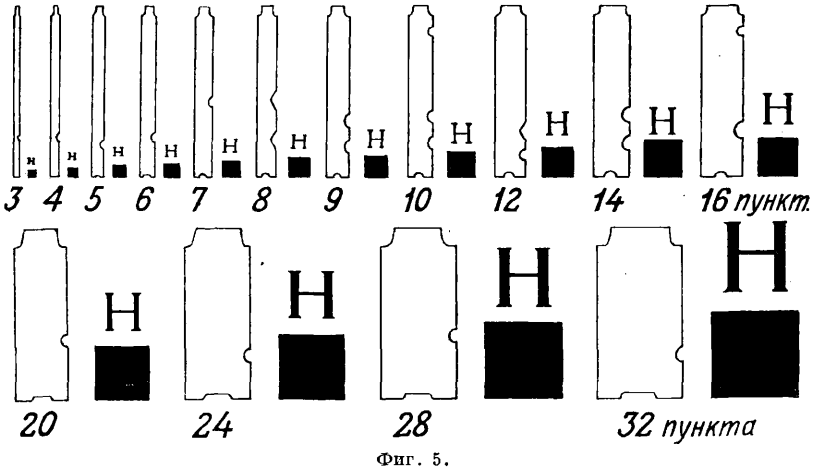
Рост литеры	Пункты	мм
Русская высота	66,75	25,102*
Нем.-франц. норм. высота	$62^2/_3$	23,567*
Англ.-америк.-итал. высота	62	23,31
Австрийская высота	63	23,68
Голландская высота	66	24,81
Лейпцигская высота	66,3	24,92

* Цифры эти с точностью до 1 μ установлены Комитетом эталонов и стандартов Главной палаты мер и весов.

Русской Главной палатой мер и весов для роста типографских литер установлены два размера: А—$66^3/_4$ типографских пункта и Б—$62^2/_3$ пункта. Первый размер в настоящее время принят почти повсеместно, второй—представляет исключение.

Градация шрифтов. Со времени, когда была принята система Дидо (1799 г.), стали изготовляться шрифты с точно вымеренным кеглем. Наиболее мелкие из шрифтов имеют кегль в 5 и 4 пункта. Был даже когда-то отлит шрифт в 3 пункта. Шрифты подобного размера употребляются гл. обр. для сложного математич. набора; самое изготовление их, вследствие больших трудностей, можно рассматривать как предел технич. достижений в этой области. Т. о. меньшим размером шрифта для практич. целей является нонпарель (6 п.); следующ. шрифтами действительно широкого применения являются: петит (8 п.), корпус (10 п.) и цицеро (12 п.). Между этими размерами применяются шрифты и на промежуточные кегли—7, 9 и 11 пунктов, довольно распространенные за границей, но принятые у нас разве только для специальных целей и по особому заказу (для набора словарей, разного рода справочников, где требуется особенная экономия места, шрифты отливают с очком 7, 9 и 11 п. на кегли 6, 8 и 10 п.). Шрифты менее петита (нонпарель) и больше цицеро употребляются сравнительно редко. В шрифтах до 20 пунктов величиною мы видим увеличение на 2 пункта; более же крупные шрифты разнятся один от другого на 4 и более пунктов. Так, мы имеем шрифты на кегли: 12, 14, 16, 20, 24, 28, 32, 36 и 48 пунктов, а далее обычно с увеличением на одно цицеро, т. е. на 12 пунктов (фиг. 5, литера, прописное «Н» и круглая след. размеров: 3 п.—бриллиант, 4 п.—диамант, 5 п.—перль, 6 п.—нонпарель, 7 п.—минион или колонель, 8 п.—петит, 9 п.—боргес или буржуа, 10 п.—корпус, 12 п.—цицеро, 14 п.—миттель, 16 п.—терция, 20 п.—текст, 24 п.—двойной цицеро, 28 п.—двойной миттель, 32 п.—двойная терция). В пределах каждого кегля шрифт может быть весьма разнообразен по начертанию очка, поэтому кроме кегля отличают еще шрифты разного «характера» или рисунка (гарнитура шрифта).

Процесс набора. Все разнообразные виды исполняемых типографиями работ м. б. грубо разделены на две основные группы: книжные и журнально-газетные и т. наз. акцидентные или мелочные работы. Первая группа не требует пояснения, что же касается второй группы, то здесь имеются в виду работы случайного поступления и крайне разнообразные по характеру исполнения; при этом они м. б. далеко не «мелочными», а иногда и весьма крупными. Соответственно грубому делению типографских работ на книжные и акцидентные, обычно и наборщики специализируются на том или ином виде работ. И при ручном и при машинном наборе наборщику приходится пользоваться наборными кассами (фиг. 6). Последние представляют собой разных величин неглубокие ящики (обычные размеры большой русской кассы таковы: длина 615 *мм*, ширина 920 *мм* и глубина 50 *мм*), разделенные более чем на сто отделений (русская касса), заполненных литерами соответствующего шрифта в составе строчных и заглавных букв, цифр и наиболее употреби-



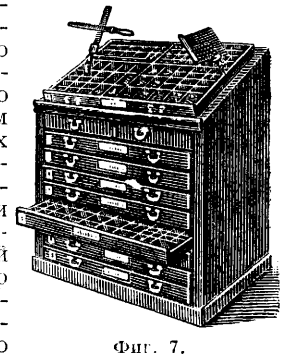
Фиг. 5.

тельных знаков и наконец необходимым пробельным материалом. Размеры отделений в кассах различны: для более ходовых букв они больше, для менее же ходовых — меньше. Расположены строчные буквы в кассе не в порядке алфавита (прописные разложены по алфавиту), а в порядке потребности в них: наиболее ходовые буквы (а, о, е, т и прочие) лежат ближе к правой руке наборщика. Для хранения касс применяются особые шкафы-комоды с наклонной доской-пюпитром для выставки кассы при наборе или без пюпитра (называемые реалами), которые и являются основным оборудованием наборной, образуя собой ряды «переулков». Такое расположение русской наборной переулками вызывается отчасти архаическими производственными условиями русских типографий—большим количеством ручного набора и недостаточной специализацией производства. В условиях америк. типографий, предназначенных для выполнения определенной работы (газетная или книжная или акцидентная) с применением минимального количества ручного набора и при рациональном распределении производства по принципам поточной системы, как расположение наборной, так и самая наборная мебель значительно отличаются от наших. Последняя более портативна, гигиенична и более приспособлена к потребностям производства. Можно сказать, что большинство типов американской наборной мебели предназначены скорее для хранения материалов и готовой продукции и для транспорта последней, нежели непосредственно для работы, так как наборный процесс настолько механизирован, что для ручного труда почти не остается места. Разница между устарелыми формами наших наборных реалов (фиг. 7, на «выставленной» кассе видны: тенакль с визорием, уголок с частью набора) и америк. наборной мебелью, часто железной, ясно видна из сравнения фиг. 7 с фиг. 8, 9, и 10. На фиг. 8—реал с кассами и местами для пробельного материала, фиг. 9—верстальный стол, фиг. 10—специальный реал для хранения и перевозки гранок к месту верстки. Предполагаемые в настоящее время (1931 г.) к открытию (и частью запроектированные) новые типографии будут снабжены наборной обстановкой американского типа.

А		Б		В		Г		Д		Е		Ж		З		И		І	
К		Л		М		Н		О		П		Р		С		Т		У	
Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	'	Ы	Ь	—	Э	Ю	Я	†	V	Й	[	§	*	)
А	Б	Е	І	Р	С	У	Ф	V	№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
%	½	ч		с		т		у		р		в		Запас		:	;	!	?
э	„	Запас												й		-		Шпа 1 п.	ции 2 п.
ю		ы		з		м		и		н		о		ц		.		Шпа 3 п.	ции 4 п.
х		к		л										п		,		Круглые	
щ		ш		ж		а		Полукруглые		е		д		Запас		ф		Квадраты	
ь		я		б												г			

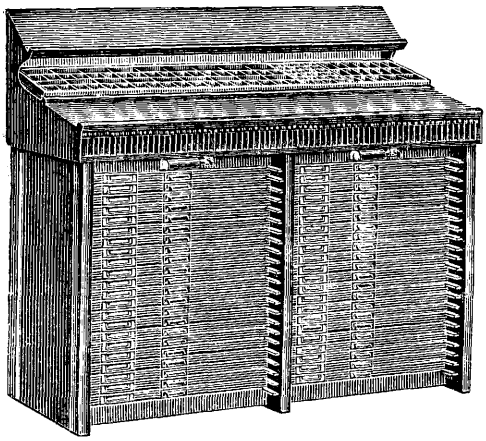
Фиг. 6.

Самый процесс набора заключается в следующем: наборщик прочитывает с укрепленного перед ним на кассе на особом держателе (тенакль) оригинала несколько слов или целую фразу, по возможности запоминает ее целиком, затем берет из отделений кассы последовательно нужные буквы, причем предварительно определяет взглядом и осязает пальцем их положение по имеющейся на литере сигнатуре—рубчику, и ставит их в находящийся в его левой руке особый прибор *верстатку* (см.). Ставя таким образом букву за буквой, а по окончании каждого слова пробельный материал, так называемую «полукруглую» шпацию, наборщик заполняет целую строку, которая или и без переноса достаточно плотно выполняет установленный формат, или же ставит наборщика в необходимость прибавлять или убавлять пробелы между словами, пользуясь



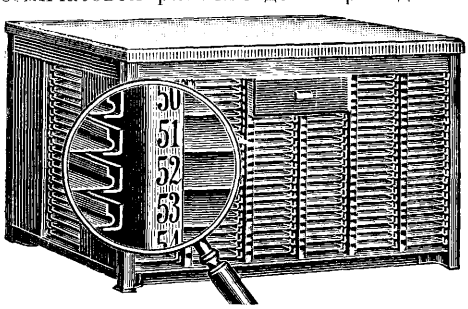
Фиг. 7.

пробельным материалом—шпациями (в ы к л ю ч к а) (фиг. 11) для того, чтобы с одинаковой плотностью заполнить следующие одна за другой строки, которых обыкновенно в верстатке вмещается от 10 до 12. По-



Фиг. 8.

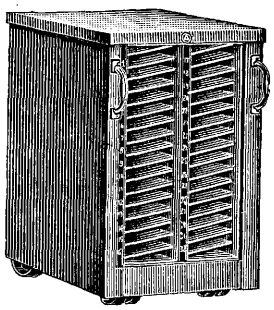
сле набора каждой отдельной строки наборщик переставляет в верстатке так назыв. н а б о р н у ю л и н е й к у, служащую для облегчения набора, вынимает набор из заполненной верстатки и ставит его на у г о л о к, т. е. деревянную или цинковую дощечку с двумя соединенными под прямым углом бортиками. На этой дощечке готовый набор собирается в длинные полосы—г р а н к и и связывается шнуром для сохранения, впредь до дальнейших манипуляций с ним—правки и *верстки* (см.). Здесь лишь схематично отмечены основные движения наборщика, составляющие собственно процесс его работы. На самом деле их (движений) гораздо больше, так как ручной наборщик делает много ненужных, лишних движений и самая работа идет не так гладко, требуя отвлечения внимания на устранение различных технич. затруднений, встречающихся при работе. Работая так. обр., квалифицированный текстовой наборщик набирает приблизительно от 10 000 до 12 000 знаков в семичасовой рабочий день при сдельной



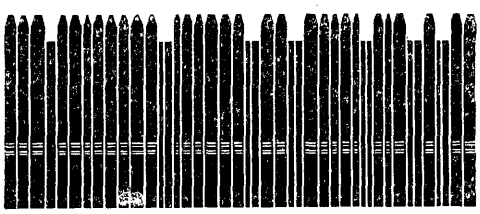
Фиг. 9.

работе. При этом в счет причитающейся ему платы он обязан приготовить для себя кассу, т. е. наполнить ее нужным количеством шрифта, разбирая для этого отпечатанный набор. Таким образом теоретически наборщик набирает в день около $^1/_4$ листа (в 40 000 знаков). При более сложных видах набора с разными шрифтами, сокращениями и т. п., производительность наборщика соответственно падает.

Недостаточная скорость ручного набора давно уже обратила на себя внимание, и изобретательская мысль еще в начале 18-го века начала работать в этом направлении. Пройдя сначала через ряд неудачных попыток ускорения различными механич. приемами ручного набора (неудачные попытки этого рода продолжаются и до сего времени), техника пришла к созданию ряда весьма совершенных *наборных машин* (см.), работающих по совершенно иным принципам и осуществляющих почти полностью второй способ Н. т.—м а ш и н н ы й н а б о р. Процесс вытеснения ручного набора почти закончился в Америке; в Западной Европе машинный набор захватывает все новые и новые позиции. Несколько иначе обстоит дело у нас: к настоящему времени (1931 год) по всему СССР имеется не более 600 наборных машин различных систем, в то время как сравнительно небольшая Германия их имеет



Фиг. 10.



Фиг. 11.

примерно около 9 000 (по данным 1927 года). Количество освоенного нами машинного набора ко всему количеству Н. т. надо считать несколько более одной трети (в типографских центрах). Необходимость повысить в виду этого производительность ручного набора вызвала к жизни ряд мероприятий рационализаторского характера, к каковым относятся: упорядочение освещения и прочих гигиенических условий, упорядочение рабочего места и в особенности разделение труда—освобождение наборщиков от работы по наполнению наборной кассы и передача этой части работы специальным бригадам. Последнее мероприятие дало наибольший эффект. Но все рационализаторские мероприятия по ручному набору по результатам не м. б. сравниваемы с достижениями машинного набора, для к-рого в настоящее время в СССР применяются преимущественно три вида машин: л и н о т и п, отливающий набор целыми строками, так же работающий т и п о г р а ф и м о н о т и п, отливающий отдельные буквы (см. *Наборные машины*). Имеется еще третий вид строкоотливных машин, весьма сходный с линотипом,—

интертип, но он пока мало распространен у нас. Линотип является наиболее производительной из строкоотливных машин. В зависимости от характера набора линотип дает от 50 000 до 55 000 знаков в 7-часовой рабочий день в среднем. При чистом книжном наборе производительность машинного наборщика-линотиписта несколько бо́льшая, нежели при наборе несколькими шрифтами, что допускает линотип. Применяется последний преимущественно в газетном и журнальном наборе. Производительность типографа, тоже отливающего целые строки, несколько менее линотипа. Но при основном недостатке в производительности он имеет перед первым некоторые мелкие преимущества: лучшая отливка строк, простота обращения, более низкая стоимость. Применение его более целесообразно при книжном сплошном наборе, но и другие виды малошрифтового набора также не исключаются. Для целей же многошрифтового набора с большим числом знаков, сокращений и вообще для более сложного набора с успехом служит монотип, дающий набор отдельными буквами в порядке их следования в тексте, предоставляющий и возможность корректурной правки тем же монотипным шрифтом, как и в ручном наборе (в строкоотливных машинах при любой ошибке необходимо переливать целую строку). 7-часовая производительность монотипа—60 000 знаков.

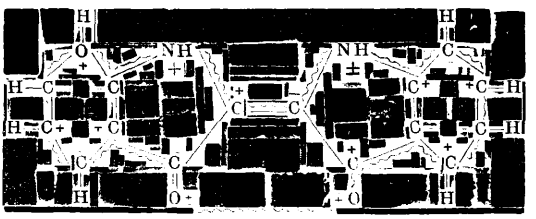
Приблизительная себестоимость различных видов текстового набора (данные крупного полиграфического треста на 3-й квартал 1930 г.) выражается в следующих цифрах: по линотипу 52,4 коп., по типографу 65,2 коп. и по монотипу 74,2 коп. Сравнение со средней себестоимостью ручного книжного набора в 1,37 руб. за 1 000 знаков выявляет настоятельную необходимость для страны в скорейшем увеличении числа наборных машин разных видов. В стоимость Н. т. в законченном виде должна входить также *верстка* (см.), себестоимость которой (по тем же данным) обходится от 7,0 до 9,7 коп. за 1 000 знаков, в зависимости от сложности работы. Особенно дорого обходится верстка газетного набора (22,6 коп. за 1 000 знаков) в виду исключительной срочности газетной работы и наличия, в связи с этим, большого количества вспомогательного персонала, обслуживающего верстальщика.

При производстве акцидентного набора—разных бланков, таблиц, формуляров и т. п.—наборщик менее связан непосредственно с наборной кассой, вернее, он связан со многими наборными кассами и кроме того принужден выполнять ряд манипуляций с самым разнообразным шрифтовым и наборным материалом, часто очень сложным. То же наблюдается и при т. наз. математическом наборе, при редко встречающемся нотном наборе (см. *Нотопечатание*) и других видах сложных наборов. Представление об этих видах набора дают фиг. 12 и 13 (математический набор с приподнятым пробельным материалом). Здесь наборщику помогает описанная выше систематичность и безукоризненная точность типографского материала, благодаря к-рым эти виды Н. т. могут быть рассчитаны в мельчайших долях точными арифметическими приемами, в случае надобности и до начала набора. Без этого многие виды сложных наборов были бы невозможны для исполнения. По причине той же сложности, точных методов учета этих видов типографского набора до настоящего времени не выработано, и работа производится или с повременной оплатой или аккордно.

Н. т., как работа, связанная со свинцовыми сплавами, относится к числу вредных

Фиг. 12.

производств. Главные пути проникновения свинца в организм повидимому идут через кожу (непосредственное соприкосновение при работе) и через дыхательные органы—вдыхание свинцовых паров (у машинных наборщиков). Вредность свинцовой пыли, в связи с улучшением санитарного состояния современных типографий и введением



Фиг. 13. Строение индиго (ТЭ, т. XI, ст. 410).

механических приспособлений для очистки наборных касс, в настоящее время имеет повидимому меньшее значение. **С. Михайлов.**

Лит.: Бауэр Ф., Руководство для наборщиков, пер. с нем., М.—Л., 1930; его же, Книга как создание печатника, пер. с нем., М.—Л., 1926; Коломнин П., Краткие сведения по наборному делу, 2 изд., Л., 1929; Коган М., Набор и печать, Основания для исчисления себестоимости, Харьков, 1916; Вальдов А., Учение об акцидентном наборе, пер. с нем., Харьков; 1900; Гильо Г., Руководство по математич. набору. М.—Л., 1929; его же, Сложные виды книжного набора, М.—Л., 1931; Реннер И., Книгопечатание как искусство, пер. с нем., М.—Л., 1925; Зейберлих О., Основы книгопечатного дела, стр. 17—72, М.—Л., 1929; Пресс С., Полиграфич. производство, Безопасность труда, Монографии по технике безопасности, М., 1928, вып. 8; Геллерштейн С. и Иттин А., Психологич. анализ профессии наборщика, Работы лаборатории промышленной психотехники НКТ СССР, под ред. И. Шпильрейна, М., 1924, вып. 2; Галактионов И. Д., Технич. правила набора и необходимость их изменения, «Книга о книге», вып. 1, Л., 1927; Михайлов С., Типография, Наборная техника, «Газетный и книжный мир», стр. 195—207, М., 1925; Михайлов С., Новое в наборной технике, Новости полиграфич. техники, М., 1927; Кальмансон М. С., Универсальный мозаичный набор, «Графическое искусство», М., 1924, 7; Каплан Л. Е., Элементы рационализации наборного производства, сб. «Рационализация полиграфич. промышленности», стр. 207—239, М., 1931; Проскурнин Н. П., Стандартизация в полиграфич. промышленности, там же, стр. 149—184; Ананьин И., Нормирование работ наборного цеха, сборник «Техническое нормирование в полиграфической промышленности», стр. 66—122, Москва, 1931; Статистические материалы треста Мосполиграф за 1930 г., М., 1930; Bass J., Das Buchdruckerbuch, Stg., 1930; Niel R., Satztechnisches Taschen-Lexikon, 2 Aufl., W., 1927.

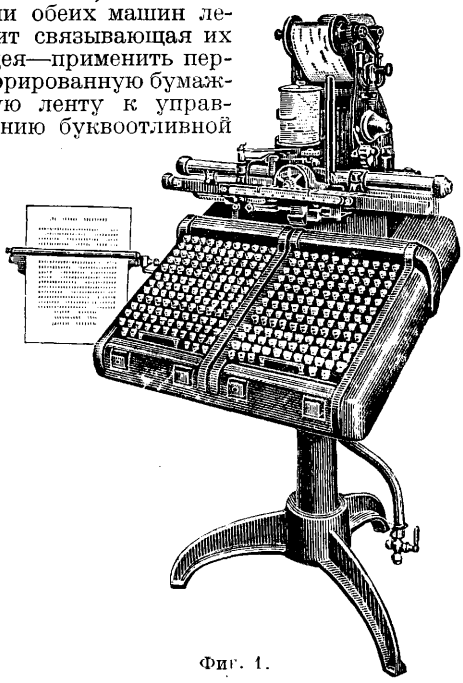
НАБОРНОЕ ДЕЛО, см. *Набор типографский.*

НАБОРНЫЕ МАШИНЫ имеют целью механизацию наборного дела. Малая произво-

дительность ручного набора вызвала необходимость механизации этого процесса. Первые попытки перейти от ручного к машинному набору, имевшие целью механический набор шрифтовых литер, оказались громоздкими и практически непригодными. В силу этого механизация набора построена на другом принципе — на принципе набора матриц (или их индексов, как в монотипе) и последующей отливки букв или строк при одновременном соблюдении всех требований, предъявляемых к ручному набору в отношении размеров в строке, т. е. размера самой строки, выключки (см. *Набор типографский*) и т. п.

По принципу отливки наборные машины делятся на две основные группы: буквоотливные и строкоотливные. К первой группе относится машина монотип, изобретенная американцем Тольбером Ланстоном в 1890 г. и усовершенствованная им совместно с конструктором Банкрофтом в 1897 г. Ко второй группе принадлежат наборные машины: линотип, интертип и типограф. Прочие строкоотливные машины, как например монолейн, линограф и др., большого практического применения не получили.

Монотип. Буквоотливная машина монотип состоит из двух машин: наборной («головки») и отливной. В основе конструкции обеих машин лежит связывающая их идея—применить перфорированную бумажную ленту к управлению буквоотливной

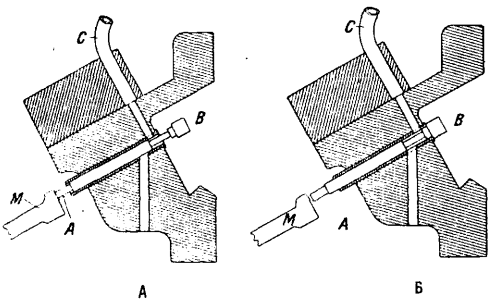


Фиг. 1.

машиной с возможностью выставлять отлитые буквы в правильно выключенные строки в порядке, соответствующем оригиналу. Поэтому изготовление перфорированной ленты, управляющей буквоотливной машиной, перенесено на отдельную машину (головку), представляющую собой полуавтомат. Самая же отливка букв и выставка их в правильно выключенные строки производится на другой (отливной) машине, представляющей собой полный автомат. Обе машины обслуживаются сжатым воздухом под давлением от 1 до 1,5 *atm* из специального компрессора, устанавливаемого для целого комплекта машин. Так как перфорированная лента должна управлять всей работой отливного автомата, то все требования, связанные с размерами в строке, д. б. предусмотрены при изготовлении этой ленты. Так как литеры и знаки хотя бы и одного кегля (см. *Набор типографский*) различны по своей ширине (толщине), а изображение буквы на перфорированной ленте характеризуется отверстиями одинакового диаметра, расположенными в определенном месте вдоль ленты, то правильная выключка строки при постоянном размере ее м. б. определена только известным расчетом. В основу такого расчета, производящегося на Н. м. (головке) автоматически, положена особая единичная система. Сущность этой системы заключается в следующем. На ширине круглой (см. *Набор типографский*) помещают самую широкую прописную букву (обыкновенно Ш) и эту ширину круглой в пунктах называют сетом, например «$9^1/_2$ сет» показывает, что ширина круглой $= 9^1/_2$ америк. пунктам. Подобно кеглю, характеризующему одно измерение—длину букв, сет характеризует второе измерение—ширину букв, а именно: число сет делят на 18 равных частей и одну такую часть принимают за единицу измерения ширины остальных литер и знаков. При этом ширина каждой литеры и знака выражается обязательно целым числом единиц своего сета. Для того чтобы одна и та же буква из различных сетов выражалась одним и тем же целым числом своих единиц, надо, чтобы все единицы сетов были соизмеримы. Для этой цели вводят вспомогательную единицу (основную), равную 0,0007716 англ. дм., являющуюся общей мерой единиц всех сетов. Умножая число сет на эту основную единицу, получают единицу данного сета. На машине величина круглой, т. е. 18 монотипных единиц того сета, на который установлена машина, носит название деления. На основании описанной выше измерительной системы и построена наборная машина монотип.

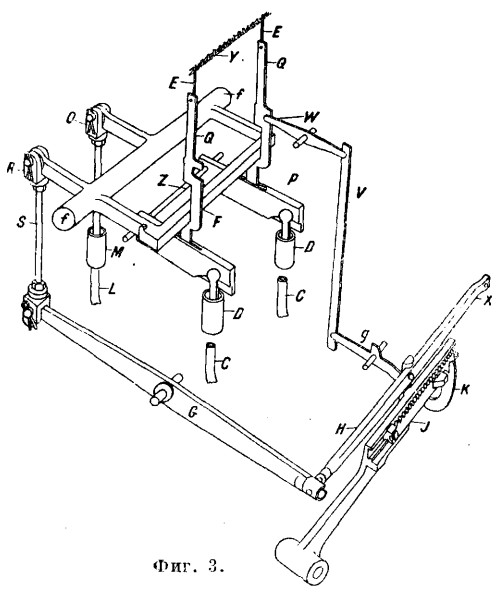
Наборная машина-головка (фиг. 1) состоит из след. основных элементов: клавиатуры, перфорирующего механизма, расчетного и выключного приспособления и механизма, ведущего бумажную ленту. Клавиатура похожа на клавиатуру пишущей машины, но имеет 257 клавишей. В новых машинах клавиатура разбита на две части и имеет в общей сложности 276 клавишей. Однако и в старой и в новой клавиатуре для шрифта предназначено только 225 клавишей, 30 красных клавишей служат для выключки строк, остальные имеют либо специальное назначение для набора круглых, полукруглых и 6-единичных пробелов либо предназначены для получения акцентов. Для нормального пробела между словами имеется отдельный клавиш впереди машины. Все клавиши расположены в 17 поперечных и 15 продольных рядах. Продольные ряды так подобраны, чтобы в них лежали (сверху вниз) буквы одинаковой ширины. В новых

машинах съемная клавиатура лежит на сменных клавиатурных досках для того или иного вида шрифта. При нажиме на тот или иной клавиш связанный с ним рычаг M сдвигает скалку A (фиг. 2, А), направляя струю сжатого воздуха из специальной воздушной коробки B через канал и трубку C к одному из поршеньков (пистонов),



Фиг. 2.

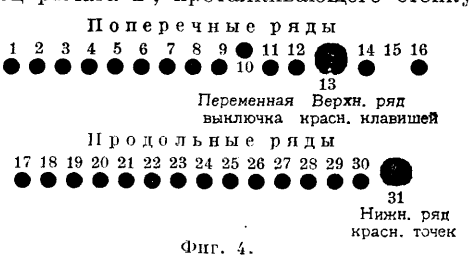
расположенных сзади клавиатуры на поршневой камере (фиг. 2, Б изображает опустившуюся скалку A, закрывшую доступ воздуха из коробки B в трубку C после того, как нажим на клавиш прекратился). Каждый из этих поршеньков D (фиг. 3) прикрывает концы трубки C (фиг. 2 и 3), через которые к нему подведен сжатый воздух. В верхнюю крышку поршенька упирается конец рычага P. Таких рычагов в машине 33. Вращаются они все вокруг одной оси Z. Каждый из этих горизонтально расположенных рычагов несет вертикальную стойку Q, заканчивающуюся иглой E (для перфорирования), проходящей через направляющие Y, за исключением крайнего левого и крайнего правого рычагов. Над иглами расположен полуоткрытый цилиндр в виде коры-



Фиг. 3.

та, который имеет внизу столько же отверстий, сколько игл. Бумажная лента проходит по этому цилиндру и прикрывает все его отверстия. Одновременно с подъемом вертикальной стойки Q поворачивается вокруг оси рычаг W и при помощи вертикальной стойки V отжимает книзу конец упорного рычага g, подымая кверху упор K. Рамка F, которая вращается на цапфах f, ложится на вырез в стойке Q, оттягивая ее вниз после того, как нажим на клавиш уже прекратился. Рамка эта нажимает на стойки QQ благодаря тому, что поршенек M поднят под давлением воздуха, идущего через трубку L, и нажимает на отросток O рамки. Давление воздуха на поршенек M постоянно, но в момент нажатия на клавиш давление воздуха в оба поршенька D пересиливает давление на пистон M и система рычагов PP, QQ и F идет вверх, а отростки O и R идут вниз. В то же самое время отросток R при помощи тяги S действует на рычаг G, передний конец которого приподнимается и поворачивает рычаг H на цапфе X. Рычаг поднимает салазки, по которым скользит зубчатая рейка J, называемая рейкой единиц.

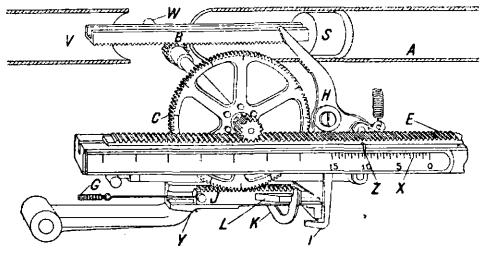
Работа перфорирующего механизма протекает т. о. в следующем порядке. При нажиме на клавишу воздух, поступающий под поршенек D, поднимает его, и вместе с ним конец рычага P, проталкивающего стойку



Фиг. 4.

с иглой сквозь бумагу в отверстия полуцилиндра, лежащего над иголками, на который натянута движущаяся бумажная лента. Цилиндр, на который натянута бумага, имеет 31 отверстие, указанное на фиг. 4. Отверстие 10 обозначает пробел между словами, отверстия 13 и 31 — выключку готовой строки (они несколько большего диаметра, для того чтобы отливщик знал, где кончается строка и где начинается новая). Остальные отверстия обслуживают от 1-го до 16-го клавиша поперечных рядов и от 17-го до 31-го клавиша продольных рядов. Как видно из схемы просечек для каждой буквы в бумаге пробиваются 2 отверстия. Одно соответствует положению нажатого клавиша в продольном ряду клавиатуры, другое в поперечном. Одновременно с поступлением воздуха под поршенек D (фиг. 3) опускаются отростки рамки H, поднимающие салазки со скользящей рейкой единиц J. Рейка приходит в зацепление с единичным колесом, которое служит основной частью счетного и выключающего механизма машины. Этот механизм регистрирует общую длину строки в каждый данный момент, указывая одновременно, какую длину остается еще набрать до получения установленного формата строки. Связанный с сет-барабаном, он автоматически ведет отсчет слов, вернее пробелов между словами, и указывает под конец, какие выключные клавиши надо на-

жать, для того чтобы строка была правильно выключена. Механизм состоит из шкалы X с делениями (фиг. 5), при помощи которой при начале набора устанавливается формат строки, и из единичной шестерни C и ее привода. Привод состоит из трубки A, постоянно заполненной сжатым воздухом. Под давлением воздуха поршень S, связанный с рейкой B, двигаясь влево, стремится повернуть вал W с шестерней, сцепленной с рейкой B, а вместе с ней и единичное колесо C с 162 зубцами, в направлении, обратном движению часовой стрелки. Шаг зацепления колеса равен одной единице, почему оно и



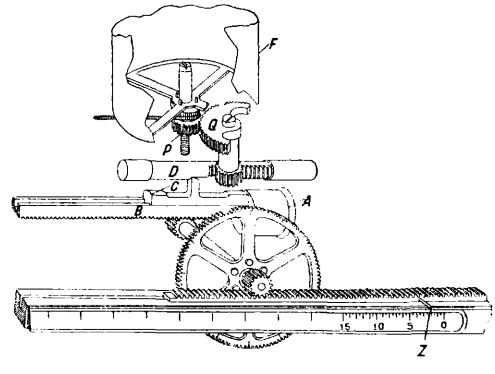
Фиг. 5.

названо единичным колесом. Пока храповик H сцеплен с колесом, оно не может повернуться. Но при нажиме на клавиш храповик поворачивается, освобождая колесо. Рейка B движется влево и повертывает единичное колесо. В это время повернется рамка F (фиг. 3) перфорирующего механизма и поднимет салазки, на к-рых сидит рейка единиц J (фиг. 3 и 5). Последняя, войдя в зацепление с единичным колесом, увлечется им и начнет скользить по салазкам до того момента, когда выступ этой рейки L не встретит упора K. Упор задержит рейку и дальнейшее вращение колеса. В этот момент храповик H при помощи ряда рычагов и пружин снова сцепится с колесом и задержит его в том положении, в какое привела его рейка. Рейка же единиц опустится вниз и пружиной G (фиг. 5) будет оттянута в исходное положение, т. к. нажим на клавиш прекратился и рамка F (фиг. 3) опустила соответствующий поршенек, к к-рому нет больше доступа сжатого воздуха. Таким образом упор определяет, на сколько единиц может повернуться колесо. Для каждой ширины литеры клавиатуры имеется отдельный упор, лежащий в ряду упоров тем дальше, чем шире литера.

На переднем конце оси колеса единиц сидит шестеренка, сцепленная с передней рейкой E (фиг. 5), к-рая называется рейкой делений. К этой рейке прикреплен указатель Z, указывающий при движении рейки на шкале делений, сколько делений в каждый данный момент включено в строку. Когда до полного формата строки не хватит 4 делений, звонок известит наборщика, что ему надо сделать расчет. В этот момент ползушка C (фиг. 6), двигающаяся по приводной рейке B (в ее пазу), упрется в рейку D, которая перемещается вправо, и введет рейку в зацепление с шестерней, приводящей через зубчатый сектор Q и шестерню P во вращение сет-барабан F (барабан показан с вырезанной передней частью). С этого момента каждый нажим на клавиш повернет сет-барабан на нек-рый угол.

Сет-барабан представляет собой картонный цилиндр, разбитый на 72 поля горизонтальными плоскостями, соответствующими одной сет-единице и 20 полей в вертикальном направлении (по образующей). Так. обр. при каждом повороте сет-барабана автоматически отсчитывается, сколько единиц введено нажимом клавиша и сколько остается еще до окончательной выключки строки, что указывается указателем, стоящим рядом с сет-барабаном. Наборщик после звонка может набрать еще несколько букв, отсчитать у указателя две указываемые им цифры в виде дроби и нажать в верхнем ряду клавиатуры красную клавишу, соответствующую указанной верхней цифре (числитель), выбивая одно отверстие на ленте, а затем— нижнюю клавишу, отвечающую нижней цифре у указателя, пробивая при этом второе отверстие (выключку). Одновременно с нажатием красного клавиша нижнего ряда воздух поступает в левую часть трубки V (фиг. 5) с поршнем ведущей рейки, храповик единичного колеса поднимается и рейка, а вместе с ней единичное колесо возвращаются в исходное положение: наборщик может набирать следующую строку.

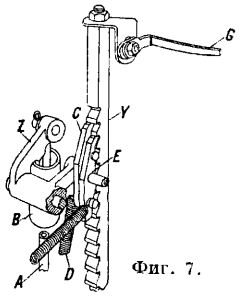
Рядом с сет-барабаном установлен указатель, задача которого вести отсчет слов в строке и указывать в конце набора строки номера красных клавишей, которые следует нажать для выключки строки. Указатель состоит из зубчатой рейки Y (фиг. 7) с двумя собачками E и C. При нажиме на



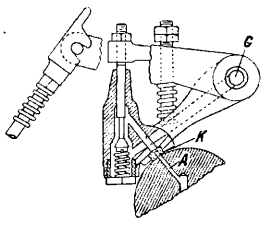
Фиг. 6.

пробельный клавиш, имеющий вид пластинки, расположенной перед клавиатурой посередине, сжатый воздух подводится через трубку A к поршеньку B. Под давлением воздуха поршенек нажимает на коленчатый рычаг Z. Одно из плеч этого рычага несет рабочую собачку C, которая при повороте рычага поднимает рейку на один зубец. К рейке прикреплен указатель G, который поднимается вместе с нею, указывая, какое из вертикальных полей сет-барабана д. б. включено в счетный механизм для выключки. Пружина D удерживает собачку в сцеплении с рейкой до выхода воздуха из-под поршенька, после чего собачка возвращается в прежнее положение. В это время другая

собачка *E* (контрсобачка) сцепляется с рейкой, не давая ей упасть вниз. По окончании набора строки, при нажиме красного клавиша нижнего ряда, обе собачки освобождаются, и рейка под собственным весом падает вниз, а указатель становится на нулевое деление сет-барабана.



Фиг. 7.

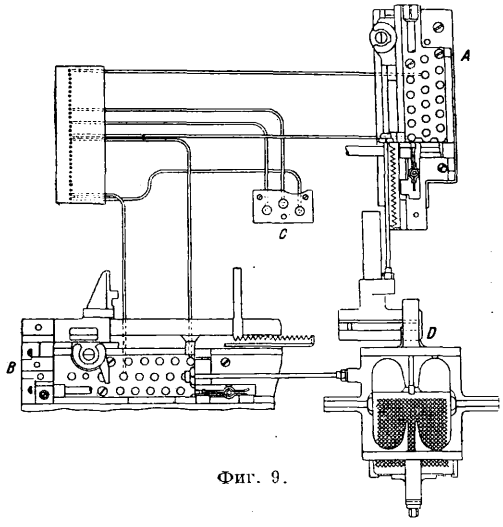


Фиг. 8.

Бумажная лента, проперфорированная по краям, намотана в виде ролика и одевается на втулку в башенке машины. Через перфорированные концы проходят зубцы зубчатых шайб, которые переводят движения бумаги на одно отверстие (на протяжение 3 *мм*). При каждом нажиме клавиша воздух через особый канал поступает попеременно то в один цилиндр, то в другой, помещенный сбоку бумажной башенки на станине машины. Поршни цилиндров соединены при помощи коромысла с качающимся эксцентриком, связанным с рычажным механизмом, ведущим собачки, которые поворачивают шестерни, связанные с осями катушки для бумаги. Связь между собачками устроена так, что одна пара шестеренок поворачивается в одном направлении, другая—в другом. Благодаря этому бумажная лента сматывается с катушки и наматывается на свободную шпульку. Между катушкой и шпулькой расположен цилиндр с отверстиями, под который бумага протягивается при переходе с катушки на шпульку. Таким образом с каждым нажимом клавиша бумага сматывается с катушки и, после просечки перфорирующими иглами, транспортный механизм передвигает ее и одновременно наматывает на шпульку.

После окончания всего набора бумажная лента с просечками-набором снимается со шпулькой и переносится на отливную машину, где она аналогичным механизмом постепенно перематывается с конца к началу, одновременно выполняя намеченные для нее функции управления отливной машиной, заставляя последнюю отливать букву за буквой, строку за строкой весь набор, который обозначен на ней в виде ряда просечек, расположенных в разных местах вдоль всей бумажной ленты.

Отливная машина. Здесь монотип является полным автоматом. Управляет им перфорированная бумажная лента, на к-рой каждая пара пробитых на наборной машине отверстий обозначает ту или иную букву, в зависимости от положения этих просечек на ленте. Снятая с Н. м. (головки) лента с набором устанавливается на бумаготранспортной башне отливной машины. Башня состоит из камеры, внутри которой имеется 31 воздухопроводная трубка. Бумага протягивается через цилиндр, помещенный в башне, имеющий 31 отверстие, ведущее к воздухопроводным трубкам. Сматывание бумажной ленты и наматывание на шпульку производится эксцентриком, который связан с системой рычагов и зубчаток с храповиками. При этом бумага плотно прижимается к цилиндру воздуходувным соплом, расположенным вдоль всего цилиндра (по образующей его). Через полый конец вала *G* (фиг. 8), на котором сопло может вращаться, к нему подводится сжатый воздух, который остается в продольном канале сопла *K* до тех пор, пока бумажная лента при своем движении одним из своих отверстий не станет против отверстия *A* в цилиндре. Тогда воздух через отверстие *A* цилиндра попадет к одной из воздухопроводных трубок, идущей к воздушным поршенькам, расположенным в трех камерах (фиг. 9). Под давлением воздуха поршенек в камере поднимается, для того чтобы в качестве упора регулировать движение того или иного механизма, работающего от мотора и привода, к двум валам, на к-рых сидят эксцентрики, управляющие этими движениями механизмов. В поршневой камере *A*—15 поршеньков, в *B*, расположенной под прямым углом к первой, — также 15 и в *C*, расположенной в середине машины,—3. Вся работа машины происходит автоматически благодаря согласованному действию основных механизмов, управляемых эксцентриками и системой рычагов и тяг. Механизмы эти имеют следующие задачи: поставить матрицы-буквы (подлежащие отливке) над литником отливной формы, закрепить всю раму с ма-

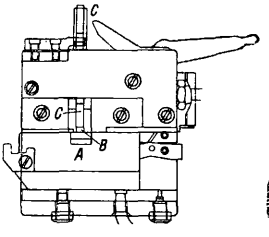


Фиг. 9.

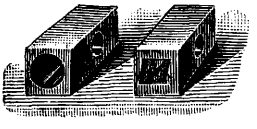
трицами на момент отливки, опустить матричную раму на отливную форму и затем прижать ее так. образом, чтобы очко буквы заняло центральное положение по ширине литеры (чтобы все буквы строки были на одной линии), поставить клиновую систему в такое положение, чтобы буква в форме отливалась соответствующей ширины, привести в действие насос, т. е. подвести мундштук его под литник формы, и вогнать в форму

металл для отливки буквы, вытолкнуть отлитую букву в шрифтопереноситель, перенести ее в строкоприемный канал, перенести готовую строку на собиратель (уголок) и наконец транспортировать бумажную ленту после каждой отливки на одно направляющее отверстие, приблизительно на 3 *мм*.

Для отливки каждой буквы машина снабжена отливной формой, привинченной непосредственно над котлом с расплавленным типографским металлом—*гартом* (см.). Отливная форма состоит из основания, на дне к-рого имеется конич. вырез, в который входит мунд-

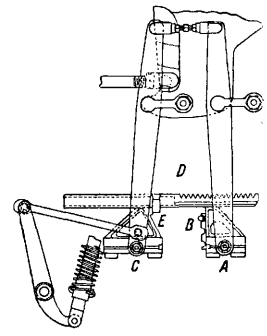


Фиг. 10.



Фиг. 11.

штук насоса, поршень которого вбрызгивает металл в форму. Над вырезом укреплены ростовые плашки, которые вместе с подвижным затвором *A* образуют канал *B*, по ширине равный кеглю отливаемого шрифта. Этот канал закрыт с одной стороны затвором *A*, а с другой в него входит стержень формы *C*, другой конец которого упирается в установочный болт клинового мостика (фиг. 10). Положение клиновой системы регулирует положение стержня в канале, позволяя ему выдвигаться из канала больше или меньше. Ширина литеры регулируется так. обр. соответственно изменяющимся расстояниям стержня от расположенной против него стенки затвора. Чем глубже двигается стержень в канал между ростовыми плашками, тем у́же получается отливаемый шрифт и наоборот. Высота ростовых плашек точно соответствует росту ножки литеры без очка (см. *Набор типографский*). Поверх ростовых плашек ложится матрица. Каждая отдельная матрица (фиг. 11) представляет собой четырехгранную призму, на одном конце которой нанесено изображение буквы, а на другом имеется конич. углубление, в к-рое входит штифт мостика, центрирующий и прижимающий матрицу к отливной форме во время отливки. Всех матриц 225 и они закреплены в одной матричной раме при помощи круглых стержней, проходящих через имеющиеся в боковой части матриц отверстия. Все матрицы расположены рядами по 15 штук в каждом, причем в каждом ряду сгруппированы буквы одинаковой единичной ширины в полном соответствии с распределением клавишей на наборной машине. Рама может двигаться благодаря тягам и салазкам во всех четырех направлениях.



Фиг. 12.

Основная задача машины—прежде всего правильно установить матричную раму над литником формы. Установка на отливку той или иной матрицы определяется одним поршеньком. Группа поршеньков *A* (фиг. 9) определяет, какой из единичных рядов матричной рамы д. б. поставлен в рабочее положение, а вторая, расположенная под прямым углом к первой *B*, определяет, какая матрица данного единичного ряда должна стать под отливной формой. Воздух, направляемый через отверстие бумажной ленты, совпадающее с отверстиями барабана, и через трубки, идущие к камере, подымает поршенек в передней камере *A*. Поднятый поршенек является упором для особых тисков, т. н. поршневых тисков, приводимых в движение шарнирным механизмом, называемым ножницами. Одна из тисочных губ *A*, встречая на своем пути поднявшийся вверх поршенек *B*, упирается в него. Тогда 2-я губа *C* (фиг. 12), двигаясь навстречу первой, ведет за собой особую подвижную матричную установочную рейку *D*, захватив ее за выступ *E*, которым снабжена эта рейка. Замыкание тисков происходит у поднявшегося поршенька, после чего тиски раскрываются и расходятся. Рейка же с выступами закрепляется на том месте, куда она была подведена. Такие же тиски действуют и в направлении 2-й камеры, расположенной под прямым углом к первой поршневой камере. Т. о. воздушные поршеньки определяют то место, где должны стать выступы матрицеустановочных реек.

После этого приводятся в движение, при помощи нижних ножниц, нижние тиски, называемые матричными, губы которых двигаются навстречу друг другу. Одна из них упирается в выступы реек, другая, двигаясь ей навстречу и связанная тягой с салазкой матричной рамы, тянет за собой и салазки матричной рамы *D* (фиг. 9), ставя над формой сначала единичный ряд матриц в рамке в положение, которое отвечает подлежащей отливке буквы, а затем и соответствующую букву данного ряда над отливной формой. Одновременно с передвижением рамы матричные тиски в камере *B* передвигают и сет-клин, ставя его в положение, определяющее расстояние, на котором д. б. установлен стержень формы, чтобы получить соответствующую ширину подлежащей отливке буквы. После того как матричные тиски поставили раму с матрицами в рабочее положение над формой, в действие вступает механизм мостика, к-рый опускает раму и вводит центрирующий штифт в конусообразное отверстие на обратной стороне матрицы для центрирования и прижима матрицы к литнику на момент отливки, чтобы брызжущий металл не приподнял ее.

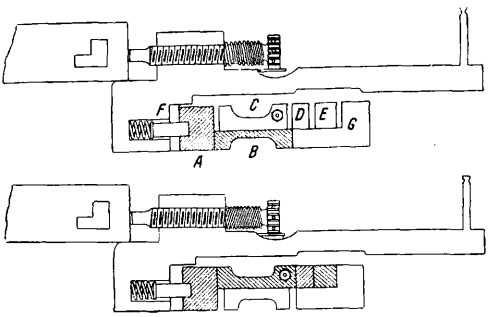
После отливки буквы матричная рама поднимается с формы и переводится в другое положение описанным выше механизмом, определяемое подъемом другого воздушного поршенька в поршневых камерах. Одновременно с этим приходит в движение шрифтопереноситель, продвигая вперед затвор, замыкающий форму. Канал в форме открывается благодаря этому со стороны затвора, и стержень, продвигаясь в канале, выталкива-

ет отлитую букву в шрифтопереноситель. Попутно шрифтообламыватель, помещающийся в затворе, при движении его отламывает прилив (огузок) внизу отлитой буквы, к-рый падает обратно в котел. В это время очередная матрица занимает свое положение над литником отливной формы.

Т. к. бумажная наборная лента идет на отливной машине в порядке, обратном тому, в каком она движется на головке, то, по окончании набора одной строки, в рабочее положение приходят просечки ленты, к-рые определяют выключку (ширину пробелов между отдельными словами) для следующей строки. Выключка, так же как и соответствующая ширина каждой буквы, устанавливается на машине клиновой системой (фиг. 13). Клиньев в этой системе 6: один основной—сет-клин *A*, 2 заполнительных—нижний (буквенный) *B* и верхний (пробелочный) *C*, 2 пробельных *D* и *E*, лежащих рядом, и 1 микрометрический. Соответствующая установка этих клиньев между собой дает возможность выполнить все те функции относительно ширины литер и выключки строки, какие имеет машина. Все клинья кроме микрометрического движутся по столу машины в выемке камеры воздушных поршеньков под клиновым мостиком, определяющим сочетание клиньев и связанное с этим сочетанием положение стержня в отливной форме. Возвышение *F* внутри клинового мостика является тем пунктом, где устанавливается взаимодействие стержня и сет-клина. Установка сет-клина производится губами матричных тисков в то время, когда губы эти двигают матричную раму, чтобы установить ее над формой. Т. о. положению каждой матрицы отвечает соответствующее положение сет-клина, а следовательно и стержня отливной формы, определяющего ширину этой буквы. Сет-клин заканчивается рейкой с 15 зубцами, соответствующими 15 единичным рядам и может таким образом занять 15 положений на матрице.

Между сет-клином и неподвижным упором матриц, созданным уступом поршневой камеры, помещается нижний заполнительный клин. На втором уступе неподвижной камеры расположены рядом оба пробельных клина. Между пробельными клиньями и сет-клином на нижнем заполнительном клине лежит верхний заполнительный клин. Упором для заполнительных клиньев служит вертикально расположенный микрометрич. клин. Перестановкой этого клина вверх или вниз регулируется упор заполнительных клиньев, уточняя ширину сета. Сет-клин по высоте равен высоте обоих заполнительных клиньев, что дает ему возможность работать то верхней своей частью с верхним заполнительным клином (при отливке пробелов), то с нижним (при отливке букв). При отливке букв верхний заполнительный клин и оба пробельных клина остаются в бездействии, нижний же заполнительный клин упирается в неподвижный упор *G*. В этот клин с другой стороны упирается сет-клин, стержень отливной формы при этом оттянут назад до упорного винта, клиновой мостик тоже отодвинут назад и своим возвышением *F* прижимает все клинья друг к другу. Положение клиньев определяет предел оттягивания стержня, что и регулирует ширину отливаемой буквы.

В строке кроме букв и систематич. пробелов постоянной ширины (круглый, полукруглый) имеются также пробелы выключки, заполняющие окончательно промежутки между словами. Ширина этих пробелов в пределах данной строки одинакова, но в различных строках различна, в зависимости от числа и длины слов в строке. Ширина нормальных пробелов выключки определяется положением пробельных клиньев, переставляющихся перед началом отливки каждой



Фиг. 13.

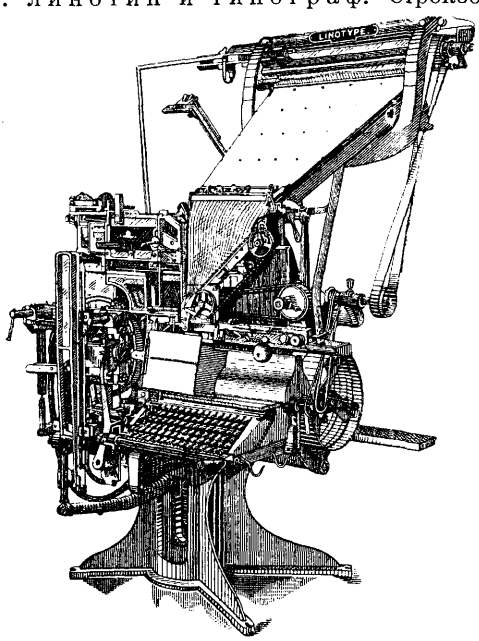
строки. Отливка изменяющихся же пробелов, когда доходит до них очередь, включается специальными отверстиями, сделанными в бумажной ленте при помощи широкого пробельного клавиша (после каждого слова). Включение отливки этих пробелов происходит следующим образом: в помещающейся посередине машинного стола поршневой камере *C* (фиг. 9) между двумя воздушными поршеньками, производящими при помощи стержня подъем пробельных клиньев, при их перестановке в начале строки, находится еще 3-й поршенек, к-рый поднимается струей сжатого воздуха, идущей к нему через одно из отверстий пробельной перфорировки. Этот поршенек поднимает рычажок, который в свою очередь поднимает заполнительный клин (буквенный) и закрепляет его. В действие вступает тогда верхний пробельный заполнительный клин. Сет-клин, упиравшийся при отливке букв в нижний заполнительный клин, упирается теперь верхней своей частью в верхний заполнительный клин, который в свою очередь упирается в лежащие за ним пробельные клинья. Т. о. пробельные клинья влияют сейчас на определение ширины отливаемой выключки-шпации (см. *Набор типографский*), в то время как при отливке букв они были совершенно пассивны. Второе отверстие пробельной перфорировки идет в камеру *B* (фиг. 9) и поднимает там воздушный поршенек, к-рый определяет положение сет-клина, как и при отливке букв. Нормально это положение отвечает 6 единицам, т. к. матрица пробелов изменяющейся ширины вставлена в 6-й единичный ряд. Т. о. ширина отливаемых буквенных литер определяется положением сет-клина и нижнего заполнительного клина, а ширина изменяющихся пробелов (выключки) определяется сет-клином, верхним заполнительным клином и одним пробельным клином.

Отливная форма, матричная рама, насос и клиновая система являются главными частями машины. Остальные части носят после отливки буквы вспомогательный характер (перенос отлитой буквы, составление строки и выталкивание ее на уголок).

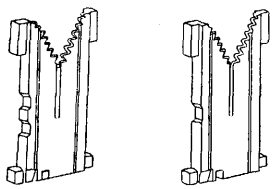
Отливная машина монотип, как видно из описания, является собственно усложненной словолитной машиной (см. *Словолитное производство*), на к-рой можно отливать литеры и для ручного набора. Текстовой шрифт для ручного набора однако экономически мало целесообразно отливать на монотипе. Но шрифты больших кеглей могут отливаться на этой машине. Последние конструкции машин имеют специальные приспособления для отливки шрифта больших кеглей и наборного материала—реглет, шпон и др. (см. *Набор типографский*). Усовершенствования, которые вводятся на строкоотливных машинах в целях конкуренции с монотипом, постепенно сокращают область работы дорого стоящего монотипа, оставляя за ним только сложные наборы, отливку шрифта больших кеглей и наборного материала. В области сложного набора (таблиц, смешанных шрифтов и пр.) преимущества все же долго еще останутся за монотипом.

Имеются и другие системы буквоотливных Н. м., но действительно прочное практическое применение до настоящего времени на обоих континентах имеет пока лишь монотип.

Линотип. На совершенно иных началах, чем монотип, построены строкоотливные Н. м. линотип и типограф. Строкоотливными они называются потому, что в противоположность монотипу набирают и отливают целые строки. При этом обе операции—и набор и отливка—производятся на одной машине. Идея, заложенная в конструкции этих машин, ближе к методам ручного набора. Как в ручном наборе из отдельных букв составляются строки текста, а потом, после печати, литеры разбираются для того, чтобы из них составить новый набор, так и в строкоотливных машинах матрицы, из которых составляется набор отдельных строк, после отливки строки разбираются с тем, чтобы они могли участвовать в наборе дальнейших строк. Принцип набора и разбора матриц, из к-рых составляются строки, присущ и линотипу и типографу. Разница между ними в методах набора и разбора и в конструкции тех механизмов, к-рые участвуют в наборе матриц, в отливке строки, составленной из этих матриц, в системе выключки строк и наконец в разборе матриц и возвращении их в исходное положение, позволяющее им принять участие в дальнейшем наборе. Линотип (фиг. 14) значительно сложнее типографа, но зато производительнее и более удобен в работе. Изобретен линотип Отто Мергенталлером в восьмидесятых годах 19 века и впервые установлен был в типографии «New York Times» в 1886 г.



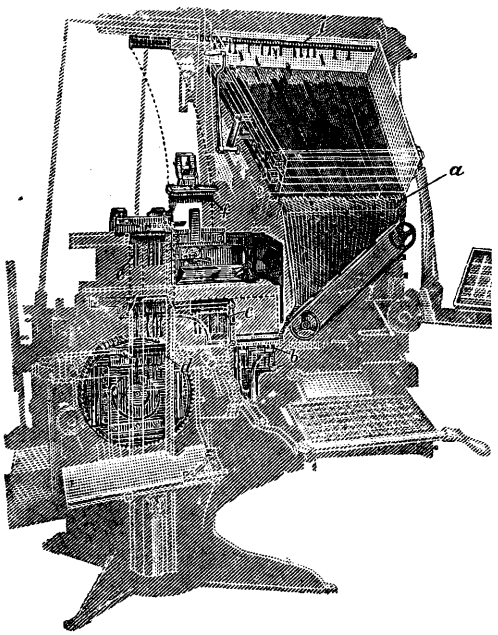
Фиг. 14.



Фиг. 15.

Главные механизмы машины имеют одну основную задачу — обеспечить правильное движение матрицы из магазина, в котором она покоится, к механич. верстатке, где из нее составляется строчка, оттуда—к отливному аппарату, где с набранных матриц отливается строка, чтобы затем, при помощи элеваторов, подняться к разборному аппарату, который разбирает составленную из матриц строку и направляет отдельные буквы обратно в магазины, распределяя матрицы по определенным каналам магазина. Матрица (фиг. 15) представляет собой плоскую прямоугольную плашку, на одном из боковых ребер к-рой углубленно выштамповано шрифтовое очко двух одинаковых букв разных шрифтов, а на противоположной стороне мелко оттиснута та же буква (контрольное очко). Последняя служит наборщику для контрольного чтения строки во время производства набора. Для проводки через механизмы машины матрица снабжена: по бокам сверху ушками, а снизу ножками, и имеет сверху посредине вырез с зубчатой нарезкой, состоящей из 7 пар расположенных друг против друга зубьев, из которых всегда отсутствует одна или несколько пар в различных комбинациях. Этим зубьям соответствуют продольные ребра на разборной рейке, которые прерываются над предназначенным для данной матрицы каналом магазина, благодаря чему матрица, дойдя до своего канала, теряет опору и падает в соответствующий канал (фиг. 16, где *a*—матрицы, скользящие на бесконечный ремень, ведущий их к верстатке, *b*—механическая верстатка во время набора, *c*—верстатка, поднятая в верхнее положение, *d*—строка матриц, опущенная к отливному аппарату, *e*—строка матриц, поднятая вверх первым элеватором для пере-

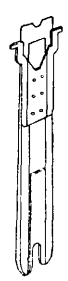
дачи второму элеватору, *f*—строка, захваченная для подъема кверху, к разборному механизму, *i*—матрицы в разборном механизме). Имеются и т. н. слепые матрицы, т. е. матрицы без букв, которые служат для



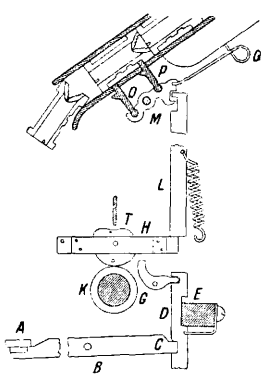
Фиг. 16.

систематич. выключки (круглой и полукруглой), для заполнения отступов при абзацах и концевых строках, а также в качестве шпаций, гл. обр. при наборе в разрядку, т. е. с небольшим пробелом после каждой буквы (см. *Набор типографский*). Ушки и ножки матрицы служат для опоры и направления во время движения матрицы из механической верстатки к элеватору и затем к отливному колесу и для выравнивания строки перед отливкой ее. Для образования интервалов (пробелов) между словами и для выключки строк служат раздвижные клинья (фиг. 17). Каждый клин состоит из двух частей—ползунка (верхний короткий клин) и станинки (длинный клин, утолщенный книзу). Оба клина примыкают друг к другу своими уклонами. Уклоны одинаковы, но направлены в противоположные стороны. Благодаря этому при движении ползунка по станине во всех местах края клина будут всегда параллельны и одинаковой толщины. Ползунок имеет сверху два плечика по бокам, на которых он висит в отдельных механизмах машины и в клиновом ящике. На обратной стороне ползунка имеется выступ, которым он входит в пазы длинного клина и свободно скользит по ним вверх и вниз. Матрицы находятся в магазине, который представляет собою узкий трапецоидальный ящик, разбитый внутри на каналы. Каждый канал заполнен матрицами одной и той же буквы. Матрицы лежат на узком ребре вдоль всего канала, упираясь друг в друга торцами (ножки одной в ушки другой матрицы). В магазине столько каналов, сколько клавишей на клавиатуре. Комплект матриц во всем магазине составляет 1 315 штук.

Задача наборщика заключается в том, чтобы из находящихся в магазине матриц составить набор подлежащей отливке строки. Набор производится при помощи клавиатуры, расположенной спереди машины. От каждого клавиша *A* (фиг. 18) идет рычаг *B*, к-рый заканчивается заплечиком *C*, входящим в вырез тяги *D*, расположенной сзади машины. Тяга опирается верхним краем другого своего выреза в брус *E* прямоугольного сечения. В верхнем вырезе этой тяги помещается опорный уголок *G* в виде полулунки, на верхний конец к-рого опирается рамка *H* клавиатурного эксцентрика *T*. Под эксцентриками помещаются все время вращающиеся резиновые валики *K*. На конец рамки эксцентрика опирается длинная штанга *L*, доходящая до магазина и соприкасающаяся с так наз. коромыслом *M* магазина. Два молоточка *O* и *P*, сидящие по концам коромысла, проходят внутрь магазина сквозь вырезы в нижней его стенке. Пружина *Q* все время притягивает один край коромысла, благодаря чему первый молоточек придерживает за ушко матрицу, лежащую в магазине. При нажиме на клавиш тяга поднимается, опорный уголок благодаря этому отклоняется внутрь рамки эксцентрика, и эксцентрик падает на вращающийся валик. Вращаясь, эксцентрик поднимает край рамки, на к-рый опирается длинная штанга, последняя поворачивает коромысло, передний молоток освобождает матрицу, к-рая падает из магазина, а задний молоток, входя через отверстие стенки внутрь магазина, придерживает следующую за ней матрицу за верхнее ушко, не давая ей падать вслед за первой. Когда нажим на клавиш прекращается, тяга *D* под влиянием собственного веса опускается, а вслед за тем и все связанные с нею части приходят в исходное положение. Матрица, выпавшая из магазина, скользит по каналу, имеющемуся на воронке



Фиг. 17.

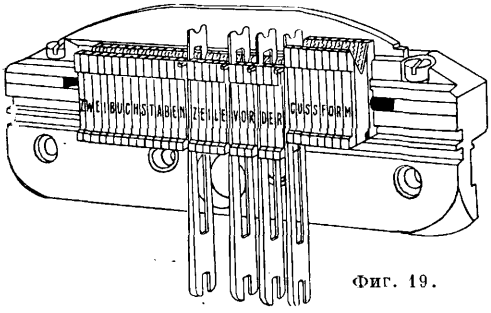


Фиг. 18.

собирателя, пока не попадет на бесконечный ремень, помещенный под воронкой. Бесконечный ремень доводит матрицу, из какого бы канала она ни упала, до механич. верстатки, помещенной слева клавиатуры.

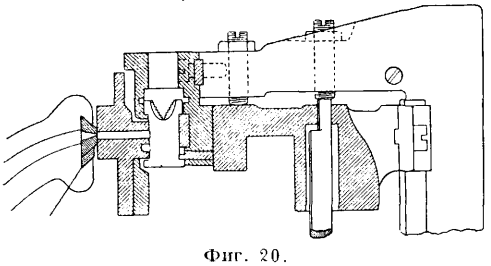
Так, при нажиме на клавиши буква за буквой собираются матрицы в механической верстатке до тех пор, пока сигнальный

звонок не известит наборщика, что строка заканчивается. В промежутках между словами наборщик нажимает особый клавиш, который расположен впереди клавиатуры, при помощи рычага и тяги освобождающий из клинового ящика клин, опускающийся в верстатку. Матрицы становятся в верстатке выштампованной буквой-матрицей к фронту машины, перед глазами наборщика имеются только контрольные буквы. После



Фиг. 19.

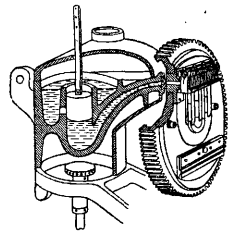
звонка наборщик может проверить строку и в случае недостаточной разбивки от руки добавить слепые матрицы, или шпации, иначе говоря, может правильно выключить строку. Нажимом на помещающийся справа от клавиатуры рычаг верстатка с набранной матричной строкой поднимается вверх к так называемому промежуточному каналу. Строку из верстатки принимает снабженная двумя пальцами первая каретка и переводит ее в «головку» первого элеватора (фиг. 19). Задача первого элеватора—принять набранную строку, затем опустить ее вниз к отливному аппарату, выправить все матрицы перед отливкой и после отливки снова поднять строку вверх для передачи ее второму элеватору. Элеватор расположен на переднем плане тисков и состоит из «головки» и элеваторных салазок. Этими салазками элеватор скользит



Фиг. 20.

вдоль тисков, подымаясь вверх и опускаясь вниз. Головка элеватора представляет собою канал, внутри его обе стороны несут шины, по к-рым могут скользить ушки матриц набранной строки при переходе из промежуточного канала в головку элеватора. Элеватор, приняв строку, опускает ее к отливному механизму и помещает между двумя колодками тисков, отстоящими друг от друга на расстоянии, точно определяющем формат строки.

За тисками находится отливное колесо, несущее отливные формы (фиг. 20), вставленные в сквозные отверстия в лобовой части колеса. Форма состоит из двух тщательно отшлифованных планок, равных по ширине высоте шрифта; зазор между ними равен кеглю набираемой строки. Вставленные по краям глухие планки-вкладыши (форматные) сокращают зазор по длине, определяя тем формат строки. Эти планки проходят сквозь толщу колеса и в нормальном положении они стоят перпендикулярно к головке нижнего элеватора. Когда строка опустится в зажимные колодки тисков и отливное колесо сделает $^1/_4$ оборота, форма становится вдоль матричной строки, между ней и мундштуком котла (фиг. 21). Отливное колесо вместе с формой под действием рычага эксцентрика продвигается вперед и ножки матриц входят в паз отливной формы. Под действием выключающего механизма, помещенного на внутренней стороне тисков, клинья приподнимутся, плотно заполнят пространства между отдельными словами и прижмут крайние матрицы к зажимным колодкам. На один момент под действием эксцентрика элеватор сделает короткий подъем вверх, и ножки матриц, упершись в паз отливной формы, выравнят всю строку. Помещающийся сзади отливного колеса котел с расплавленным гартом подходит сзади к форме и плотно прижимается своим мундштуком к литнику отливной формы, одновременно прижимая форму к матричной строке. Поршень в котле опускается и через горловину котла в мундштук вбрызгивается расплавленный металл в плотно закрытую спереди матричной строкой форму. Строка отольется и останется в форме. После отливки строки котел отходит назад, отливное колесо освобождается от нажима котла и тоже несколько отходит назад, отделяя отлитую строку, лежащую в форме, от матричной строки. Вслед за тем колесо делает $^3/_4$ оборота, причем помещающийся сзади колеса нож срезывает излишек металла с отлитой строки и придает строке точный рост.



Фиг. 21.

После трехчетвертного оборота строка, лежащая в форме отливного колеса, становится перед двумя вертикально расположенными ножами, которые укреплены на машине. Сзади пластинка, закрепленная в специальной раме, находящейся в салазках отливного колеса, выталкивает строку из формы и проталкивает ее между ножами, обрезывающими отлитую строку на толщину установленного кегля. Выталкиваемые из формы строки становятся на уголок одна за другой. После того как с матричной строки отлита гартовая строка, первый элеватор поднимается с ней в свое верхнее положение, где строка, при помощи пальца верхней каретки, передвигается из головки первого элеватора через промежуточный канал в опустившийся в этот момент 2-й элеватор. Второй элеватор состоит из рычага, один конец к-рого несет головку этого элеватора, состоящую из переносящей матрицы рейки и шарнирной поворачивающейся рамки, а другой конец при помощи рычага

связан с эксцентриком, управляющим движением элеватора. Второй элеватор при опускании ложится на промежуточный канал рядом с головкой первого элеватора в тот момент, когда он со строкой пришел в верхнее положение. При переводе кареткой матричной строки из первого во второй элеватор матричные зубья сцепляются с продольными ребрами рейки второго элеватора и последний, под влиянием вращающегося эксцентрика, поднимает строку вверх к разборочному аппарату. Раздвижные клинья остаются в этот момент в промежуточном канале и подтягиваются двинувшимся вправо пальцем второй каретки под захватывающий крюк клиноотводного рычага, который заводит их в клиновой ящик. Поднятые вверх матрицы проталкиваются к замку разбирателя и, проходя через замок, одна за другой поднимаются вверх двумя вращающимися в различном направлении шпинделями. Шпинделя эти имеют винтовую нарезку. Каждая матрица, попадая в шаг винтовой нарезки, вращением шпинделей ведется вдоль рейки разборочного аппарата. Продольные ребра этой рейки не являются сплошными, а прерываются над определенными каналами магазинного входа. При этом перерывы в рейках соответствуют комбинациям матричных зубьев, благодаря чему каждая из матриц, доходя до соответствующего перерыва, т. е. до своего канала, теряет опору и падает в свой канал. Таким образом матрица и раздвижные клинья при нажиме на клавиш клавиатуры во время набора совершают свой путь от магазина к верстатке и дальше в первый элеватор к отливному котлу, от него ко 2-му элеватору и через разборный аппарат снова в магазин,—непрерывно (фиг. 16). Это позволяет и набор вести непрерывно и не заботиться об отливке и разборе матриц, что происходит автоматически. При быстрой работе одна строка может разбираться, другая—в то же самое время—отливаться, а третья—уже набираться снова. На этом и основана высокая производительность линотипа.

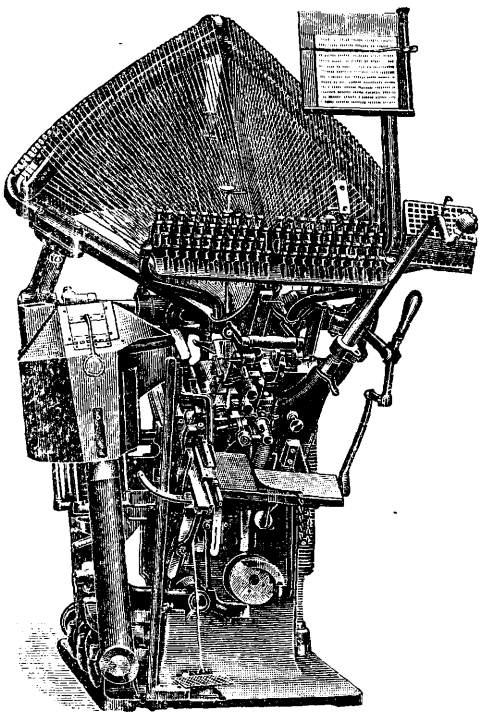
Автоматическое действие всех механизмов происходит благодаря управлению эксцентриками, которые сидят на одном валу, приводимом в движение мотором в 0,25 kW при помощи шестеренной передачи. Всех эксцентриков—10. 1-й закреплен на конце вала, выступающего за левый кронштейн. Его задача—управлять движением 1-го элеваторного рычага, упирающегося в тот же эксцентрик. 2-й эксцентрик представляет собою круг, несущий гребенки, поворачивающие при помощи шестеренных передач отливное колесо—сначала на $^1/_4$ оборота, а потом на $^3/_4$ оборота. 3-й и 4-й эксцентрики управляют движением выключающего строку аппарата перед отливкой. 5-й эксцентрик управляет движениями 2-го элеватора, опуская его головку на промежуточный канал и поднимая его к разборному аппарату. 6-й эксцентрик дает движение поршню насоса котла. 7-й направляет движение котла вперед перед отливкой и назад—после отливки. 8-й эксцентрик расположен в лобовой части главной шестерни привода и управляет движениями отливного колеса взад и вперед. 9-й и 10-й эксцентрики представляют собой одно фигурное колесо, имеющее кривизну с обеих сторон на лобовой части его; 9-й эксцентрик управляет движениями нижней транспортной каретки, переводящей строку в головку 1-го элеватора, а 10-й—движениями верхней транспортной каретки, которая передает строку из головки 1-го элеватора на рейку 2-го элеватора.

Такова в общих чертах конструкция линотипа. Усовершенствования, введенные с момента изобретения его, дали этой машине значительные преимущества перед другими Н. м. К числу таких усовершенствований следует отнести возможность набирать разными шрифтами путем увеличения числа магазинов на одной машине: в настоящее время имеются также машины двух-, трех- и четырехмагазинные, кроме того имеются машины с боковыми магазинами, т. е. с дополнительными матрицами больших кеглей, которые позволяют набирать на машине не только текст, но и заголовки. Соответственно тем или иным усовершенствованиям, машины разбиты на модели. Наиболее ходовые модели 5 и 8—двух- и трехмагазинные машины и четырехмагазинные (модели 10 и 11), а также машины с боковыми магазинами—модели 12 и 14 (немецкой номенклатуры). В последнее время появились матрицы, дающие возможность набирать и табличный набор. Особые блоки, заменяющие матрицы, дают возможность набирать также на машине реглеты, линейки и украшения, иначе говоря, машина кроме отливки строк может отливать также и части наборного материала. В последних моделях у машины пристроена также и круглая пила, что дает возможность набирать строки и, опиливая их, получать разные форматы, т. е. делать набор оборок на линотипе, что до сих пор считалось одним из преимуществ монотипа.

Линотипы изготовляются в Америке и в Германии и несмотря на то, что фирма принадлежит одному и тому же обществу, модели америк. линотипов отличаются от германских, как в конструктивном отношении отдельных деталей, так и в отношении качества выполнения их. Некоторые модели, как линотип «Идеал» с широкими, но короткими магазинами (меньше матриц в каждом канале), удобные для газетного набора, в Америке вовсе не строятся. Отличительная особенность последних америк. моделей линотипа—это отводящаяся в сторону (поворачивающаяся на боковом валике) клавиатура, позволяющая легко и удобно подойти к штангам, клавиатурным эксцентрикам. Специализация машин нашла свое отражение в америк. модели № 22, предназначенной исключительно для набора матрицами больших кеглей. Более широкая матрица требует в этих машинах и более широких каналов в магазинах, в силу чего модель № 22 имеет только 72 канала, вместо обычных 90.

Интертип. Конкурирует с линотипами и строкоотливная машина интертип, работающая по тому же принципу, что и линотип. Интертип по существу копирует линотип,

изменяя конструкцию отдельных деталей, стремясь главным образом к сокращению и к нормализации их. С этой целью интертип выпускается только двух типов. Частей в них меньше и все они взаимозаменяемы. Но сокращение деталей ведет зачастую к ухудшению качества работы машины и затрудняет ее обслуживание. Характерным для интертипа является съемка магазина для его смены сзади машины, две клавиатуры при работе с боковыми магазинами (линотип с боковыми магазинами обслуживается одной клавиатурой для основных и боковых магазинов), один качающийся замок, обслуживающий два разборных аппарата. Прочие



Фиг. 22.

детали у интертипа отличаются лишь упрощенной конструкцией. Несмотря на то, что интертип дешевле линотипа, он все же не так широко распространен, как линотип.

Все Н. м. для плавки гарта до недавнего времени пользовались исключительно газовыми горелками. Отчасти по соображениям санитарно-гигиенич., отчасти из-за необходимости поддерживать постоянство t° расплавленного гарта (270° для строкоотливных машин), чтобы не иметь пустотелых строк, за последнее время почти на всех машинах введена плавка гарта электричеством. Электрич. аппаратура представляет собою элементы сопротивления (намотанная на слюду никелиновая или хромоникелиновая проволока), заключенные в кожух, опущенный в котел для плавки металла, где и используется тепловое действие тока. Темп-ра регулируется путем введения добавочного сопротивления или выключением отдельных секций нагревательных элементов. У интертипа регулировка производится автоматически. Средний расход энергии для разных нагревателей колеблется от 800 до 1 200 Wh. На 1 000 отлитых знаков расход энергии колеблется в зависимости от уровня гарта в котле и кегля от 126 до 160 Wh. Высокая производительность, обслуживание машины одним человеком вместо 2, как у монотипа, благодаря тому, что набор и отливка соединены в одном аппарате, делают во многих случаях применение линотипа и интертипа более целесообразным и в экономич. отношении.

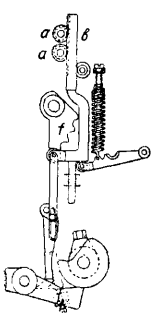
Типограф значительно уступает обеим машинам, хотя по конструкции он значительно проще. Типограф не имеет отдельных магазинов, но зато он ограничен и в количестве шрифтов, к-рыми на нем можно набирать (фиг. 22). Магазины заменены в типографе так назыв. матричной корзиной. Корзина представляет собою раму, имеющую вид неправильного, наклоненного к горизонтальной плоскости четырехугольника. Рама прикреплена к боковым стойкам, заканчивающимся втулками, заклиненными на валу, проходящем сзади машины. Спереди рама заканчивается ручкой, за которую вся корзина может откидываться, вращаясь вместе с валом, на к-ром заклинены стойки рамы. На передней части рамы укреплена клавиатура. Сзади на двух сторонах четырехугольника рамы укреплен подвижной хомут, на котором сидят привинченные так наз. остановки матриц, по числу равные количеству клавишей на клавиатуре. Остановка матриц представляет собою коромысло с ушком, соединенное соединительной проволокой с нижней частью стержня клавиша. К концам плеч коромысла шарнирно прикреплены две прилегающие друг к другу планки с вырезами на концах в виде вилки. Вилки благодаря пружине, закрепленной на коромысле, всегда расположены так, что зубцы передней вилки ниже зубцов задней. Вырез между зубцами проходит над направляющими проволоками, протянутыми от задних сторон рамки корзины к передней ее части—к сборному жолобу. Скользящие по ним матрицы различной длины могут, придя к сборному жолобу, благодаря этому стать так. обр., чтобы нижние медные части их прикасались к двум опорным пластинкам сборного жолоба, не касаясь верхней стальной части направляющих проволок.

Фиг. 23.

Матрица типографа (фиг. 23) представляет собою длинную планку, состоящую из двух частей. Нижняя часть (более толстая) медная, на ребре которой выштампована литера, имеет в конце вырез (паз). Кверху матрица суживается по ребру и переходит в стальную планку, заканчивающуюся крючком. За эти крючки матрицы одной и той же буквы подвешены на направляющих проволоках позади нависающих на них вилок остановок. Скользить по проволоке матрицам не дают вилки остановки матриц, в к-рые они упираются. При нажиме на клавиш соединительная проволока, подавшись вперед,

потянет за ушко коромысло остановки матрицы, которое повернется и поднимет переднее плечо с вилкой. Крючок матрицы при этом потеряет упор, и матрица под влиянием собственного веса спустится по направляющей проволоке корзины вниз и станет выштампованной литерой по направлению к отливной форме, а задним ребром упершись в опорные пластинки сборного жолоба. Заднее плечо коромысла при этом вместе с вилкой опустится, станет между падающей матрицей и следующей за ней, не давая последней скользить вслед за первой матрицей. Когда нажим на клавиш прекратится, вилки пружины коромысла передвинутся, и следующая за спустившейся матрица упрется в переднюю вилку.

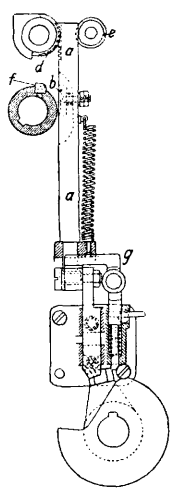
Для отбивки слов в типографе применяются круглые шпациевые кольца (клинья). Сидят они на двух неподвижных валиках квадратного сечения, перед к-рыми имеется площадка подъемного механизма. Неподвижные валики, имея небольшой уклон, плотно примыкают к подвижным таким же валикам, расположенным под углом к первым и перпендикулярно к фронту машины, вдоль набранной матричной строки. На концы этих валиков насажены шестерни, сцепляющиеся с вертикальной рейкой (т. н. гребенкой); последняя заканчивается гребенчатым эксцентриком. Сквозь площадку подъемного механизма проходят валики, на которых сидят два рычага, задача к-рых по окончании отливки строки и подъема матриц поднять шпациевые кольца и перевести их с подвижного валика на неподвижный. При нажиме на шпациевый клавиш, на каждом шпациевом валике кольца, придерживаемые обычно механизмом, аналогичным остановкам матриц, освобождаются и, под влиянием собственного веса, спускаются с неподвижного валика на подвижной, упираясь своими тонкими частями в торец опущенной до него матрицы.



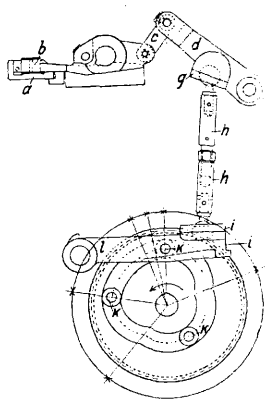
Фиг. 24.

При каждом нажиме опускаются два кольца—одно с верхнего, другое с нижнего шпациевого валика. Необходимость двух колец для отделения одного слова от другого объясняется длиной матриц типографа, для избежания перекоса при их установке в сборном жолобе. Когда буква за буквой набрана вся строка с разбивкой клиньями-кольцами, в действие вступают механизмы, выравнивающие набранную строку, выключающие ее и подготавливающие к правильной отливке. К этим механизмам относятся: флаг со вставной направляющей планкой на его валу, грейфер, или выравниватель, и держатель отливной формы.

Флаг—одна из основных частей машины—состоит из валика, на одном конце которого закреплен треугольник в виде флажка, а на другом конце сидит шестеренка с зубцами только в части окружности. Остальная часть шестеренки вырезана. Вырез образует наклонную плоскость. Сцепляются зубцы шестерни с прямой рейкой, установленной вертикально и доходящей нижним концом до пускового рычага. Пружина оттягивает ее несколько вверх, не давая ей упереться в этот рычаг. Над вершиной наклонной плоскости, образованной вырезом шестерни валика флага, находится штифт, к-рым заканчивается двигающийся в направляющих вертикальный стержень, доходящий до клавиатуры. У клавиатуры стержень этот, являющийся пусковой ручкой, заканчивается круглой головкой. При наборе флаг открыт, т. е. повернут на своей оси влево. При ударе по головке пускового рычага нижний штифт скользит по скошенной стороне шестерни и оттягивает валик вместе с флагом вперед. Одновременно флаг поворачивается рейкой (прямой гребенкой) и становится вертикально в одной плоскости с наборной строкой. В это время под действием гребенчатого выключающего



Фиг. 25.

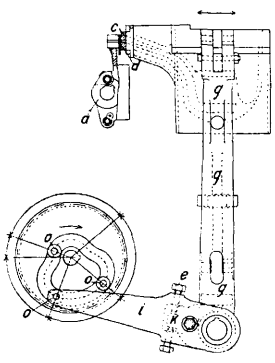


Фиг. 26.

эксцентрика *f* (фиг. 24) рейка *b* оттягивается вниз. Т. к. она сцеплена с шестеренками *a-a*, сидящими на вращающихся валиках шпациевых колец, то и валики колец поворачиваются, вращая кольца и вводя тем самым толстую их часть между матрицами, расширяя промежутки между набранными словами в строке. Строка оказывается выключенной и зажатой между флагом и т. наз. заключительной пластинкой, прикрепленной к машине. Расстояние между краем заключительной пластинки и краем флага д. б. равно формату набираемой строки. Нужный формат определяется следовательно соответствующей перестановкой флага. Таким образом флаг и заключительная пластинка играют роль зажимных колодок тисков у линотипа.

Одновременно со сдвигом флага вперед вставная выравнивающая пластинка на валу флага подходит под ножки матриц. Поворачивающийся затем при начале движения держателя формы выравниватель (грейфер), состоящий из пластинки, сидящей на валике в формодержателе, край к-рой заканчивается выступом в виде угольника, ложится этим выступом на вырезы (пазы) матриц (в нижней медной ножке) и оттягивает все матрицы, прижимая их плотно к вставной выравнивающей пластинке на валу флага. Таким путем матрицы, оттягиваясь вниз, устанавливаются так, что все буквы находятся в одной линии. При сдвиге флага вперед

штифтом пусковой ручки, флаг поворачивается (фиг. 25), при этом поворачивается и часть *d* шестерни, которая сцеплена с рейкой *a* (прямой гребенкой), сдвигая ее вниз. Рейка, опустившись, нажимает на пусковой рычаг *g*, поднимает его, благодаря чему включается фрикция, и машина приходит в движение. Малая шестерня, сидящая на приводном валу, сцепляется с большой (главной шестерней), в лобовой части к-рой имеются два эксцентрика. Один из них (фиг. 26), при помощи шариковой передачи *g*, *h*, *i*, приводит в движение формодержатель *a* и связанные с ним части (подвижную пластинку грейфера) и среднюю пластинку; другой (фиг. 27), при помощи рычажной системы *i*-*g*, управляет движением котла и отливкой строки. Держатель формы *a* (фиг. 26) состоит из площадки, заканчивающейся втулкой, через которую проходит поворачивающийся вместе с держателем валик, от втулки отходят два отростка, несущие валик, на котором закреплено колено с коленчатого рычага *d*, сидящего на шариковой передаче *g*, *h*, *i*. При помощи ролика *k* и рычага *l* эксцентрик ведет тяговую передачу, поднимая и опуская держатель формы *a*. В паз, имеющийся в держателе, вложена форма *b*, состоящая из двух гладко отшлифованных пластинок, между которыми по обоим краям имеются две подвижные пластинки-вкладыши, положение которых и определяет формат строки, т. е. длину зазора между ними в форме. Закрепляется форма приставной пластинкой и скобой. В приставной пластинке имеется вырез, в к-рый вставлен выбрасыватель огузка (пластинка, выступающая несколько над поверхностью приставки).



Фиг. 27.

Под формой помещается средняя пластинка, двигающаяся при подъеме и повороте держателя взад и вперед по поперечному направлению формы, благодаря упирающемуся в него стержню с пружиной, расположенному под держателем перпендикулярно к его втулке. Средняя пластинка имеет два выреза: один конич. сечения, другой—прямоугольного. Когда форма поднимается шариковой передачей и становится против литника *d* у котла (фиг. 27), вырез конич. сечения находится под зазором в форме. Эксцентрик, при помощи ролика *o* и рычага *i*, подведет котел к форме, и поршень вбрызнет металл в форму, прижатую к матрицам. Строка отольется по ширине равная ширине формы, т. е. росту шрифта с нек-рым дополнением конич. огузка, к-рое будет сидеть в вырезе средней пластинки *C*.

Когда котел отойдет и формодержатель начнет поворачиваться, чтобы занять исходное положение, средняя пластинка под давлением стержня сдвинется в бок (влево), конический огузок отломается от строки и перенесется движущейся средней пластинкой под вырез боковой планки у формы, в к-рой помещен выталкиватель огузка. Второе отверстие (прямоугольное) станет под зазором в форме, несущей отлитую строку. В это время вступает в действие механизм, приводящий в движение салазки ножей, состоящие из стальной отливки коробчатого сечения. В головке салазок имеется вырез, в который вставлена колодка, несущая два ножа, лезвия к-рых образуют зазор, несколько меньший толщины кегля строки. Салазки с ножевой колодкой двигаются рычагом и эксцентриком вдоль формы вверх и вниз так, чтобы ножи приходились по бокам очка. Задача ножей—снять заусенцы, к-рые образуются у очка строки во время отливки. При движении вперед (вверх) ножи срезывают заусенцы, колодка ножей, проходя по приставной пластинке, нажимает на выступающий конец язычка, помещенного в вырезе боковой приставки к форме, язычок упирается в лежащий в вырезе средней пластинки конический огузок и выталкивает его. Раньше чем салазки ножей возвращаются обратно, формодержатель опускается несколько вниз и садится на пластинку-выталкиватель, который, проходя через отверстие в средней пластинке и строчное отверстие формы, выталкивает строку в салазки ножей. При движении назад салазки забирают отлитую строку с собой и выводят ее на уголок.

Рабочий ход машины окончен. Фрикционный эксцентрик выключает фрикцию привода и приводной шкив вращается вхолостую. Теперь остается вернуть матрицы в начальное положение, а шпациевые кольца-клинья на неподвижный шпациевый валик. Первое осуществляется путем опрокидывания корзины. Берясь за ручку впереди корзины, наборщик опрокидывает ее так далеко назад, чтобы матрицы дошли до края направляющих проволок. Хомут остановки матрицы при этом подымается, что дает возможность крючкам матриц зайти за первые вилки планок матричных остановок. При установке корзины на место вилки опускаются, не давая матрицам спуститься по направляющим проволокам до тех пор, пока наборщик снова не нажмет клавиш. Шпациевые кольца-клинья остаются висеть на вращающемся валике. Когда матрицы отошли выше колец при подъеме корзины, пальцы рычага на подъемной колодке захватывают все кольца и, повернувшись, переводят их на неподвижный шпациевый валик за задерживающие их зубцы собачки. Вернув корзину на место, наборщик может начать набор новой строки.

Отсутствие автоматич. разбора матриц, необходимость от руки откидывать после отливки каждой строки корзину вызывает лишнюю, задерживающую процесс набора, операцию, к-рая и понижает производительность типографа в сравнении с линотипом. Кроме того матрицы не чередуются, а лежат всегда в одном и том же порядке. Первая, упавшая при наборе, матрица при разборе строки опять станет первой и при следующем нажиме клавиша первой же пойдет к наборному жолобу. Благодаря этому матрицы типографа изнашиваются скорее линотипных

матриц. При наличии на матрицах одного только шрифта нет возможности использовать типограф так широко, как двух-, трех- и четырехмагазинный линотип, без лишней затраты времени на смену комплекта матриц. Уже эти только обстоятельства приводят к тому, что типограф, имеющий известные преимущества (конструкция отливной части машины, позволяющая пользоваться более твердым гартом, простота ухода и обслуживания, дешевизна—на $^1/_3$ дешевле линотипа), уступает линотипу.

В последнее время выпущены новые модели типографа—модель «Б» и «Универсаль-У. Б», в к-рые введены значительные усовершенствования, сводящиеся гл. обр. к введению двухлитерных матриц, дающих возможность набирать выделительным шрифтом (курсив, жирный) рядом с обыкновенным, и к самооткидывающейся корзине, освобождающей наборщика от лишней ручной операции. Остальные изменения чисто конструктивного порядка и не дают в смысле производительности значительных улучшений по сравнению с многомагазинными линотипами. Там, где требуется высокая производительность, спешность набора, необходимость смешанного набора и применение набора шрифтов больших кеглей (набор заголовков, объявлений),—типограф не может конкурировать с линотипом.

Машина лудлов. К строкоотливным машинам следует также отнести и машину лудлов, которая является, собственно говоря, подсобной наборной, вернее, отливной машиной для отливки строк на кегли от 1 до 21 цицеро при помощи одной и той же отливной формы. Набор производят вручную матрицами, которые похожи по внешнему виду на линотипные матрицы. Набранная матричная строка от руки вставляется в особую верстатку (длиной от 21 до 63 цицеро) и закрепляется винтом сбоку. Верстатка помещается в отливную машину, к-рая производит отливку и выталкивание вполне готовой строки, работая по принципу отливного аппарата строкоотливной Н. м. Длина отливки не больше 21 цицеро. В случае более длинной строки отливка производится в 2 или 3 приема. После отливки матричная строка вынимается из машины и разбирается наборщиком вручную. Отливка идет довольно быстро, но набор и подготовка строки отнимают много времени. Машина лудлов может в силу этого быть использована только для акцидентного набора (реклам, заголовков, каталогов и пр.), для чего она собственно и предназначена.

Новые методы печати—*офсет* и *тифдрук* (см.)—обращают типографский набор из основного во второстепенный процесс при изготовлении печатной продукции. Набор нужен для того, чтобы получить с него только один оттиск, необходимый для перевода или для фотографирования и дальше для копирования на цинк или пигментную бумагу. Отсюда явилась идея изобрести Н. м., к-рая давала бы оттиск непосредственно на бумагу или, еще лучше, готовую пленку с изображением текста, которая могла бы быть смонтирована одновременно с негативами или диапозитивами иллюстраций для дальнейшей непосредственной копировки на цинк или пигментную бумагу.

Машина типар. Эта идея нашла свое осуществление в Н. м. типар, построенной в Швейцарии. Машина набирает и печатает на бумажной ленте строки текста. Отдельные кассы с различными шрифтами могут вставляться в машину. Путем нажима на клавиши из кассы набирается строка, которая автоматически отделяется, накатывается валиками красочного аппарата краской, подводится под пресс и тискается на бумажной ленте. Лента, в случае надобности, разрезается на отдельные строки, корректируется и монтируется строка за строкой вместе с оттисками клише. Монтаж в данном случае заменяет верстку. Сверстанная форма может после этого переводиться на цинк или же фотографироваться для дальнейшей копировки (см. *Офсет* и *Тифдрук*). Однако двухгодичная работа этой машины выявила ее непрактичность.

Фотонаборные машины. На смену неудачному типару приходит фотонаборная машина, набирающая путем проектирования отдельных букв на светочувствительную фильмовую пленку, которая тут же проявляется, сушится и после корректуры монтируется для непосредственной копировки. До сих пор (1931 г.) известны были три модели таких фотонаборных машин: Гунтера, Боотри и Дуттона. Практически они не привились из-за ряда неразрешенных осложнений в области выключки строк, корректуры, обработки фильмовой ленты и пр. В настоящее время венгерец Угер изобрел фотонаборную машину, которая повидимому имеет больше оснований рассчитывать на широкое практич. применение. Машина строится на з-де MAN в Аугсбурге и состоит из двух машин—наборной и верстальной. Первая представляет собой строконаборную машину. Строки набираются (фиксируются) машиной одна за другой на узкой фильмовой пленке. Пробитое в ленте отверстие отделяет одну строку от другой. Корректуру производят вклейкой в ленту исправлений и заново набранных строк аналогично корректуре в киноленте. Характерной особенностью наборной части машины «Угертип» является набор одним и тем же стандартным кеглем, вне зависимости от того, каким кеглем будет производиться печатание всего текста с этого набора. На второй—верстальной машине отдельные набранные на фильмовой ленте строки формируются в гранки путем перефотографирования на фильмовую пленку, ширина которой соответствует нужному формату строки.

Н. м. состоит из трех частей: клавиатуры, выключающего (шпационного) аппарата и шрифтопроекционного аппарата. Задача клавиатуры, по аналогии с линотипом,—собрать строку. Как в линотипе при нажиме на клавиш матрицы из магазина собираются в верстатку одна за другой, так и здесь вместо матрицы при нажиме на клавиши стальные шарики их цилиндра поступают на места, которые соответствуют тому или иному знаку. Одновременно на бумажной ленте, перемещающейся перед наборщиком, записывается, как на пишущей машинке, набранная строка. Замеченная наборщиком ошибка

м. б. исправлена перестановкой неправильно установившегося шарика на соответствующее место. Когда до конца строки остается набрать 8 знаков, наборщик получает сигнал и может либо закончить строку либо сделать перенос. Перед набором второй строки шарики передвигаются по ленте и включают шпационный аппарат, автоматически выключающий первую строку при помощи прибора внутри машины, построенного по принципу счетного механизма. Задача шариков—привести в движение выключающие салазки: последние могут занять одно из 8 положений соответственно восьми гранциям ширины выключки, предусмотренной особой расчетной системой единиц, в основу которой положено известное отношение высоты буквы к ее ширине для данного кегля (подобно монотипу). Т. к. набор производится одним и тем же стандартным кеглем, а гранки на верстальной машине м. б. изготовлены в другом, наперед заданном кегле, то формат набора д. б. согласован с последующей работой верстальной машины. Для этого перед начало набора по соответствующей таблице устанавливается формат при помощи маховичка с указателем, перемещающимся по миллиметровой шкале. Ширина строки (формат) на Н. м. равна нужной (заданной) ширине гранок, определяющейся на верстальной машине, деленной на известный коэф., характеризующий разницу между размером набираемого (стандартного) кегля и кегля шрифта, необходимого для печати. Т. о. установка формата одновременно устанавливает и пределы перемещения выключных салазок для автоматич. выключки строк нужного для печати кегля. Когда наборщик набирает третью строку, в машине происходит выключка второй строки и фотонабор первой. Шарики, составляющие первую строку, замыкают контакты, приводящие в движение проекционный аппарат в таком порядке, что шрифтовые знаки, соответствующие каждому шарику, репродуцируются друг за другом на перемещающуюся узкую пленку, автоматически наматывающуюся на шпульку. Лента выходит из машины проявленной, зафиксированной и высушенной, т. е. готовой к передаче на верстальную машину. Шрифтопроекционный аппарат состоит из стеклянной матрицы в виде цилиндра, на внутренней стороне которого нанесены 13 расположенных друг над другом шрифтовых рядов, содержащих каждый по 90 знаков. 12 рядов содержат каждый по одному полному алфавиту необходимых знаков. В каждом ряду алфавиты разн. рисунков. Тринадцатый ряд содержит орнаменты и специальные знаки. Перемещение цилиндра вверх и вниз дает возможность наборщику как угодно менять шрифты даже в пределах одной и той же строки. Знаки в ряду расположены на равных расстояниях друг от друга. В зависимости от назначения набора стеклянный матричный цилиндр м. б. диапозитивный или негативный. По оси цилиндра над ним, несколько выступая за стенку его, помещена вращающаяся призма наподобие небольшого перископа. Вращающийся перископ под действием контактов, замыкаемых шариками и электромагнитом, устанавливается с математич. точностью против соответствующего знака матричного цилиндра. Луч света, падающий на шрифтовой знак матричного цилиндра, проектирует отражение его через призму перископа и оптич. ось объектива на пленку. После соответствующей экспозиции пленка передвигается, чтобы принять следующую букву. Так буква за буквой репродуцируется вся строка. Необычно устроен привод машины, сводящийся к двум движениям—вращению перископа и передвижению ленты. Регулировка этих движений производится включением электромагнитов. Контакты замыкаются шариками. Во избежание появления искр и оксидирования контактов все включения идут через центральную систему выключателей, действующих от приводного мотора машины. При этом контактам дается ток лишь после того, как они соединены, и подача тока прекращается перед разъединением контактов. Матричные цилиндры могут фотомеханич. путем быть изготовлены самим полиграфич. предприятием; что же касается пленки для набора, то она едва ли будет влиять на экономич. сторону набора, так как по простоте обработки и свойствам она значительно дешевле фотографич. пленки.

Верстальная машина состоит из супорта с объективом и верстальных салазок. Строчная пленка, установленная на машине, рассматривается, проходя перед объективом камеры, и при соответствующем освещении экспонируется на граночную пленку. Последняя передвигается на заранее установленные промежутки в соответствующем направлении, благодаря чему строки фотографируются на ней одна под другой, образуя требуемые колонки готового набора. При каждом перемещении верстальных салазок, несущих широкую граночную пленку, объектив автоматически занимает соответствующее положение так, чтобы проектируемое изображение всегда попадало в фокус. Это важно при установке размера репродукции (высоты строки кегля). Расстояние между строками устанавливается предварительно (по несложной таблице). Верстальная машина снабжена счетным механизмом, отсчитывающим число строк. По заранее установленному размеру механизм этот автоматически останавливает машину. При книжной верстке это м. б. проделано после верстки числа строк, умещающихся в одной странице.

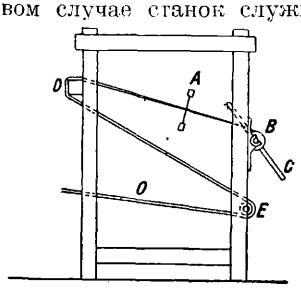
Фотонаборная машина вместе с верстальной должны позволять помимо текстового набора производить и самый сложный акцидентный набор всех видов. Производительность Н. м.—8 000 знаков в час. Верстальная машина при испытании дала 10 строк, четыре раза выполненные с одного набора разными кеглями, от нонпарели до цицеро, на одной и той же граночной пленке без проявления, в 3 минуты.

Уверенность у конструкторов и фабрики в практической пригодности машины настолько велика, что сейчас уже ведутся опыты в направлении использования этой машины и для нужд высокой печати. Машина таким образом ставит себе целью исключить свинец из обихода типографских предприятий. Фото-

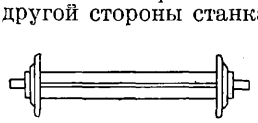
наборная машина, в случае успешного осуществления заложенных в ней идей, может в ближайшем будущем внести огромный переворот в полиграфию, исключив из типографского дела металлич. типографский набор, и изменить коренным образом всю технологию полиграфического производства.

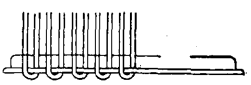
Лит.: Руководство для обслуживания и ухода за наборной машиной «Типограф-Универсаль», Берлин, 1930; Руководство к изучению и работе на буквоотливной наборной машине «Монотип», СПБ, s. a., 2 ч.; Отливная машина монотип, Руководство к изучению конструкции и обслуживанию отливной машины монотип, Berlin, 1930; Die Monotype, Technisches Hilfsbuch für Monotypesetzer u. Giesser, hrsg. von der Zentralkomission d. Maschinensetzer im Verbande d. deutschen Buchdrucker, B., 1928; Die Zeilen-Setz-giesse- u. Ablege-Maschine Linotype, hrsg. von der Mergenthaler Setzmaschinen Fabrik, B., s. a.; Detail Plates, the Monotype «D» Keyboard Machine, L., 1910; Albert K., Zum Problem d. photomechanischen Setztechnik, Die Uhertype-Lichtsetzmaschine, «Deutscher Drucker», B., 1930, 3, p. 145. **А. Черкасский.**

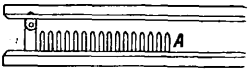
НАВИВАЛЬНЫЙ СТАНОК применяется и в ручном и в механическом ткачестве. В первом случае станок служит для перемотки на ткацкий навой отдельных частей основы, полученных после сновки в виде клубков, цепей, плетенок. Для этого употребляется станок, к-рый показан на фиг. 1, ткацкий навой с пазом (фиг. 2). Через концевые петли основы, образованные в сновке, пропускается деревянный брусок, на к-ром распределяют равномерно все партии и переплетают их шнурком (фиг. 3). Брусок вкладывают в паз навоя, привязывают к нему бечевками, после чего навой *B* (фиг. 1) помещают на станок в соответствующие подшипники. Партии основы *O* располагают с другой стороны станка и для получения во время навивки надлежащего натяжения пропускают через ряд деревянных брусков *E*, *D*. Для более равномерного распределения партий и для правильного заполнения всей длины навоя на пути основы располагают гребень *A* (фиг. 1 и 4). Обыкновенно один рабочий натягивает основу, второй направляет ее гребнем, а третий вращает навой рукояткой *C*, причем гребень *A* рабочий держит под таким углом, чтобы основа наматывалась на всю длину навоя между его фланцами.



Фиг. 1.


Фиг. 2.


Фиг. 3.



Фиг. 4.

В механич. ткачестве навивальный прибор чаще всего применяется в шерстяном и шелковом производствах и составляет часть конусной сновальной машины, связанную в своем действии со сновальным барабаном. См. *Сновальные машины.* **Н. Новиков.**

Лит.: см. *Сновальные машины.*

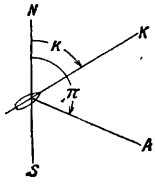
НАВИГАЦИОННЫЕ ПРИБОРЫ имеют своим назначением обеспечить выполнение основной задачи навигации — провести корабль из одного порта в другой безопаснейшим и кратчайшим путем. Для этого прежде всего необходимо иметь прибор, посредством которого можно было бы направить корабль по выбранному пути и затем во время плавания все время следить за направлением движения судна. Таким прибором является *судовой компас* (см.)—главнейший Н. п. Далее необходимо иметь прибор, регистрирующий пройденное судном расстояние. Для этой цели служит *лаг* (см.). Для того же, чтобы все время следить за перемещением корабля по морской карте, необходимо вести прокладку корабля, что выполняется при помощи *прокладочных инструментов* (см.). Особые обстоятельства, в к-рых может оказаться мореплаватель, например туман, заставляют его прибегать к помощи *лота* (см.), чтобы по глубине моря судить о местонахождении судна, или к помощи новейших электронавигационных приборов, как радиопеленгатор (см. *Пеленгатор*), приборы подводной сигнализации (см. *Звук*, подводная акустика) или электрич. лоцман (см. *Электронавигационные приборы*). Океанские переходы, совершаемые вне видимости берегов, вызывают необходимость иметь Н. п., служащие для производства астрономич. наблюдений, чтобы из последних, согласно указаниям мореходной астрономии, вывести правильное заключение о месте судна в океане. Главнейшими из этой группы приборов являются *секстант* (см.) и *хронометр* (см.).

Существующие в настоящее время Н. п. по роду своего устройства м. б. разделены на две категории: старые мореходные инструменты—магнитные и механические—и новейшие электронавигационные приборы, основанные на применении последних достижений электротехники. Несмотря на все возрастающее с каждым годом значение электронавигационных приборов, их сложность, дороговизна и необходимость специального оборудования и хорошо обученного обслуживающего персонала заставляют большую часть судов попрежнему пользоваться старыми Н. п., к-рые благодаря простоте и надежности своего устройства долго еще будут существовать параллельно с новыми приборами, нередко служа для необходимого контроля работы последних. **Н. Сакеллари.**

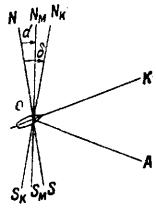
НАВИГАЦИЯ, кораблевождение, совокупность ряда наук, позволяющих осуществить безопасное плавание корабля в море. К этим наукам относятся: 1) собственно Н.; 2) мореходная астрономия, методами к-рой происходит определение корабля в море по небесным светилам; 3) девиация компаса (см. *Судовой компас*); 4) теория электронавигационных инструментов и гл. обр. электромеханич. компаса (гирокомпаса), основанного на принципе гироскопа (см. *Волчок* и *Электронавигационные приборы*); 5) лоция—описательная наука, дающая сведения об условиях плавания в данном районе (течение, ветры, предостерегательные знаки, различные сигналы и пр.); 6) морская метеорология и 7) океанография, изучающие физико-географич.

особенности моря и берегов. Н. рассматривает способы, при помощи к-рых возможно наилучшим образом провести корабль из одного пункта в другой.

Плавание всякого корабля осуществляется при помощи компаса (магнитного или гирокомпаса) и морских карт, построенных в меркаторской проекции (см. *Картографические проекции*), позволяющей кривую линию пути корабля, т. н. локсодромию изображать на картах прямой. Действие компаса основано на свойстве магнитной стрелки сохранять в данном месте неизменное положение; стрелка одним концом указывает направление северного магнитного полюса, а другим—южного. Это направление, или т. н. магнитный меридиан, составляет с истинным меридианом в каждой точке земной поверхности свой определенный угол (с течением времени он изменяется), называемый магнитным склонением d. Магнитная стрелка, помещенная вместе с компасом на корабль, вследствие искажения поля земного магнетизма в месте нахождения судна, обусловливаемого железными массами корабля, отклоняется от своего первоначального положения и определяет новое направление, т. н. компасный меридиан. Этот последний с направлением магнитного меридиана составляет угол, называемый девиацией компаса δ. Этот угол, различный для каждого компаса и изменяющийся с направлением судна, определяется особыми способами; он изменяется с течением времени. Компас дает возможность ориентировать корабль (т. е. его диаметральную плоскость) по странам света. Угол, составляемый диаметральною плоскостью корабля с плоскостью меридиана, называется курсом корабля. Всякое направление с корабля на какой-нибудь предмет называется пеленгом π этого предмета и определяется углом, образуемым плоскостью меридиана с вертикальною плоскостью, проходящей через корабль и данный предмет (фиг. 1): $\angle k$—курс корабля; $\angle \pi$—пеленг предмета A. Курсы и пеленги бывают: истинные, магнитные и компасные. Эти названия определяются в зависимости от меридиана—истинного, магнитного или компасного, с которым данное направление образует угол (фиг. 2). $\angle NOK$ — истинный курс (И. К.); $\angle N_м.OK$—магнитный курс (М. К.); $\angle N_к.OK$—компасный курс (К. К.); $\angle NOA$—истинный пеленг (И. П.); $\angle N_м.OA$—магнитный пеленг (М. П.); $\angle N_к.OA$—компасный пеленг (К. П.). Из чертежа определяем:



Фиг. 1.



Фиг. 2.

Истинный курс = М. К. + d (склонение) (1)

М. К. = К. К. + δ (девиация) (2)

И. К. = К. К. + $\delta + d$ = К. К. + Δ, (3)

где $\Delta = d + \delta$,

И. П. = М. П. + d;

И. П. = К. П. + $\delta + d$ = К. П. + Δ. (4)

Компас, помещенный на корабле, указывает всегда компасные направления, на карту же наносятся истинные. Исправление компасного курса или пеленга в магнитный или истинный производится по одной из приведенных формул.

При плавании в море ведется счисление пути корабля. Это счисление м. б. выполнено или графич. прокладкой или при помощи вычислений (простое, составное или сложное счисление). Сущность прокладки (графической) заключается в проложении на карте всех истинных курсов корабля и в отложении по каждому курсу пройденного расстояния за время нахождения на этих курсах. Эти расстояния на каждом курсе определяются по лагу или по числу оборотов винта. Заметив момент, когда корабль, определив свое точное место, лег на первый курс, и зная скорость корабля, можно в любой момент определить на карте точку, в к-рой находится корабль, а следовательно и его широту и долготу. Ветер, действуя на наружную поверхность корабля, перемещает его в направлении своего действия, параллельно линии курса. Вследствие этого путь корабля располагается по линии, составляющей некоторый угол с линией курса. Этот угол называется углом дрейфа. Дрейф определяется по кормовой струе. Когда ветер дует с левого борта (левый галс), дрейф принимают как поправку истинного курса, со знаком плюс, а когда ветер дует с правого борта (правый галс), дрейф принимается со знаком минус. Путь корабля относительно воды = = И. К. + дрейф. Когда известно течение, действующее в районе плавания корабля, то при прокладке его принимают в расчет. Снос корабля под действием течения и его ход под действием двигателя складываются в одну равнодействующую, и корабль перемещается не по линии И. К. + дрейф, а по этой последней, представляющей истинный (действительный) путь судна на карте. При прокладке на течении действительный путь корабля получают графическим построением, для этого в одном и том же масштабе откладывается скорость корабля по курсу и скорость течения (в тех же единицах) по направлению его действия, — равнодействующая этих двух слагаемых определит действительный путь корабля. Графич. прокладка применяется при плавании вблизи берегов, на сравнительно небольших переходах. При плавании в океанах применяется счисление, основанное на вычислении широт (φ) и долгот (l). Счисление называется простым, когда корабль из отшедшего пункта (точка отправления судна) пришел в пришедший пункт (конечная точка пути) одним курсом. Для вычисления пользуются формулами:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = S \cos k, \quad (5)$$

$$a = S \sin k, \quad (6)$$

$$l_2 - l_1 = a \sec \varphi_0, \quad (7)$$

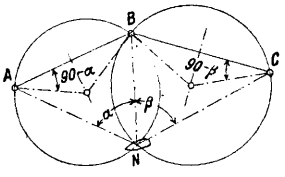
$$l_2 - l_1 = \left[\lg \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\varphi_2}{2}\right) - \lg \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\varphi_1}{2}\right)\right] \operatorname{tg} k, \quad (8)$$

где φ_1 и φ_2—широты отшедшего и пришедшего пунктов, S—пройденное расстояние; k—курс корабля; a—отшествие, т. е.

сумма отрезков параллелей между отшедшим и пришедшим пунктами; $\varphi_0 = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$. Составное счисление применяется, когда корабль совершает плавание несколькими курсами. По ф-лам (5) и (6) для каждого курса находят разность широт и отшествие a; затем их суммируют и получают генеральную (общую) разность широт и генеральное отшествие. Сложив генеральную разность широт с широтою отшедшего пункта, находят широту пришедшего пункта. Для определения долготы генеральное отшествие обращают по ф-ле (7) в разность долгот и последнюю складывают с долготой отшедшего пункта, сумма даст долготу пришедшего пункта.

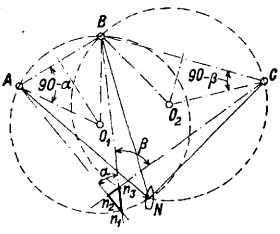
Сложное счисление. Т.к.ф-ла (7)—приближенная, то в больших широтах (> 65°) при переходах в 100—150 миль получается значительная ошибка в долготе. В этих случаях пользуются сложным счислением, состоящим как бы из ряда простых счислений, причем долготы промежуточных точек не определяются, а берутся только сделанные разности долгот. Сложное счисление употребляется редко, т. к. точность пришедшей долготы, определенной этим способом, мало выигрывает вследствие несовершенства компаса и лага. Место судна в море, определенное счислением, называют счислимым местом; последнее отличается от истинного положения судна, вообще говоря, тем более, чем далее вели прокладку не определяя места корабля определением астрономическим—по небесным светилам и хронометру, или навигационным—по земным объектам. Место судна, найденное при помощи навигационного определения, называют обсервованным.

Навигационное определение корабля в море. Сущность всех навигационных способов определения места корабля в море сводится к определению по береговым предметам углов, пеленгов и расстояний до них судна и в проложении их на карту. В кораблевождении употребляются следующие способы определения: 1) по двум углам; 2) по трем пеленгам; 3) по двум пеленгам; 4) по пеленгу и горизонтальному углу; 5) по двум расстояниям; 6) по пеленгу и расстоянию и 7) по крюйс-пеленгу.

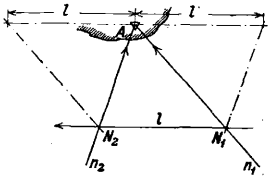


Фиг. 3.

Первый способ применяют в том случае, когда в виду корабля находятся три предмета, обозначенные на морской карте (фиг. 3); измеряя углы α и β между линиями NA, NB и NC (N—место корабля), получаем место корабля как точку пересечения окружностей ABN и BCN; способ построения ясен из фиг. 3. Для определения места корабля по второму способу пеленгуют три предмета A, B и C (фиг. 4), определяют истинные пеленги и проводят на карте обратные (т. е. отличающиеся на 180°) пеленги An_1 Bn_1 и Cn_2 через означенные три точки. Обычно три пеленга не пересекаются в одной точке, а образуют тр-к $n_1n_2n_3$ (тр-к погрешности, или ложный тр-к); если последний очень мал и нет основания подозревать наличия значительной систематической ошибки, место корабля берут в центре этого тр-ка, в противном случае находят центры O_1 и O_2 вспомогательных окружностей способом, указанным на фиг. 4, и определяют истинное положение N как точку пересечения обеих окружностей. Этот способ является более точным, чем определение по двум пеленгам, когда положение корабля определяют как точку пересечения двух исправленных обратных пеленгов. Определение по пеленгу и горизонтальному углу сводится к предыдущему, т. к., находя пеленг одного предмета и угол между визирными линиями на тот же и на второй предметы, определяют, введя соответствующие поправки, пеленг и второго предмета. Когда известны расстояния корабля до двух обозначенных на карте предметов, то место его определяется как пересечение двух окружностей, проведенных из данных точек радиусами, равными этим расстояниям. Определение места по пеленгу и расстоянию от пеленгуемого предмета производят, проводя на карте через данный предмет исправленный обратный пеленг и откладывая по нему в соответственном масштабе расстояние. Сущность определения места по крюйс-пеленгу заключается в следующем. В известный момент с корабля берут пеленг n_1A (фиг. 5) по компасу какого-нибудь предмета на берегу и затем второй n_2A через нек-рый промежуток времени. По разности моментов между пеленгами рассчитывают пройденное кораблем расстояние l и вмещают его между пеленгами, проведенными от берегового предмета параллельно линии курса N_1N_2. В пересечении вмещенного отрезка с обоими пеленгами будут находиться места корабля N_1 и N_2 в момент взятия соответственного пеленга. При плавании в тумане определяются (приближенно) по воздушным сигналам: сиренам, колоколам и сигнальным пушкам. Ориентируются также по курсам и глубинам. За последнее время широко развиваются способы определения места по *звуку* (см.) подводных колоколов и электромагнитных мембранных отправителей (осцилляторов). Для приема сигналов, отправляемых этими приборами, на кораблях устанавливаются приемные аппараты, состоящие из двух микрофонов, помещаемых в подводной части корабля с правого и левого бортов. Корпус корабля, находящийся между приемниками, отбрасывает т. наз. «звуковую тень», вследствие чего сигнал бывает слышен только в



Фиг. 4.



Фиг. 5.

определенном секторе. Корабль, услышав подводный сигнал, поворачивается, определяет направление лучшей слышимости и в этот момент берет пеленг по компасу, к-рый и определяет направление на отправительную станцию. Через некоторый промежуток времени берется второй пеленг, и место корабля определится по крюйс-пеленгу. Новейшие способы определения производятся при посредстве радиопеленгаторных станций (см. *Пеленгатор*). При наличии двух и трех станций, объединенных в одну общую группу, место получается сразу по двум и трем пеленгам. Когда отправительная радиостанция (напр. пловучие маяки) снабжена и подводным звуковым аппаратом, место определяется радиоакустическим методом, основанным на разности времен прохождения радиосигнала и подводного звукового сигнала. Расстояние x от корабля до отправительной станции определяется по ф-ле:

$$x = vt,$$

где v — скорость распространения звука в воде, t—промежуток времени между приходом сигналов; v меняется в зависимости от темп-ры (T) воды и солености (s) по формуле: $v = 1450 + 4206\,T - 0{,}0366\,T^2 + 1{,}137(s - 35)$ *м/сек*. Радиопеленг получается обычным путем.

Плавание по дуге большого круга. При значительных океанских переходах, в особенности в больших широтах, путь корабля выгоднее располагать по дуге большого круга (ортодромии). Длина ортодромии вычисляется по ф-ле:

$$\cos D = \sin\varphi_1 \sin\varphi_2 + \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \cos(l_2 - l_1).$$

Начальный и конечный курсы определяются по ф-лам:

$$\operatorname{ctg} k_1 = \cos\varphi_1 \operatorname{tg}\varphi_2 \csc(l_2 - l_1) - \sin\varphi_1 \operatorname{ctg}(l_2 - l_1),$$

$$\operatorname{ctg} k_2 = -\operatorname{tg}\varphi_1 \cos\varphi_2 \csc(l_2 - l_1) + \sin\varphi_2 \operatorname{ctg}(l_2 - l_1).$$

Ортодромия на меркаторской карте м. б. либо нанесена по точкам, положение которых можно вычислить, либо определена графич. построением. При вычислении промежуточных точек их берут через 5° или 10° долготы и вычисляют только широты:

$$\operatorname{tg}\varphi = A \sin(l_2 - l_1) + B \sin(l - l_1),$$

где

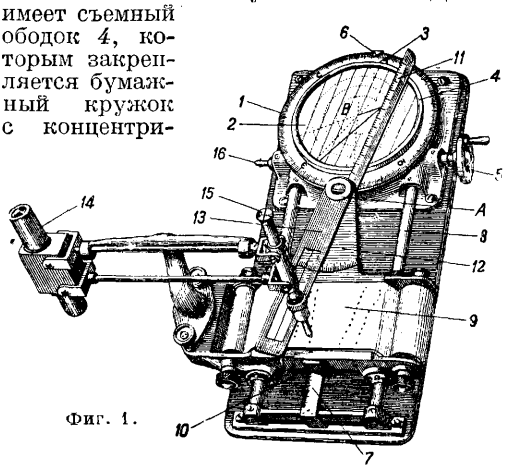
$$A = \operatorname{tg}\varphi_1 \csc(l_2 - l_1);\quad B = \operatorname{tg}\varphi_2 \csc(l_2 - l_1),$$

l_1—долгота отшедшего пункта; l_2—пришедшего пункта и l—долготы промежуточных точек.

Лит.: Сакеллари Н., Навигация, Л., 1926; Шейковский А., Навигация, СПБ, 1914; Беспятов М. М., Учебник по навигации, 2 издание, П., 1919; Корнилов Н. А., Навигация, М., 1926; Зыбин Н., Руководство к кораблевождению, ч. 1, СПБ, 1888; Admiralty Manual of Navigation, v. 2, L., 1922; Lecky, Wrinkles in Practical Navigation, 20 ed., L., 1928; Lehrbuch d. Navigation, hrsg. v. Reichsmarineamt, Berlin, 1917; Müller J., Hilfsbuch für Schiffsoffiziere, B., 1911; Müller J., Hilfsbuch für die Schiffsführung, 2 Aufl., B., 1925; Breusing A. u. Meldau H., Steuermannskunst, 10 Aufl., Bremen, 1929; Fulst O., Nautische Tafeln, Bremen, 1929; Handbücher d. Ostküste Afrikas, d. Westküste Amerikas u. s. w., hrsg. von der Marineleitung, Berlin, 1930 (переиздаются ежегодно); Dunraven, Self-Instruction in the Practice a. Theory of Navigation, v. 3, L., 1908; Gill J., Textbook of Navigation a. Nautical Astronomy, L., 1918; Hall W., Modern Navigation, 2 ed., London, 1919; Williamson A. P. W., Textbook of Navigation a. Nautical Astronomy, Glasgow, 1920; Wilson-Barker D. a. Allingham W., Navigation: Practical a. Theoretical, 4 ed., London 1923; Jefferson's Nautical Almanac a. Tide Tables. Harbour and Lighthouse Guide, London (переиздается ежегодно).

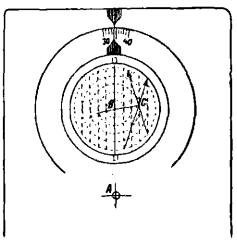
П. Матвеев.

НАВИГРАФ, авиационный прибор типа *ветрочета* (см.), устанавливаемый на воздушных судах для счисления пути, определения истинной скорости судна, скорости ветра и направления пути. Н. позволяет находить направление и скорость ветра без непосредственного измерения земной скорости, при наличии лишь измерителя технической скорости, компаса и измерителя угла сноса на любых двух курсах, разнящихся между собою на угол, близкий к прямому. Рассматриваемый Н. Леприера (Le Prier) (фиг. 1) имеет диск *1* с нанесенными по его окружности делениями 0 ÷ 360°. На диске *1* вращается с трением диск *2* с диаметральными отметками и указателем *3*. Диск *2* имеет съемный ободок *4*, которым закрепляется бумажный кружок с концентрическими кругами и линиями, параллельными одному из диаметров. Диск *1* может вращаться при помощи ручки *5*, соединенной с бесконечным винтом. При вращении любое деление диска *1* можно установить против курсовой метки *6*. Под диском *1* к основанию прибора неподвижно прикреплена рейка *7*, устанавливающаяся параллельно оси судна при монтировании прибора на воздушном судне и имеющая шкалу обозначений скорости в *км/ч*; начало шкалы идет от центра диска. По штангам *8* скользит каретка *9* с указателем *10*, отмечающим на шкале рейки *7* скорость полета. На выступе каретки вращается линейка скорости *11* со шкалой, имеющей начало в центре *A* вращения линейки; линейка оканчивается указателем сноса, ходящим по шкале сноса *12*; к линейке *11* на двух штангах прикреплена рамка *13* с прорезью и тонким стержнем, остающимся при движениях рамки параллельным линейке *11*. Каретка *9* имеет два вращающихся барабана, на которые навертывается узкий рулон бумаги, причем при вращении их бумага перематывается с одного барабана на другой. На одной стороне этой же каретки укреплен кронштейн со зрительной трубой *14*, которая соединена штангами с карандашом *15*, остающимся параллельным трубе *14* при всех ее движениях. Навиграф устанавливается на аэроплане или другом воздушном судне на горизонтальной площадке. Под зрительной трубой *14* имеется окошечко, позволяющее производить трубой наводку с откло-

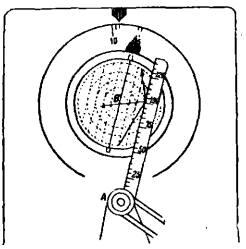


Фиг. 1.

нением до 40° во все стороны. Для определения ветра в полете на диск *2* накладывают бумажный круг так. обр., чтобы начерченный на круге диаметр приходился против указателя *3*, а сам указатель устанавливают против деления, соответствующего азимуту намеченного пути (фиг. 2); затем устанавливают против указателя *6* курс воздушного судна, а указатель *10* ставят на значе-



Фиг. 2.



Фиг. 3.

ние технич. скорости и визируют трубой на один из любых предметов, находящихся на пути. Тогда карандаш прочертит на бумаге между барабанами линию, соответствующую направлению пути при данном курсе; передвигая бумагу, можно получить еще линию или ряд линий; устанавливая стержень рамки *13* параллельно этим линиям, тем самым ставим линейку скорости *11* по направлению пути. Прочертив на круглом листе диска *2* линию вдоль линейки *11*, находим прямую, представляющую собой геометрическое место точек *C*. Повернув воздушное судно на новый курс, проводят новую прямую. Точка пересечения линий будет концом вектора ветра, начало которого находится в центре диска *2*. Направление ветра определится линией *BC*, а скорость ветра м. б. отсчитана по концентрическим окружностям, отстоящим одна от другой на расстояние, соответствующее 10 *м/сек*. Определение курса воздушного судна производится вращением диска *2* при неподвижном положении линейки *13* до тех пор, пока нанесенная на диске сетка параллельных линий не будет параллельна линейке (фиг. 3); тогда отсчет на круге *2* даст требуемый курс, которому необходимо следовать. Для определения действительной скорости необходимо отсчитать деление на линейке *11*, стоящее против точки *C*. Полученные цифры будут верны до тех пор, пока ветер не изменит своего направления.

Н.-ветрочет соединен с дистанционным курсоуказателем, а именно в кабине у летчика устанавливается такой же диск *1*, как и в Н., связанный с первым через приспособление *16* гибким валом. Недостатком прибора является его сравнительная громоздкость, которая не позволяет пользоваться им на многих самолетах; общий вес прибора также велик; в дистанционном курсоуказателе наблюдается неточная установка азимутного круга летчика, благодаря кручению гибкого вала, создающая ошибку до 4°. Положительными качествами прибора являются удобство и точность определения угла сноса и контроля за сохранением направления пути.

Лит.: Немчинов В., Авиационные приборы, Москва, 1926; Виткевич В., Навиграф Le Prier, «ВВФ», Москва, 1924; Молчанов П., Методы и приборы современной аэронавигационной службы, Ленинград, 1924; Bennewitz K., Flugzeuginstrumente, Berlin, 1922.

А. Знаменский.

НАВОДНЕНИЕ, затопление суши водой, наносящей вред хозяйству залитой местности. Н. появляется от такого подъема воды—паводка, при котором вода не умещается в своем русле и выступает из берегов. Н. бывает в результате половодий, или разливов, периодически повторяющихся во время таяния снегов, ливней, особенно в горах, или продолжительных дождей, охвативших значительную часть водосборного бассейна, при образовании подпора от *ледяных заторов* (см.) и ветров с моря против течения, задерживающих нормальный сток воды, а также при землетрясениях и ураганах, нагоняющих на сушу громадные приливные морские волны. При обычных условиях значительная часть выпадающих в виде дождя атмосферных осадков задерживается растительным покровом, просачиваясь в почву или испаряясь обратно в атмосферу. Однако при ливнях и продолжительных дождях листва становится настолько мокрой, что дождевая вода, не прилипая больше к ней, сплошь стекает, верхние почвенные слои, пропитавшись водой до отказа, становятся водонепроницаемыми, воздух — насыщенным водяными парами; выпадающие осадки поэтому почти сплошь стекают по земной поверхности в ручьи и реки. Этот усиленный поверхностный сток, к-рый тем значительнее, чем обильнее осадки и чем круче склоны земной поверхности, вызывает резкий подъем уровня воды в реке, т. н. паводок, быстро распространяющийся вниз по течению. Если район дождя охватил помимо верховья главной реки также и водосборные бассейны ее притоков, то паводки последних, сливаясь с паводком главной реки, увеличивают общий подъем воды в реке. Слияние таких паводковых вод может дать количество сточной воды, не вмещающееся в речное русло; тогда вода выступает из берегов, и образуется Н., если такой разлив окажется выше обычного. Поскольку однако ливни в горах редко распространяются на большую площадь и бывают обычно непродолжительными, при больших же и разветвленных бассейнах метеорологич. условия редко бывают одинаковыми во всем бассейне, причем, чем многочисленнее притоки, тем реже совпадают отдельные паводки,—разливы рек в горах, значительно превышающие норму и вызывающие Н., повторяются сравнительно редко. Если изобразить подъем воды на водомерном графике и считать паводком, в отличие от случайных пиков, те подъемы, которые распространяются по всей реке или значительной ее части, то в каждой паводковой волне расстояние между началом и концом паводка считают длиной паводка, а разность между наивысшим горизонтом воды и начальным паводковым—высотой паводка. В зависимости от происхождения паводковые волны имеют различную форму: ливневые паводки, при которых большие массы воды стекают в короткое время, имеют на диаграммах вид остроконечных волн; волны паводков, вызванных продолжительными дождями, имеют большую длину и ряд отдельных пиков в результате слияния разных волн или периодич.

усилений дождя; волны весенних паводков являются, несмотря на значительную высоту, пологими, причем их форма осложняется еще влиянием ледяного покрова и отдельными подпорами, вызываемыми заторами льда и другими препятствиями в русле реки (мосты, кривые участки, теснины и пр.). При пологих кривых опасность совпадения отдельных паводков, а следовательно и опасность Н., больше, чем при ливневых.

Особый характер носят Н. в горах. Если отвесные склоны гор обнажены, то ливни смывают в горные ручьи массу наносов и камней, в результате чего образуется грязекаменный поток, т. н. *сель*, несущийся с громадной скоростью и обладающий огромной разрушительной силой. Сель сносит и смывает на своем пути слой культурной почвы и постройки, подмывает берега, выносит в равнину к месту выхода массу камней и других наносов, образующих особые конусы отложения и засоряющих годные для культуры земли. Для борьбы с селями необходимо добиться прежде всего прекращения движения по руслу камней и других наносов. Укрепление склонов и в первую очередь восстановление растительного и лесного покровов являются одной из самых действительных мер предупреждения селей. Уменьшение скорости течения достигается приданием продольному профилю ручья ступенчатого характера. Вообще же необходимо предупредить соответственным укреплением дна его размыв и образовать устойчивое основание для боковых склонов для предохранения и их от подмыва. Через конус отложения поток д. б. проведен определенным руслом, по возможности прямолинейным, причем все гидротехнич. сооружения д. б. расположены таким образом, чтобы они не пересекали течения потока, а чтобы течение скользило вдоль них.

Борьбу с Н. можно вести двумя способами: 1) предупреждать образование высоких паводков, 2) ограждать население и обработанные места от разливов. Леса и растительный покров задерживают сток осадков; поэтому защитные лесные насаждения, особенно по склонам гор, являются одним из действительных средств предупреждения Н. Из чисто строительных мер можно указать на устройство горизонтальных водосборных рвов и на пробивку шахт через водонепроницаемые слои для увеличения просачивания. Эти меры могут дать эффект для небольших бассейнов, но их необходимо применять с особой осторожностью, чтобы не вызвать оползней. Регулирование стока при помощи водохранилищ в верховьях рек требует больших и дорогостоящих сооружений и применяется в тех случаях, когда кроме защиты от Н. ставятся и другие задачи (водоснабжение, орошение, получение энергии). Следующая мера—устройство вдоль главного русла боковых водосборных бассейнов. Обычно не представляется возможным устраивать в необрабатываемых боковых долинах главной реки водохранилища таких размеров, чтобы количество отводимой в них воды оказывало заметное влияние на понижение высоты паводка. Однако при небольших речных бассейнах это средство оказывается достаточно действительным. Из сооружений такого рода наиболее значительны бассейны для защиты от наводнений г. Вены. Весь проходящий через Вену паводок до 610 $м^3/сек$ разбивается на две части, из к-рых 400 $м^3/сек$ пропускаются через особый обходный канал, а 210 $м^3/сек$ задерживаются в особых резервуарах площадью в 37 *га* и емкостью в 1 600 000 $м^3$. Для заполнения этих бассейнов необходимо 2 ч., к-рых достаточно для пропуска мимо Вены гребня паводка. Стоимость этих сооружений—8 400 000 крон.

В равнинных частях наиболее действительным средством защиты от Н. является ограждение угрожаемых мест продольными валами. Однако при обваловании, вследствие сужения живого сечения реки высота паводка повышается и увеличивается скорость его распространения; затем отложение наносов в самом русле ведет к повышению дна реки и необходимости дальнейшего наращивания валов; плодоносный ил при обваловании остается в реке вместо того, чтобы откладываться на полях и заливных лугах и тем способствовать повышению их урожайности; наконец при прорывах валов Н. носят значительно более разрушительный и часто катастрофический характер. Все это заставляло неоднократно рассматривать вопрос о целесообразности обвалования рек, причем в окончательном результате пришли к заключению, что обвалование является одним из наиболее действительных и целесообразных средств защиты от Н. Искусство гидротехники при обваловании состоит в расчете достаточного сечения для пропуска наибольшего паводка, в плавном очертании валов и необходимом их укреплении, т. к. при малейшем недосмотре вода грозит прорвать слабые места валов.

Существенным является предсказание паводков. Разветвленная сеть водомерных наблюдений, выведение зависимости между высотой горизонтов воды в разных пунктах реки, изучение быстроты и характера распространения паводков, а также густая телефонная и телеграфная сеть между отдельными водомерными постами привели к тому, что возможность предсказания паводков достигла в настоящее время достаточной для практич. целей точности. Так, в бассейне Сены паводки предсказываются с точностью до 20 *см* за 2—3 дня. Для подготовки к весеннему половодью важно знать сроки вскрытия рек. Гидрологический институт в Ленинграде на основе учета средних месячных величин метеорологических элементов в различных местах земного шара в предшествующее вскрытию рек время производит соответственное изучение вопроса. Первый опыт предсказания сроков вскрытия рек Европейской части СССР, произведенный весной 1928 года, можно в общем признать удовлетворительным.

Лит.: Берг Э. Ю., Материалы наблюдений над половодьем 1908 г., Исследование весеннего половодья 1908 г., вып. 1, П., 1915; Берг Э. Ю., Интенсивность весеннего половодья 1908 г. в Европ. России, вып. 2, М.—П., 1923; Лебедев В. Н., Карта изохрон весенних паводков 1908 г., показывающая время достижения горизонтами текущих вод максимальной отметки, там же; Лебедев В. Н., Карта, показывающая состояние почвы ко времени весеннего разлива 1908 г., там же; Бернадский Н. М., Механизм

речного паводка, его предсказание и управление им, «Известия Росс. гидрологич. ин-та», Л., 1925, *15*; Оппоков Е. В., О предсказании половодья р. Днепра в Киеве, там же, 1924, *11*; Thein M., Auftreten u. Verlauf der Hochwasser 1814, 1845, 1854, 1876 и 1882—1883, Ergebnisse d. Untersuchungen d. Hochwasserverhältnisse im Deutschen Rheingebiet, hrsg. v. Zentralbureau f. Meteorologie u. Hydrographie, B., 1891, B. 2; Thein M., Der Abflussvorgang im Rhein unter der wechselnden Wasserlieferung des Stromgebietes und die Vorherbestimmung der Rheinstände, ibidem, Berlin, 1908, B. 8. **А. Эссен.**

НАВОЗ см. *Удобрение.*

НАГАРОУДАЛИТЕЛИ, смеси, служащие для удаления нагара, скопляющегося на поршнях, клапанах и внутренних стенках цилиндров двигателей внутреннего сгорания. Действие Н. состоит в дезагрегации образовавшейся корки или кусков нагара путем растворения некоторых (цементирующих) составных частей его, в результате чего корка нагара распадается на хлопья аморфного углерода. Растворитель, входящий в состав Н., должен легко смешиваться с минеральными маслами, не обнаруживать коррозионного действия на металлы, с к-рыми приходит в соприкосновение нагароудаляющая смесь, и легко разрушать как твердые или рыхлые, так и маслянистые нагарообразования. Растворителями могут служить: ацетон или смесь его с древесным спиртом, сероуглерод, бензол, тетрахлорэтан, хлорбензол, этилен, хлоргидрин, пиридин и другие вещества. В состав Н. помимо растворителя и какого-либо разжижающего вещества (денатурированный спирт, керосин, дегтярное масло) входят обычно минеральные масла.

Примерные составы Н. (в весовых частях).

Ингредиенты	1	2	3	4
Керосин	16	20	2	10
Ацетон	32	40	—	20
Сероуглерод	4	5	1	20
Машинное масло	16	20	2	10
Денатурированный спирт	16	20	—	10
Дегтярное масло	1	—	—	—
Бензол	16	40	2	20
Пиридин (или этиленхлоргидрин)	—	2	—	—
Раствор ацетона в древесном спирте (40—50%-ный)	—	—	6	—
Тетрахлорэтан (или хлорбензол)	—	—	—	2

Н. приготовляются простым смешиванием веществ. Вводят Н. обычно на 1—2 часа при закрытых клапанах в камеру сжатия при положении поршня в мертвой точке, а удаляют через отверстие для свечи резиновой грушей или насосом. После очистки рекомендуется влить в цилиндр масло и пустить мотор. Использованный Н. можно после фильтрования смешивать со свежим или регенерировать его путем перегонки. При испытании Н., кроме определения полноты и быстроты очистки цилиндров и поршней от нагара, следует также проверять безвредность смеси для разных сортов стали, железа, меди, латуни, чугуна, алюминия и вообще всех металлов, могущих входить в состав частей двигателя. При этом надо иметь в виду, что благодаря сравнительно легкой летучести Н. воздействие его на металлические части может происходить не только в месте непосредственного соприкосновения жидкости с цилиндром и поршнем, но и в других местах, куда могут проникнуть пары смеси. **Е. и С. Гуревич.**

НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ электрические, различного рода устройства, аппараты и приспособления, в которых необходимое для их полезного действия тепло генерируется электрич. током. Подавляющее большинство Н. п. электрич. устроено по принципу косвенного нагрева, т. е. превращение электрич. тока в тепло происходит в отдельных нагревательных элементах, и передача тепла от нагревателя к нагреваемому телу может происходить либо путем теплопроводности разделяющей среды либо путем излучения и конвекции.

Материалы, применяемые при изготовлении Н. п., делятся на четыре группы: а) материалы высокого сопротивления—нагревательные, б) электроизолирующие, в) огнеупорные и г) теплоизолирующие. Требования, предъявляемые к нагревательным материалам: 1) большое уд. сопротивление, порядка 1 $\frac{\Omega\,мм^2}{м}$, 2) малый температурный коэф., 3) нечувствительность к длительному нагреванию при высокой $t°$—неокисляемость, 4) дешевизна. Практически большинству этих требований б. или м. удовлетворяют только сплавы никеля и хрома, так наз. *нихромы* (см.). Этот материал изготовляется под различными названиями: Nichrom (фирма Driver Harris & Co., США), Chromnickel (Hereus & Co., Германия, Aciéries d'Imphy, Франция), Chromel (Hoskins & Co., США), Cromaloy (A. C. Scott, Англия). Большинство фирм изготовляет нихром четырех марок, носящих название I, II, III и IV или A, B, C, D и т. д. В табл. 1 приведены некоторые данные для нихромовых сплавов фирмы Driver Harris.

Табл. 1.—Свойства нихромовых сплавов.

Название	Состав	Уд. вес	Уд. сопрот., $\frac{\Omega\,мм^2}{м}$	Макс. допустимая $t°$
Nichrom	60% Ni; 22% Cr; 26% Fe; 2% Mn	8,29	1,09	970
Nichrom II	Ni, Cr, Fe	8,25	1,1	1 000
Nichrom III	85% Ni; 15% Cr	8,40	0,9	1 050
Nichrom IV	80% Ni; 20% Cr	8,36	1,03	1 100

Что же касается $t°$-ного коэф-та, то хотя во многих справочниках и приводятся его значения (в среднем от 0,0008 до 0,0002), но следует иметь в виду, что сопротивление не является линейной функцией $t°$, и следовательно приводимые значения $t°$-ного коэф-та могут быть справедливы для какого-нибудь ограниченного интервала. Временное сопротивление на разрыв для нихрома при $t°$ 1 000° равно 50—70 *кг/мм*².

Огнеупорные материалы, применяемые в нагревательных устройствах, предназначаются для защиты частей приборов и устройств от непосредственного действия раскаленного нагревателя или для его поддержки. В качестве огнеупорного материала обыкновенно применяют шамот, плавленый кварц, специальные фарфоровые массы и т. п. (см. *Спр. ТЭ*, т. III, стр. 208, 141, 233).

Теплоизолирующие материалы применяются для уменьшения потерь тепла приборами. В качестве электроизолирующих материалов во многих конструкциях применяются те же огнеупорные материалы. В приборах, работающих на принципе теплопередачи, желательными свойствами изолирующих материалов являются: возможно малая электропроводность и возможно большая теплопроводность при высокой темп-ре. Наиболее часто применяется слюда, флогопит ($t°_{max}$ = 850°) и мусковит ($t°_{max}$ = 500°). Вследствие дороговизны слюды больших размеров чаще применяются *миканиты* (см.), склеенные на шеллаке или на борнокислом свинце. Электрические свойства слюды, т. е. удельное сопротивление и электрическая прочность, даже при высокой темп-ре остаются высокими.

Общие принципы расчета нагревательных приборов и устройств. В виду крайнего разнообразия Н. п. электрич. и условий их работы здесь м. б. указаны только нек-рые общие начала расчета. Расчет следует вести по следующей схеме: 1) по заданному назначению прибора и максимальной рабочей темп-ре t_p. выбирают размеры нагреваемого пространства V (поверхности S) и подводимую мощность P; 2) в зависимости от мощности P и напряжения источника тока U рассчитываются размеры нагревателя (сечение и длина); 3) выбираются размеры тепловой изоляции и устанавливаются основные размеры прибора. Первая часть так. обр. сводится к установлению V (или S), t_p. и P. Указанные три основные величины конечно не м. б. выбраны произвольно, так как для того, чтобы сообщать нагреваемому телу теплоту Q_1, а также покрывать тепловые потери Q_2, требуется подводить определенную мощность P. Соотношение между P, V и t_p. следует выбирать по практическим данным, на основании результатов испытаний наиболее удачных конструкций. К сожалению однако, результаты испытаний публикуются весьма скудно, вследствие чего при расчете и изготовлении Н. п. электрических б. ч. приходится итти путем проб и опытных конструкций. В табл. 2 приведены нек-рые данные, освещающие выбор величин P, V и t_p.. Следует однако отметить, что для большинства приборов широкого пользования вопрос об их $t°$ вообще не ставится. Так, для всех кипятильных устройств $t°$ нагрева рабочей поверхности ограничивается 100°—$t°_{кип.}$ воды. Для плиток величина рабочей темп-ры вообще является неопределенной, зависящей от рода пищи, размеров сосуда и т. д.; для них более важной является $t°_{max}$, развивающаяся при холостом ходе, так как от нее зависит долговечность нагревателя. При выборе мощности нагревательного устройства необходимо также иметь в виду, предполагают ли установить терморегулятор или нет. При отсутствии терморегулятора при работе вхолостую вся подводимая мощность идет на саморазогревание прибора, а это может повлечь его быструю порчу; это обстоятельство во многих приборах кладет предел их мощности. При установке терморегулятора подводимая мощность может быть выбрана значительно выше безопасно допустимой при холостом ходе мощности; все устройство становится быстро разогревающимся, мощным и производительным. Преимущества терморегулятора настолько велики и очевидны, что все сколько-нибудь значительные устройства этого рода (печи, сушильные шкафы, водонагреватели и т. д.) снабжаются ими. В последнее время терморегуляторы по мере улучшения и удешевления их конструкции начинают применяться и к нагревательным приборам широкого пользования—для утюгов, чайников и т. д.

Расчет самого нагревателя сводится к установлению числа цепей нагревателя и его размеров, т. е. сечения и длины. Число параллельных цепей нагревателя устанавливается путем подсчета различных вариантов и примерного размещения нагревателя на данной рабочей поверхности или в данном объеме. Чем больше число цепей нагревателя, тем тоньше м. б. осуществлена регулировка мощности прибора, и тем лучше используется нихром (чем меньше сечение, тем больше отношение поверхности нагревателя к его объему). Однако пределы дробления числа параллельных цепей ставят для больших мощностей трудности размещения и крепления большого количества отдельных цепей, для небольших же приборов,

Табл. 2.—Данные для выбора величин P, V и t_p..

Название устройства	Конструкция	Мощность в W, приходящаяся на единицу поверхности или объема		t_p., °C	$t°_{max}$, °C
		P/S, W/см²	P/V, W/см³		
Печи камерного типа	Мощн. 5 kW	—	0,5	1000	—
	Мощн. 50 kW	—	0,13	1000	—
Сушильные шкафы	Мощн. 3 kW	—	0,05	250	—
	Мощн. 21 kW	—	0,01	250	—
Электрич. плитки закрытые	Плоский элемент на слюде	2,4—3,2	—	100—250	400
Электрич. плитки закрытые	Спир. нагреват. элемент в цементе	5—6	—	100—250	600
Электрич. плитки открытые	Рефлекторного типа	2,5—3,0	—	—	—
Электрич. плитки открытые	Быстр. действия низковольтная	4,0—6,5	—	—	—
Утюги	Плоский слюдян. элемент	3,0—4,5	—	120—180	300
Чайники и кастрюльки	Плоский элемент на слюде	3,3—4,5	—	100	—
Чайники	Нихром в цементе	4—5	—	100	—

при увеличении числа цепей, сечение нихрома становится слишком малым, что делает его непрочным, легко перегорающим при случайных местных перегревах. Практически в приборах небольшой мощности редко делают больше двух цепей, в больших же устройствах, печах и т. п. берут 4 и выше. Для дальнейшего расчета необходимо задаться величиной уд. нагрузки нагревателя e, т. е. числом W, приходящимся на 1 *см*². Тогда в случае круглого сечения диаметр нихромовой проволоки определится ур-ием

$$d = \sqrt[3]{\left(\frac{P}{n}\right)^2 \cdot \frac{4\varrho_t}{e\pi^2 U^2}} \text{ см},$$

где n—число параллельных цепей, ϱ_t—уд. сопротивление нихрома при рабочей темп-ре, P—подводимая мощность и U—напряжение. Длина нагревателя

$$l = \frac{P}{ne\pi d} \text{ см}.$$

В случае ленточного нихрома шириной b и толщиной $m = \frac{b}{k}$

$$m = \sqrt[3]{\left(\frac{P}{n}\right)^2 \frac{\varrho_t}{2U^2 \cdot e \cdot (k+1)k}} \text{ см}$$

и

$$l = \frac{P}{2en(k+1)m} \text{ см}.$$

Значения величины e для нек-рых устройств приведены в табл. 3. Величина e при больших

Табл. 3.—Значения e для нек-рых нагревательных устройств.

Наименование приборов	Темп-ра, °C	e, W/*см*²
Печи камерного типа с открытым нагревателем	900—1 000	1,5—2
Печи камерного типа с муфелем	900—1 000	0,5—0,65
Сушильные печи	200— 300	2,5—4
Плитки со слюд. изоляцией	400*	5—7
Кастрюльки и чайники	100	8—15

* Темп-ра при холостом ходе.

$t°$ нагревательного элемента (выше 700—800°), когда практически приходится считаться только с излучением, м. б. определена по ф-ле

$$e = 5{,}75 \cdot C \cdot a \left[\left(\frac{t}{1\,000}\right)^4 - \left(\frac{t_0}{1\,000}\right)^4\right] \text{ W/см}^2.$$

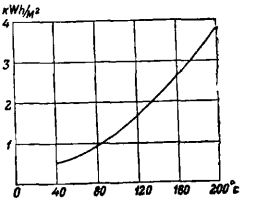
Здесь C — коэфициент излучения для нихрома 0,9; a—коэфициент экранирования частей элемента друг другом 0,6—0,8; t—температура нагревателя; t_0—температура нагреваемого тела.

Расчет тепловой изоляции. Толщина тепловой изоляции определится при задании ее темп-рой на обеих поверхностях, горячей и холодной

$$d = \frac{t_n - t_x}{Q} \cdot S \cdot \lambda.$$

Здесь Q—тепловой поток в J, S—площадь в *см*², λ—коэф. теплопроводности. При подсчете потерь тепла через стенки можно приблизительно руководствоваться кривой фиг. 1, характеризующей потери тепла в kWh в 1 час с 1 *м*² нагреваемой поверхности при $t°$ наружной воздуха в 10°.

Аккумулирующие устройства представляют особую группу Н. п. электрических. В этих устройствах электрич. энергия, покупаемая по дешевой цене (в ночное время), нагревает хорошо изолированную от потерь тепла массу жидкости или тело с большой теплоемкостью. Запасенная энергия в нужное время отбирается от аккумулятора тем или другим путем (пропусканием через трубы, к-рые расположены внутри аккумулятора, жидкости или воздуха, открытием части тепловой изоляции).



Фиг. 1.

Обозначим через w_0 количество энергии в kWh, к-рое необходимо запасти в аккумуляторе, и через η кпд; тогда w—количество энергии, к-рое надо подвести к аккумулятору,

$$w = \frac{w_0}{\eta},$$

и мощность нагревательных элементов

$$P = \frac{w}{\tau},$$

где τ — время, идущее для нагрева аккумулятора; обычно $\tau = 8$ ч.; величина $w = w_c + w_1$, где w_1 дает потери тепла в аккумуляторе. Эти потери слагаются из потерь тепла через стенки во время нагревания, хранения и отбора тепла аккумулятора и неиспользованного остатка тепла. Величины для кпд приведены в табл. 4. В качестве теплового

Табл. 4.—Кпд нагревательных приборов.

Наименование прибора	η, %	Наименование прибора	η, %
Электрические		Чайники и кастрюльки	75—90
Электрич. водонагреватель	85—95	Прочие	
Аккумулир. хлебопекарн. печи	50	Газовые водонагреватели	50—60
Кухон. плита	70—80	Газовые кухонные плиты	45
Аккумулир. кух. плиты	40—55	Угольные и дровяные кухонные плиты	12
Отопительн. печи местные	100	Центр. газовое отопление	70
Центральн. отопление	95—98	Центр. угольное отопление	40
Откр. плитки	70—78		
Закр. плитки	70—88		

аккумулятора в печах для варки пищи или хлебопекарнях применяется массивный железный или бетонный блок, в комнатных печах — песок, в водонагревателях — теплоизолирующая масса стенок и сама вода. Материал с высоким коэфициентом теплопроводности применяется в тех случаях, когда нужен быстрый отбор тепла. В табл. 5 при-

Табл. 5.—Свойства некоторых теплоаккумулирующих материалов.

Материал	Уд. в. γ	Теплоемкость, c	Произведение, $\gamma \cdot c$	Коэф. теплопров., λ
Вода	1	1	1	0,006
Песок	1,5	0,21	0,23	0,003
Бетон	2,4	0,27—0,35	0,65—0,84	0,006—0,01
Алюминий	2,6	0,22	0,57	2,05
Железо	7,8	0,13	1,02	0,6
Медь	8,9	0,094	0,84	3,5
Латунь	8,6	0,092	0,79	1,06

ведены свойства нек-рых материалов, применяемых в качестве теплоаккумулирующих. Полезное количество тепла в kWh, запасенное в 1 $м^3$ аккумулятора:

$$Q = 1{,}15\,\gamma\, c(t_1 - t_2);$$

здесь γ — уд. вес, c—коэфициент теплоемкости, t_1—темп-ра нагрева аккумулятора в конце нагрева и t_2—предельная темп-ра отбора тепла от аккумулятора.

Конструкция нагревательного элемента. Нагреватель изготовляется либо в виде отдельного съемного элемента, вставленного в прибор, либо составляет неотъемную часть прибора (напр. открытые плитки). Несмотря на обилие предлагаемых в разное время конструкций нагревателей до настоящего времени удержалось весьма небольшое число типов. Завод «Электрик» в Ленинграде и ряд заграничных заводов изготовляют плоские нагревательные элементы на слюде. Пластины слюды или миканита с зубчатыми краями обматывают нихромовой лентой, подобные пластинки изолируются с обеих сторон листками слюды или миканита и плотно прижимаются к поверхности, для обогревания которой элемент и предназначен. Для закрытых плиток очень распространена следующая конструкция: в плитке делаются канавки, внутрь которых укладывается спиралью навитая нихромовая проволока, специальный цемент (напр. алундовый) изолирует нихром от металла плитки и улучшает теплопередачу от нихрома к плитке. Большое распространение получило в последнее время видоизменение этого способа, запатентованное фирмой Westinghouse в США. По этому способу нихромовая проволока помещается внутрь магниевой трубки, навивается спиралью и укладывается в пары, затем плитка подвергается действию перегретого пара, под действием к-рого магний переходит в кристаллич. окись магния, являющуюся прекрасным электрич. изолятором и сравнительно хорошим тепловым проводником. Эта конструкция повидимому наиболее совершенна. В открытых устройствах довольно часто применяется следующая конструкция. В основании из огнеупорной массы устраиваются каналы, внутрь к-рых укладываются нихромовые спирали или стержни в низковольтных устройствах. В рефлекторных открытых приборах (плитки, солнечные комнатные печи) нихромовые спирали наматываются на огнеупорные шишки, помещаемые перед рефлектором. Во всех устройствах строго д. б. выдержан принцип: минимум теплового сопротивления на пути полезного теплового потока и максимум сопротивления в других направлениях.

Применение Н. п. электрических распадается на две области: промышленного применения (см. *Печи* электрические, *Сушилки* и *Термостаты*) и бытового. Последняя является наиболее обширной и интересной. По сравнению с газовыми и другими печами и нагревательными приборами Н. п. электрические имеют следующие преимущества: а) гигиеничность, б) малую пожарную опасность, в) отсутствие хлопот, связанных с доставкой топлива и уборкой золы, г) легкость регулировки жара, д) быструю готовность к действию. Во многих случаях однако решающим моментом в выборе источника нагрева является сравнение стоимости единицы полезно полученного тепла. Для подсчета стоимости 1 kWh, при которой стоимость эксплоатации электронагревательного устройства сравнивается со стоимостью эксплоатации какого-либо другого конкурирующего с ним устройства, можно пользоваться ф-лой:

$$K = \eta_e \frac{H}{H_e}\left(\frac{F \cdot G}{\eta} + \frac{Bp - B_e p_e}{H}\right).$$

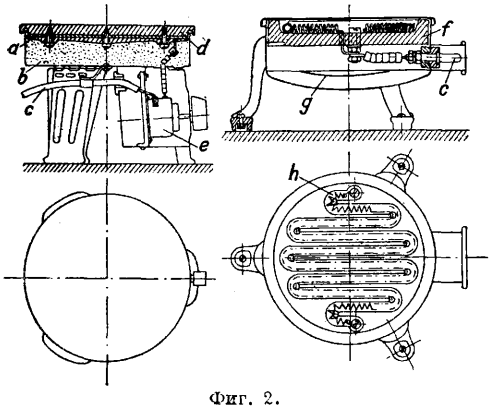
В случае же, если сравниваемые нагревательные устройства различны по мощности (дают ту же энергию, но в разное время), то ф-ла несколько изменяется:

$$K = \frac{\eta_e}{H_e}\left(\frac{F}{\eta} H_e G + \frac{Ap - A_e p}{P_e}\right);$$

в приведенных выше двух ф-лах η_e и η— кпд электронагревательного устройства и сравниваемого с ним другого (табл. 4); H_e и H—число часов работы в год; p_e и p различные %-ные отчисления (амортизация, ремонт, % на капитал и т. п.); F—стоимость единицы топлива; P—мощность в kW; G—потребление топлива, теоретически эквивалентное 1 kWh (1 kWh—0,20 $м^3$ газа—0,13 *кг* угля — 860 Cal); A_e и A — полная стоимость установки; B_e и B—стоимость устройства на 1 kW мощности, равная $\frac{A}{P}$.

Применение электрич. энергии для варки пищи. Устройства и приборы для варки пищи могут быть разделены на три группы: а) большие кухни общего пользования, б) электрич. плиты для обслуживания отдельных квартир, в) отдельные нагревательные приборы, плитки, кастрюли и т. п. Большие кухни потребляют в среднем 0,25 kWh на одну порцию, мощность кухонь весьма разнообразна: до 300 kW и выше. Число часов пользования в год 1 000—3 000. График потребления для столовых, обслуживающих учреждения и заводы, довольно благоприятен, график потребления для больничных кухонь весьма неблагоприятен, совпадая с утренним максимумом. При установке электрич. кухонь, обслуживающих отдельные квартиры, можно руководствоваться следующими цифрами: плита быстрого действия нормально содержит в себе две плитки мощностью по 1 kW, одну плитку в 1,5—2 kW и духовую печь мощностью 2 kW; общая мощность 5—6 kW. Потребление энергии на 1 чел. в день, при семье в 5 чел. и выше, ~ 0,8 kWh в день. Число часов работы кухни в день 1—2. Эти плиты представляют довольно неблагоприятную нагрузку для центральных электрич. станций, имея небольшое число часов использования. Более выгодными потребителями электрич. энергии являются аккумуляторные печи, работающие на дешевой печной энергии и имеющие число часов использования до 3 500—4 000. Весьма распространены также в домашнем быту мелкие нагревательные приборы, как то: плитки, кастрюльки, чайники и пр. Плитки делятся на две основных конструкции—открытые и закрытые. Первые имеют несколько меньший кпд, но зато более дешевы и нетребовательны в отношении посуды, в то время как закрытые плитки требуют, чтобы посуда имела точеное дно,

плотно прилегающее к плитке; всякие воздушные зазоры между плиткой и посудой сильно уменьшают теплопередачу. На фиг. 2 (справа) показана открытая плитка. Здесь в зигзагообразные пазы, сделанные внутри огнеупорного основания *f*, уложена спирально навитая нихромовая проволока *h*. Проволока работает при светлокрасном калении и интенсивно излучает тепло (*c*—приключающий шнур, *g*—защитное дно). На фиг. 2 (слева) дан разрез закрытой плитки с плоским слюдяным нагревательным элементом (*a*—нагревательный элемент, *b*—тепловая изоляция, *c*—приключающий шнур, *d*—нагревательн. плита, *e*—регулирующий переключатель). Плитки имеют две цепи, включаемые



Фиг. 2.

порознь или параллельно, и т. о. нормально имеют три ступени регулировки, причем низшая ступень регулировки должна иметь мощность не выше $^1/_4$ от максимальной (лучше — до $^1/_8$). Конструкция нагревательного элемента, употребляемого для чайников и кастрюль, не отличается от таковой для закрытых плиток, только в силу лучшей теплопередачи сечение элемента при той же мощности берется меньшим. Вследствие этого чайники и кастрюли не могут выдерживать режима холостого хода (без воды). В предупреждение перегорания нихрома некоторые новейшие конструкции этих приборов снабжаются тепловым ограничителем. Нормальная емкость кастрюлек—1, 2, 3, 4 и 6 *л*; соответственная мощность—550—800, 1 000, 1 200 и 1 600 W. Емкость чайников—0,5, 1, 1,5, 2 и 3 *л*; мощность—300, 650, 800 и 1 000 W. Время закипания 8—15 минут. В последнее время значительное распространение получают плитки-термосы, они известны и под названием кухни «Электроэконом». Такой термос состоит из одной или двух плиток и теплоизолирующего колпака. Термос снабжен автоматическим терморегулятором. Кастрюльки с заготовленной для варки пищей ставят на плитку и накрывают колпаками. По достижении требуемой $t°$ регулятор выключает плитку, и доваривание пищи происходит за счет запасенной теплоты; пища долгое время остается горячей. Мощность такого термоса на семью 3—5 чел. ~ 700 W.

Хлебопекарные печи. Существуют два типа хлебопекарных печей: печи быстрого действия и аккумулирующие печи, использующие дешевую ночную энергию. Печи быстрого действия в свою очередь делятся на два типа: малые печи и большие туннельные конвейерные печи, работающие непрерывно до 16 ч. (50% времени они работают на ночной энергии). Часовая производительность последних печей 1 000—1 500 *кг* хлеба, число часов использования в год до 5 000. Малые печи быстрого действия преимущественно используются для выпечки тонкого кондитерского товара. Аккумулирующие печи в настоящее время являются наиболее совершенным типом хлебопекарных печей для заведений малого и среднего размера. Печи имеют $t°$ нагрева до 250°, нормальная производительность печей—от 50 до 60 *кг* хлеба в день на 1 $м^2$ пода. Употребительный размер печей 6—8 $м^2$ пода, мощность 4—6 kW/$м^2$, дневная выпечка 450 *кг* хлеба, суточное потребление энергии 180 kWh. Стоимость таких печей ниже газовых, и они всего на 3—8% дороже паровых, имея преимущества перед последними в расходе по обслуживанию.

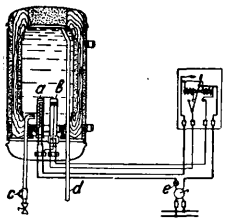
Печи для отопления помещений. Расход электрической энергии в год в средней Европе на полное электрическое отопление приблизительно равен 100 kWh на 1 $м^3$ помещения для дома обычной постройки и ~ 50 kWh на 1 $м^3$ в случае усиленной тепловой изоляции стен дома. Мощность печей можно определить по эмпирической формуле:

$$P = 0{,}53\,(2{,}7S_1 + 10{,}8S_2 + 0{,}4V)\,(t_1 - t_0)\ \mathrm{W},$$

где S_1—площадь стен, пола и потолка в $м^2$, S_2 — площадь окон в $м^2$, V — объем помещения в $м^3$, t_1 — температура помещения и t_0 — температура наружного воздуха. Мощность печей в среднем можно считать 50—100 W на 1 $м^3$. Электрич. энергию применяют как для центрального отопления, так и для отдельных печей, устанавливаемых непосредственно в помещении. Весьма распространяется параллельное применение обычного и электрического отопления, причем электрические печи играют вспомогательную роль, давая местное тепло для быстрого обогревания; в частности наиболее подходящими для этой цели являются рефлекторные печи—солнечные печи.

Водонагреватели. Из всех крупных Н. п. электрические водонагреватели распространяются наиболее быстро и интенсивно. Так напр., в г. Базеле (Швейцария) к 1925 г. на 140 000 жителей было установлено 6 100 водонагревателей общею мощностью 12 500 kW. Водонагреватели делятся на два типа: а) небольшие водонагреватели (емкостью в 20—300 *л*), устанавливаемые для подачи горячей воды в квартире; б) большие водонагреватели, применяемые для обслуживания целых домов и даже для их отопления; последние представляют по мощности переходную ступень к электрич. котлам. При определении мощности водонагревателей, обслуживающих отдельные квартиры, можно исходить из следующих цифр. По европ. данным на семью из 5 чел. требуется в сутки 25 *л* воды, нагретой до 85°, что соответствует расходу электрич. энергии ~ 2,6 kWh. При 8 ч. включения это дает мощность водонагревателя 320 W. Если же

предусмотреть еще и ежесуточный расход 60 *л* горячей воды для ванны, то мощность водонагревателя определится в 1 100 W. Водонагреватели устраивают двух родов: быстрого действия и аккумулирующие. В нагревателях быстрого действия при открытии крана одновременно включается и нагреватель, проходя через который вода и нагревается. Недостатком этих водонагревателей является большая мощность и толчкообразный режим работы; например при подаче 1 *л* в минуту требуется мощность ~ 7 kW. Гораздо более выгодными являются аккумулирующие водонагреватели. Они при большой массе воды имеют малую мощность нагревательного элемента (10—15 W на 1 *л*) и предназначаются для нагрева дешевым ночным током. Эти водонагреватели конечно могут быть применены и для непрерывного суточного включения, тогда их суточная производительность равна утроенной емкости. Водонагреватели нормально снабжаются терморегуляторами, ограничивающими их $t°$ нагрева 85—90°; во многих случаях также устанавливается часовой автомат, включающий водонагреватель только на ночное время. Тепловая изоляция (измельченная пробка) современных водонагревателей настолько совершенна, что допускает понижение температуры больше $^1/_2$—1° в час. В зависимости от способа приключения к водопроводной сети водонагреватели делятся на два типа: низкого и высокого давления. На фиг. 3 изображен аккумулирующий водонагреватель. Здесь *a*—нагреватель, *b*—терморегулятор, *c*—кран для впуска холодной воды, *d*—кран для отбора горячей воды, *e*—сигнальная лампа.



Фиг. 3.

Утюги. Конструкция их близка к закрытым нагревательным плиткам. Для домашнего пользования рекомендуемый вес: 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5 и 4 *кг* мощностью соответственно 250, 300, 350, 400, 450 и 500 W. Для прачечных и пошивочных заведений более употребительные размеры 6, 7, 8 и 10 *кг* мощностью около 600, 650, 700 и 800 W.

Лит.: Левенсон Н. И., Электрические нагревательные приборы и роль их в нагрузке центральных станций, «Электричество», Москва, 1923; Шароев Г. Н., Приборы для электрич. нагревания, там же, 1923, *10*; Шателен М. А., Коэфициент полезного действия мелких нагревательных приборов, там же, 1923, *10*; Wilcox E., Electric Heating, New York, 1928; Kratochwil R., Elektrowärmverwertung, München—Berlin, 1927; Meares J. W. and Neale R. E., Electrical Engineering Practice, v. 2, London, 1927; Boileau Ch., Le chauffage électrique, Paris, 1920; Bericht über die Diskussions Versammlung des V. S. E. über die elektrische Küche, «Bülletin des Schweizer. elektrotechn. Vereins», 1928, *19*; Norden K., Die Entwicklung der elektrischen Heiz- u. Kochtechnik, «ETZ», 1929, 16 okt.; Wolf J., Fortschritte in d. Elektrowärmetechnik d. Haushaltes, ibid., p. 722; Bohle H., Construction of Heating a. Cooking Utensils, «JAIEE», 1926, May; Hartmann F. et Chauvae L., Les facteurs à considerer dans le développement des applications thermiques de l'électricité, «RGE», 1929, t. 26, *1*; Dawson E. B. and Lamb J. F., Electrically Heated Houses, «Electrical World», New York, 1929, v. 93, *8*; Schonberg, Die elektrische Küche, «ETZ», 1929, *47*.

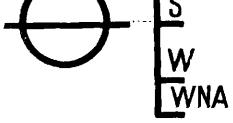
М. Михайлов.

НАДВОДНЫЙ БОРТ, высота борта судна, измеренная от поверхности палубы, т. е. от места, где наносится на борте палубная линия, до уровня грузовой ватерлинии по середине длины судна. Верхняя палуба в этом случае называется палубой Н. б., она же является «навигационной платформой», т. е. палубой, по отношению к которой принимаются меры ограждения от действия моря для предохранения судна от заливания и от проникновения воды внутрь его, а также для обеспечения экипажу судна возможности управления им. От той или иной величины Н. б. зависит осадка судна, в свою очередь определяющая его грузоподъемность. Уже с давних времен признается необходимым отмечать предельную, безопасную для данного судна осадку, но только сравнительно недавно в различных морских странах установлено наблюдение за правильным нанесением грузовых марок — отметок предельных осадок, а также и наблюдение за возможной перегрузкой судов.

В 11 в. на судах, плававших в Средиземном море (Сардиния, Венеция), уже встречались отметки Н. б.; при этом на судах, принадлежавших Сардинии, употреблялся тот же знак (круг), что и теперь. Центр этого круга определял предельную осадку судна. Около 1835 г. Английский Ллойд и несколько позднее Об-во ливерпульских страхователей предложили правило для назначения Н. б., а именно 3 дм. на каждый фут глубины трюма, причем ливерпульские правила варьировали от 2 дм. для малых судов и 4 дм. для больших судов. Эти правила гл. обр. имели в виду деревянные суда. С введением металла в качестве строительного материала и с усовершенствованием самих типов судов, стало необходимым иметь более совершенный способ определения величины Н. б. Около 1873 г. Самуэль Плимсоль в английском парламенте демонстрировал отсутствие мореходных качеств у ряда судов вследствие неправильной их загрузки. В результате этого за время с 1873—76 гг. английским правительством были изданы различные законы и распоряжения в области торгового мореплавания, касающиеся этого вопроса. Прежде всего появляется требование иметь марки осадки на носу и корме судна. Далее, во время рейса, в вахтенном журнале требуется отмечать осадку судна. В то же время английский Департамент торговли издает правило о порядке задерживания судов, перегруженных или неправильно загруженных. Позднее вводится нанесение палубной линии на уровне открытой палубы, и судовладельцы обязываются наносить круг (центром которого является грузовая осадка) на бортах судна, чтобы показать, как глубоко они предполагают грузить судно. Высота Н. б. по эту грузовую марку устанавливалась в результате частного соглашения судовладельцев с экипажем. В 1882 г. Англ. Ллойд впервые выпускает таблицы для определения величины Н. б., к-рые широко применяются в судостроении на началах добровольного соглашения. Первый правительственный комитет в Англии по вопросу об установлении правил определения грузовых марок, или, что то же, Н. б. был созван в 1883—85 гг.; он одобрил и с некоторыми изменениями принял таблицы, выработанные Английским Ллойдом. До 1890 года однако все правила и таблицы Н. б. применялись судовладельцами совершенно добровольно. С этого же года нанесение грузовой марки на судах, плавающих под английским флагом, становится обязательным, и тогда же окончательно были утверждены правила 1885 г. В 1906 г. правила были заново пересмотрены и сохраняются в этом виде до настоящего времени. В Германии впервые таблицы и правила нанесения грузовых марок были выпущены в 1903 году; в других странах, за немногими исключениями, применяются англ. правила 1906 г. В СССР до 1928 г. применялись также англ. правила 1906 г. В 1928 г. были изданы разработанные Регистром СССР правила о Н. б., которые действуют и до настоящего времени. С 1913 г. в Англии начинается работа по пересмотру правил о Н. б., и задачей ставится создание международных правил. Практические трудности поставленной задачи, а также наступившая война 1914—18 годов задержали эту работу. Задача была разрешена в 1930 г., когда в Лондоне была созвана международная конференция по вопросу об унификации правил о Н. б. На этой конфе-

ренции были выработаны международные правила о Н. б., и подписана конвенция о порядке введения этих правил, согласно к-рой правила входят в силу с 1 июля 1932 г. по ратификации конвенции не менее чем 5 участвующими странами. Эти правила предусматривают специальные грузовые марки для судов, перевозящих лес на палубе и в трюмах, а также для судов нефтеналивных и специального назначения.

Основным принципом, принятым при разработке будущих международных правил о грузовой марке, является установление Н. б. судна по его геометрическим размерам. Этот Н. б. является минимальным, который может быть присвоен данному судну. При этом учитываются особенности конструкции самого судна: протяжение и род надстроек на палубе Н. б. (т. е. палубы, от которой отсчитывается Н. б.), продольная погибь палубы (седловатость), поперечная ее погибь и наконец состояние и устройство закрытий отверстий как в переборках, ограничивающих надстройки, так и на открытых и закрытых частях верхней палубы. Крепость самого судна должна вполне отвечать получающейся осадке при данном Н. б. За стандарт принимается стандарт крепости, установленный правилами постройки судов издаваемыми классификационными обществами, у нас—Регистром СССР. Для судов, которые перевозят лес на палубе и в трюмах, допускается иметь уменьшенный Н. б. (исходя из того, что палубный лес является как бы надстройкой с коэф-том ее актуальности в 0,5). Далее, учитывая особо прочные конструкции судов, перевозящих нефть наливом, большое число поперечных переборок на этих судах, плотность закрытия всех отверстий на палубе,—допускается и для этих судов иметь Н. б. уменьшенный по сравнению с Н. б. для нормальных судов. Грузовые марки (фиг.) устанавливаются различные для различных районов плавания и времен года, причем основной маркой является грузовая марка для лета (S), которая проводится на уровне центра круга грузовой марки, т. наз. круга Плимсоля. Имеются также марки для зимы (W), для плавания под тропиками (T), для плавания зимой в сев. части Атлантического океана (WNA). Все марки определяются для морской воды удельного в. 1,025, а для пресной воды уд. в. 1,000; наносятся специальные марки для летнего плавания (FS) и для тропиков (FT). Все эти марки наносятся на обоих бортах судна по середине длины его.



Действующие у нас правила в основных частях вполне отвечают будущим международным правилам о Н. б. Согласно конвенции 1930 года все суда, имеющие грузовые марки, нанесенные в соответствии с ныне действующими у нас правилами, сохраняют эти марки и после вхождения в силу конвенции 1930 г. и получают международный сертификат наравне с судами, грузовая марка к-рых наносится по новым международным правилам. Согласно международной конвенции, подписанной в 1929 г. в Лондоне, по вопросу об охране человеческой жизни на море и входящей в силу с 1 июля 1931 г., все пассажирские суда заграничного плавания должны иметь также специальные пассажирские грузовые марки, наносимые с левой стороны круга и соответствующие разрешаемому к перевозке числу пассажиров, о чем делается особая отметка в выдаваемом на этот предмет сертификате.

Лит.: Поздюнин В. Л., Основы проектирования морских коммерческих судов, ч. 2, Разработка эскизных проектов судов, М.—Л., 1926; Регистр Союза ССР, Правила освидетельствования морских судов, Раздел 5, Определение надводного борта морских торговых судов и нанесение на них грузовой марки; Москва, 1928; Lovett W. J., Applied Naval Architecture, London, 1920; International Load Line Convention 1930, London, 1930; International Conference on Safety of Life at Sea, L., 1929. **П. Матвеев.**

НАДДУВ, наполнение рабочего цилиндра двигателя внутреннего сгорания бо́льшим против нормальной подачи весовым количеством заряда смеси или воздуха при помощи нагнетателя, к-рый приводится в движение от вала двигателя, от постороннего источника энергии, или от особой установки, использующей например энергию выхлопных газов двигателя.

Назначение и система Н. Для двигателей, работающих на жидком топливе, увеличенный весовой заряд воздуха допускает впрыскивание соответственно большего количества горючего, чем увеличивает мощность двигателя без необходимости повышать температуру и давление в период сгорания и в период расширения (при соответствующем увеличении объема камеры сжатия), т. к. соотношение между подаваемым топливом и воздухом м. б. оставлено тем же или даже снижено. Для наддува двигателей, работающих на газообразном топливе, в начале всасывающего хода двигатель заряжается переобогащенной рабочей смесью, а к концу всасывающего хода нагнетается в рабочий цилиндр воздух в таком количестве, к-рое обеспечивает нормальный состав рабочей смеси, или, если это позволяет тепловая нагрузка двигателя, то и более обогащенную смесь. Для двигателей, которые работают на карбюрированном топливе (автомобильные и авиационные двигатели), нагнетатель подает в рабочий цилиндр готовую рабочую смесь с давлением выше атмосферного, осуществляя тем самым Н. рабочего цилиндра. Не входя пока в рассмотрение рабочего процесса, можно установить, что если нагнетатель поднимет давление заряда против нормального на 50%, что соответствует давлению около 1,5 *atm* абс. (считая без гидравлич. потерь), то при всех прочих равных условиях индикаторная мощность двигателя м. б. поднята на 50%. Принимая однако во внимание, что работа трения двигателя N_r зависит лишь от размеров машины и остается почти одинаковой при малых и больших нагрузках, необходимо будет признать, что механич. кпд двигателя при работе с Н. повысится и тем самым даст увеличение полезной мощности N_e на валу двигателя больше чем на 50%. Так, для рассматриваемого случая при повышении индикаторной мощности на 50% механич. кпд $\eta'_м$ может быть вычислен следующим образом:

$$N_i - N_e = N_r, \qquad (1)$$

$$1{,}5\,N_i - N'_e = N_r; \qquad (2)$$

принимая $N_r = \text{Const}$, имеем:

$$N'_e = 0{,}5\,N_i + N_e. \qquad (3)$$

Если механич. кпд для двигателя, работающего без Н., обозначим через $\eta_м$, то простым преобразованием получаем механич. кпд с 50%-ным Н. $\eta'_м$:

$$\eta'_м = \frac{0.5 + \eta_м}{1{,}5}. \qquad (4)$$

Для 30%-ного Н.

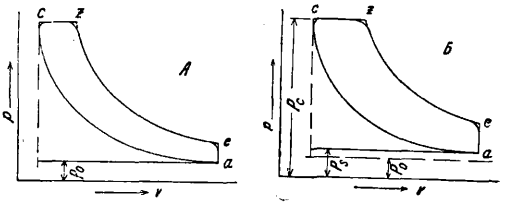
$$\eta'_м = \frac{0{,}3 + \eta_м}{1{,}3}. \qquad (5)$$

Особый интерес представляет Н. для четырехтактных двигателей, в которых при применении частичной продувки $t°$-ные напряжения рабочих стенок м. б. даже снижены, несмотря на повышение мощности двигателя. Для двухтактных двигателей, в которых темп-рные напряжения значительно выше как из-за двухтактного процесса, так и из-за неполного очищения рабочего цилиндра от остаточных газов, наддув осуществляется продувочным насосом, давление к-рого не превосходит 1,2 *atm* абс. Для этого типа двигателей Н. уже неизбежен, потому что выхлопные щели отнимают до 23% и выше от полезного хода поршня, уменьшая тем среднее индикаторное давление. В крупных газовых двигателях Н. производится или от поршневого насоса, приводимого в движение от штока главного двигателя (конструкция ф-ки Эрхарт и Земер), или от турбовоздуходувки с самостоятельным приводом от электромотора (конструкция ф-ки Тиссен). В двигателях Дизеля он обычно осуществляется по методу Бюхи, заключающемуся в использовании энергии выхлопных газов в газовой турбине, сидящей на одном валу с турбонагнетателем, подающим воздух в рабочие цилиндры машины. В автомобильной технике наддув используется как в гоночных, так и в нормальных машинах, причем для первых — с целью повышения длительной мощности, а для вторых — с целью обеспечения необходимых скоростей движения при дорожных подъемах. В качестве нагнетателей служат или коловратная воздуходувка типа Рута или импелер (центробежная воздуходувка), с приводом от главного вала двигателя. В авиационной технике применение Н. диктуется падением мощности двигателя с увеличением высоты подъема аппарата; это падение восстанавливается Н. от нагнетателя, приводимого в движение от главного вала двигателя, или от газовой турбины, питаемой энергией выхлопных газов, по типу Рато.

Рабочий процесс при работе с Н. Все вышеприведенные системы наддува представляется возможным объединить в две группы, рабочий процесс которых и рассмотрим отдельно. К первой группе отнесем систему нагнетания с использованием энергии выхлопных газов. Рабочий процесс двигателя Дизеля, работающего с Н. по этой системе, по существу не отличается от имеющего место в нормальном дизеле. Отличие состоит лишь в том, что давление в процессе всасывания и выталкивания сгоревших газов выше атмосферного. Если предположим, что давления при всасывании и выталкивании одинаковы, то термодинамич. кпд идеальной машины при постоянных теплоемкостях м. б. выражен по общей ф-ле

$$\eta_t = 1 - \frac{\varrho^k - 1}{k \cdot \varepsilon^{k-1}(\varrho - 1)}, \qquad (6)$$

где ε—степень сжатия, ϱ—степень предварительного расширения, k—показатель адиабаты. Подсчет η_t при переменных теплоемкостях—см. *Двигатели внутреннего сгорания*. Так как повышение давления всасывания создано энергией выхлопных газов, к-рая в нормальных двигателях не используется, то кпд двигателя, работающего с наддувом (при одинаковых степенях сжатия), для всей установки останется такой же, как и без наддува т. к. противодавление нами принято равным давлению всасывания. На фиг. 1А и Б приведены теоретич. индикаторные диаграммы двигателя, работающего



Фиг. 1.

без Н. и с Н. Во втором случае давление всасывания и выхлопа подняты с давления p_0 до давления Н. и равного ему давления выхлопа p_s, степень сжатия однако уменьшена настолько, чтобы конечное давление сжатия p_c в обоих циклах получилось одинаковым. В компрессорных двигателях степень сжатия уменьшают на 10—15%, в бескомпрессорных же машинах ее оставляют без перемены, а максимальное давление ограничивают изменением момента начала подачи топлива. Для того чтобы обеспечить частичную продувку двигателя, применяемую для понижения темп-ры рабочего цикла и для охлаждения наиболее нагревающихся к концу выхлопа частей цилиндра и клапанов, необходимо, чтобы давление продувочного воздуха было больше давления выхлопных газов, используемых в газовой турбине. Такое повышение давления может быть рассматриваемо как дополнительная энергия, полученная двигателем извне, а потому увеличивающая его экономичность. Т. о. уменьшение кпд двигателя вследствие несколько пониженной степени сжатия может быть частью восстановлено за счет этого избытка давления.

Для того чтобы определить соотношение между давлением выхлопных газов и давлением воздуха после турбонагнетателя, необходимо сбалансировать располагаемую энергию выхлопных газов с энергией, необходимой для сжатия воздуха, с учетом всех потерь, вызванных рабочими процессами как в турбине, так и в нагнетателе. Опыт показал, что при 30%-ном Н. среднее давление перед турбиной м. б. приравнено среднему давлению за воздуходувкой. При увеличении Н. до 50%, давление после воздуходувки больше, чем давление перед турбиной, приблизительно на 7%; при уменьшении же Н. имеет место обратное явление

с пределами изменения 3÷4%. Рассмотрим случай, когда конечное давление, получаемое от воздуходувки, равно давлению перед газовой турбиной. Обозначим: через $C_ч$. количество топлива в *кг*, израсходованного двигателем за 1 ч., L_0—теоретически необходимое количество воздуха для сжигания 1 *кг* топлива, a—коэф. избытка воздуха, c_p и c'_p—теплоемкость воздуха и продуктов сгорания при постоянном давлении, T_1 и T_2—абсолютные температуры воздуха перед нагнетателем и за ним при адиабатич. процессе, T'_1 и T'_2—абсолютные темп-ры выхлопных газов перед турбиной и за ней при адиабатич. процессе, p_0 и p_s—давления наддуваемого воздуха перед нагнетателем и за ним, p_r и p_0—давления выхлопных газов перед турбиной и за ней, $\eta_{т.н.}$—полный кпд турбонагнетателя (т. е. агрегата турбина-нагнетатель) при адиабатич. теплопадении рабочих газов в турбине. Если же в нагнетателе повышается теплосодержание сжимаемого воздуха на I Cal, то это м. б. достигнуто за счет падения теплосодержания выхлопных газов в газовой турбине на I' Cal, покрывающую как полезную работу, так и все потери установки

$$I' = \frac{I}{\eta_{т.н.}}. \qquad (7)$$

Произведем подстановку в это выражение значения теплосодержаний i и i' при соответствующих $t°$ рабочих тел, участвующих в работе той и другой части агрегата:

$$i' = c'_p (T'_1 - T'_2) \text{ Cal/}кг, \qquad (8)$$

$$i = c_p (T_2 - T_1) \text{ Cal/}кг. \qquad (9)$$

Для количества газов и воздуха, приходящихся на $C_ч$. топлива, соответствующие теплосодержания будут:

$$I' = C_ч. (1 + aL_0) c'_p (T'_1 - T'_2) \text{ Cal/час}, \qquad (10)$$

$$I = C_ч. aL_0 c_p (T_2 - T_1) \text{ Cal/час}. \qquad (11)$$

Подставляя в уравнение (7) значения I и I', имеем:

$$C_ч. (1 + aL_0) c'_p (T'_1 - T'_2) = \frac{1}{\eta_{т.н.}} C_ч. \cdot aL_0 c_p (T_2 - T_1). \qquad (12)$$

Заменяя соответствующие темп-ры при помощи ур-ия адиабаты через давления, ф-ле (12) после сокращения придаем следующий вид для случая, когда темп-ру выхлопных газов перед турбиной хотим выразить в зависимости от $t°$ окружающей среды и факторов давления:

$$(1 + aL_0) c'_p T'_1 \left[1 - \left(\frac{p_0}{p_r}\right)^{\frac{k'-1}{k'}}\right] = \frac{1}{\eta_{т.н.}} aL_0 c_p T_1 \left[\left(\frac{p_s}{p_0}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1\right], \qquad (13)$$

откуда $t°$ выхлопных газов перед турбиной д. б. равна

$$T'_1 = \frac{1}{\eta_{т.н.}} \cdot \frac{aL_0}{1+aL_0} \cdot \frac{c_p}{c'_p} \cdot \frac{\left(\frac{p_s}{p_0}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1}{1 - \left(\frac{p_0}{p_r}\right)^{\frac{k'-1}{k'}}} \cdot T_1. \qquad (14)$$

Формула (14) имеет общее значение и учитывает давление выхлопных газов перед турбиной и конечное давление нагнетателя, а также физич. свойства рабочих тел в турбине и в воздуходувке Если выразить температуру T'_1 через температуру T_2 конца адиабатич. сжатия в турбовоздуходувке, то, заменив T_1 по ур-ию адиабаты

$$T_1 = T_2 \left(\frac{p_0}{p_s}\right)^{\frac{k-1}{k}}$$

и подставляя это выражение в основную ф-лу, получим:

$$T'_1 = \frac{1}{\eta_{т.н.}} \cdot \frac{aL_0}{1+aL_0} \cdot \frac{c_p}{c'_p} \cdot \frac{1 - \left(\frac{p_0}{p_s}\right)^{\frac{k-1}{k}}}{1 - \left(\frac{p_0}{p_r}\right)^{\frac{k'-1}{k'}}} \cdot T_2. \qquad (15)$$

Если давление p_s, к-рое дает воздуходувка, будет равно давлению выхлопных газов перед турбиной p_r, то для идеального воздушного цикла, приняв $c_p = c'_p$ и $k = k'$ и пренебрегая увеличением веса выхлопных газов по сравнению с засосанным воздухом, получим простую зависимость между необходимой $t°$ выхлопных газов перед турбиной и адиабатич. конечной $t°$ сжатия в воздуходувке, независимо от давления Н.

$$T'_1 = \frac{T_2}{\eta_{т.н.}}. \qquad (16)$$

Это выражение дает возможность определить $t°$ перед газовой турбиной, необходимую для осуществления Н. двигателя, соответствующего адиабатич. повышению темп-ры воздуха до T_2, при известном кпд турбовоздуходувки $\eta_{т.н.}$ и при условии расширения газов в турбине до атмосферного. В последней ф-ле отсутствуют элементы давлений, и возникает вопрос, можно ли избытком теплосодержания сгоревших газов над теплосодержанием, соответствующим адиабатич. сжатию воздуха в воздуходувке, покрыть все тепловые потери процессов и механич. потери турбонагнетателя Так как $t°$ выхлопных газов растет с нагрузкой, вследствие большей подачи топлива в тот же весовой заряд воздуха, то возрастающая энергия выхлопных газов позволяет, с увеличением нагрузки двигателя, поднять давление надувочного воздуха и установить такой режим наддувочного агрегата, который будет соответствовать количеству подаваемого топлива (при нормальных коэф-тах избытка воздуха). Чем меньше нагрузка двигателя, тем ниже установится давление Н., а с обогащением рабочей смеси давление Н. автоматически будет расти. Т. о. при малых нагрузках двигателя подпор перед турбиной p_r будет выше давления наддува p_s, что также можно вывести из ф-лы (15): заменяя в ней $p_r = a^{\frac{k}{k-1}} p_0$ и $p_s = \beta^{\frac{k}{k-1}} p_0$; пренебрегая разницей весов воздуха и выхлопных газов и приравнивая $c_p = c'_p$, получаем, что с приближением T'_1 к T_2 величина β стремится к предельному значению:

$$\beta = \frac{a}{\eta + a(1-\eta)} < a;$$

т. е. для покрытия всех потерь необходимо будет поднять давление выхлопных газов, а вместе и темп-ру T'_1 перед турбиной до такой величины, которая уравновешивала бы

работу нагнетателя. С повышением нагрузки должен наступить такой момент, когда давление перед турбиной будет равняться давлению после нагнетателя. На диаграмме (фиг. 2) представлен такой рабочий процесс, в котором точка a соответствует $t°$ воздуха при выходе из нагнетателя (сопротивлением клапана пренебрегаем),

Фиг. 2.

а состояние, соответствующее $t°$ перед турбиной, представлено точкой f. Тогда на основании ур-ия Пуассона можно написать:

$$\frac{T_z}{T_c} = \frac{T_f}{T_a}, \text{ но } \frac{T_z}{T_c} = \frac{V_z}{V_c} = \varrho,$$

степени предварительного расширения, откуда

$$\varrho = \frac{T_f}{T_a}. \qquad (17)$$

Для нашего же случая $T_f = T_1'$ и $T_a = T_2$; подставив значения T_1' и T', полученные из ур-ия (17), в ур-ие (16), получаем:

$$\varrho = \frac{1}{\eta_{m.н.}}. \qquad (18)$$

Эта ф-ла говорит, что для теоретич. цикла имеется определенная нагрузка на двигатель (характеризуемая ϱ), для к-рой при данном $\eta_{m.н.}$ получится равенство давлений перед турбиной и после нагнетателя. Так напр., при $\eta_{m.н.} = 0{,}45$ получим степень предварительного расширения равной $\varrho = \frac{1}{0{,}45} = 2{,}22$, что близко к нормальной нагрузке двигателя. При дальнейшем обогащении смеси (α при этом уменьшается), т. е. при перегрузке машины, давление в конце нагнетания будет больше давления перед турбиной, причем отношение этих давлений будет вполне определенное для данной нагрузки двигателя при заданном $\eta_{m.н.}$.

В практич. цикле $t°$ выхлопа ниже, чем в теоретическом, и равенство давлений перед турбиной и после нагнетателя наступит при более обогащенных смесях. Принимая однако во внимание, что при работе двигателя с наддувом приходится по указанным выше причинам уменьшать степень сжатия ε, вследствие чего $t°$ конца процесса расширения, а тем самым и $t°$ выхлопа, увеличиваются, обогащение смеси, необходимое для осуществления равенства давлений, будет сравнительно незначительным. Выведенные уравнения (16),(17) и (18) указывают, что чем выше кпд турбонагнетателя $\eta_{m.н.}$, тем при более низкой $t°$ выхлопа наступает момент, когда повышение мощности (при равенстве давлений) за счет наддува оказывается более выгодным, т. к. пониженные $t°$ процесса уменьшают тепловые напряжения как рабочих поверхностей, так и рабочих органов машины. Изложенные соображения дают возможность произвести расчет двигателя, работающего с Н., если известен кпд турбины $\eta_{m.}$ и нагнетателя $\eta_{н.}$ (для разных чисел об/мин.) для случая, когда давление выхлопных газов перед турбиной будет равно давлению воздуха после нагнетателя. Пусть это давление будет p_s и $t°$ сжатого воздуха T_s, а $t°$, соответствующая адиабатич. процессу сжатия, T_2 при начальной темп-ре воздуха T_1. Если нагнетатель не имеет специальных устройств для охлаждения сжимаемого воздуха, то тогда вся затраченная работа, за исключением работы адиабатического сжатия, обращается в тепло и идет на подогрев воздуха, т. е.

$$T_s - T_1 = \frac{T_2 - T_1}{\eta_{н.}}, \qquad (19)$$

откуда

$$T_s = T_1\left(1 - \frac{1}{\eta_{н.}}\right) + T_2\frac{1}{\eta_{н.}}. \qquad (20)$$

Выражая T_2, через T_1, при помощи ур-ия адиабаты

$$T_2 = T_1\left(\frac{p_s}{p_0}\right)^{\frac{k-1}{k}}$$

и подставляя в ур-ие (20), получаем:

$$T_s = T_1\left[1 - \frac{1}{\eta_{н.}} + \left(\frac{p_s}{p_0}\right)^{\frac{k-1}{k}}\frac{1}{\eta_{н.}}\right]. \qquad (21)$$

Т. к. индикаторная мощность двигателя при постоянном коэф-те избытка воздуха пропорциональна плотности воздуха перед всасывающим клапаном, то повышенная мощность двигателя с Н. равна

$$N_i' = N_i \cdot \frac{T_1}{T_s} \cdot \frac{p_s}{p_0}; \qquad (22)$$

подставляя сюда выражение для T_s, получаем:

$$N_i' = N_i \cdot \frac{p_s}{p_0} \cdot \frac{1}{1 - \frac{1}{\eta_{н.}} + \left(\frac{p_s}{p_0}\right)^{\frac{k-1}{k}}\frac{1}{\eta_{н.}}}. \qquad (23)$$

Задаваясь индикаторной мощностью с наддувом N_i', определяем давление p_s сжатого воздуха из ф-лы (23):

$$p_s = \frac{N_i'}{N_i} \cdot \frac{1}{\eta_{н.}} \cdot p_0\left[\eta_{н.} - 1 + \left(\frac{p_s}{p_0}\right)^{\frac{k-1}{k}}\right]. \qquad (24)$$

Выведенное ур-ие (24) удобно решать двойной подстановкой, принимая за первое приближение пропорциональность индикаторных мощностей давлениям p_s и p_0 и пренебрегая вначале изменением темп-р T_s и T_1. Определив так. обр. давление перед всасывающим клапаном, возможно будет вычислить темп-ру T_2 конца адиабатич. процесса сжатия воздуха. Принимая далее равенство давлений перед турбиной и после нагнетателя, т. е. $p_2 = p_s$, определяем по ф-ле (15) $t°$ начала процесса в турбине T_1'. В этой формуле для предварительного расчета можно принять:

$$c_p' = 0{,}255 \text{ Cal/кг}; \quad c_p = 0{,}24 \text{ Cal/кг};$$

$$\frac{\alpha L_0}{1 + \alpha L_0} = 0{,}955; \quad k = 1{,}4; \quad k' = 1{,}36;$$

тогда

$$T_1' = \frac{0{,}90 \cdot T_2}{\eta_{m.н.}} \cdot \frac{1 - \left(\frac{p_0}{p_s}\right)^{0{,}286}}{1 - \left(\frac{p_0}{p_s}\right)^{0{,}265}};$$

обозначая через λ степень Н., т. е.

$$\lambda = \frac{p_0}{p_s}, \qquad (25)$$

получаем окончательно для значения температуры T'_1 выражение при принятых выше величинах

$$T'_1 = \frac{0{,}90 \cdot T_2}{\eta_{m.n.}} \cdot \frac{1-\lambda^{0{,}286}}{1-\lambda^{0{,}265}}.$$

В этом ур-ии все члены известны, а потому темп-ра выхлопных газов T'_1 перед турбиной м. б. определена. Наконец по темп-ре T'_1 определяем степень предварительного расширения ϱ, которая характеризует нагрузку двигателя

$$\varrho = \frac{T'_1}{T_2}.$$

При увеличении ϱ скорость вращения турбонагнетателя будет увеличиваться, а при уменьшении—падать. Т. о. с увеличением нагрузки двигателя за счет большей подачи топлива количество вдуваемого воздуха будет быстро нарастать, двигатель способен будет тогда развить значительные перегрузки при нормальном составе рабочей смеси (при $a \cong 2$) и нормальных $t°$ сгорания, вследствие чего отпадает опасность перегрева поршня и выхлопного клапана, что наблюдается при перегрузке дизелей, работающих без Н. Принимая во внимание также возможность осуществления частичной продувки пространства сгорания, которая снижает темп-ру рабочих частей, следует признать, что опасность перегрева у двигателя Дизеля с Н. значительно меньшая, чем без последнего. Частичный процесс продувки введен в больших четырехтактных газовых машинах с целью снижения $t°$ рабочих частей, причем фаза продувки в этих двигателях занимает почти весь процесс выхлопа, тогда как в дизелях процесс продувки осуществляется одновременным открытием всасывающего и выхлопного клапанов к концу выхлопа.

Приведенный выше подсчет для определения основных параметров, т. е. давлений и $t°$, как газового процесса в турбине, так и воздушного в воздуходувке, при заданном увеличении индикаторной мощности против нормальной (без Н.) дан без учета изменяющихся коэф-тов подачи η'_v с Н. и η_v без Н. Коэфициент подачи двигателя η_v в условиях засасывания из атмосферы представляет отношение действительного количества рабочего тела, занимающего рабочий объем, к тому количеству заряда, к-рый займет тот же рабочий объем при давлении и $t°$ окружающей среды, т. е. атмосферы. Если это понятие коэф-та подачи распространить на случай засасывания из среды с повышенным давлением, как это имеет место при Н., то коэфициент подачи η'_v равен отношению действительного количества, заполнившего рабочий объем, к количеству, которое займет тот же объем при давлении и $t°$ сжатой рабочей среды. Поэтому при определении индикаторной мощности N'_i с Н. по индикаторной мощности без N_i Н. следует воспользоваться ур-нем:

$$N'_i = N_i \cdot \frac{p_s}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T_s} \cdot \frac{\eta'_v}{\eta_v}, \qquad (26)$$

где

$$\eta'_v = \frac{1}{\varepsilon-1} \cdot \frac{T_s}{T_s+\Delta t}\left(\frac{p_a}{p_s}\varepsilon - \frac{p_r}{p_s}\right), \qquad (27)$$

$$\eta_v = \frac{1}{\varepsilon-1} \cdot \frac{T_0}{T_0+\Delta t}\left(\frac{p_a}{p_0}\varepsilon - \frac{p_r}{p_0}\right); \qquad (28)$$

принимая в формуле (27) $p_a = ap_s$, $p_r = bp'_r$ и в формуле (28) $p_a = ap_0$ и $p_r = bp_0$, преобразуем эти формулы:

$$\eta' = b \cdot \frac{1}{\varepsilon-1} \cdot \frac{T_s}{T_s+\Delta t}\left(\frac{a}{b}\varepsilon - \frac{p'_r}{p_s}\right) = K'\left(\frac{a}{b}\varepsilon - \frac{p'_r}{p_s}\right), \qquad (29)$$

где

$$K' = b \cdot \frac{1}{\varepsilon-1} \cdot \frac{T_s}{T_s+\Delta t};$$

$$\eta_v = b \cdot \frac{1}{\varepsilon-1} \cdot \frac{T_0}{T_0+\Delta t}\left(\frac{a}{b}\varepsilon - 1\right) = K\left(\frac{a}{b} \cdot \varepsilon - 1\right), \qquad (30)$$

где

$$K = \frac{b}{\varepsilon-1} \cdot \frac{T_0}{T_0+\Delta t}.$$

Тогда ф-ла (26) окончательно будет иметь вид:

$$N'_i = N_i \cdot \frac{p_s}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T_s} \cdot \frac{K'\left(\frac{a}{b}\varepsilon - \frac{p'_r}{p_s}\right)}{K\left(\frac{a}{b}\varepsilon - 1\right)}. \qquad (31)$$

Значения a и b м. б. определены из процессов всасывания и выхлопа, по индикаторной диаграмме, снятой со слабой пружиной. Эти значения для упрощения могут быть в формулах, определяющих η_v и η'_v, приняты одинаковыми. Степень сжатия ε д. б. принята разной в тех случаях, когда при переходе двигателя на работу с Н. сжатие изменяется, как это имеет место в двигателях с Н. по системе Бюхи, описанных ниже. Отношение $\frac{\eta_v}{\eta_v}$ в формуле (26) близко к единице, и поэтому в следующих формулах это отношение не введено. К группе Н. с использованием энергии выхлопных газов необходимо также отнести систему Н., обыкновенно применяемого для авиационных двигателей, в целях сохранения мощности при поднятии аэроплана на высоту.

Второй тип Н., т. е. с нагнетателем, приводимым в движение непосредственно от двигателя или от постороннего источника энергии, обнимает все виды приводных нагнетателей, независимо от метода привода. Отличительным свойством их рабочего процесса является то обстоятельство, что противодавление выхлопа остается постоянным вне зависимости от степени Н. и что мощность, затрачиваемая на вращение нагнетателя, получается за счет снижения полезной мощности основного двигателя. Для этого типа Н. мы можем также принять, что термич. кпд двигателя не изменяется с Н. Рабочий процесс такого двигателя протекает след. образом: нагнетатель подает сжатый воздух во всасывающий трубопровод двигателя; за счет этого среднее индикаторное давление двигателя повышается на величину Δp_2, которая равна разности давлений воздуха после и до нагнетателя (давление до нагнетателя равно атмосфере p_0):

$$\Delta p_2 = p_s - p_0.$$

Это выражение справедливо, если пренебречь сопротивлениями во всасывающей и нагнетательной системах. С учетом же этих сопротивлений

$$\Delta p_2 = p_a - p_r, \qquad (32)$$

где p_a и p_r—давления в цилиндре за процесс всасывания и выталкивания согласно диаграмме фиг. 3. На этой диаграмме заштрихованная площадь представляет положи-

тельную работу, введенную в индикаторную диаграмму двигателя нагнетателем. На приведение в действие нагнетателя двигатель затрачивает часть своей мощности, равной

$$N_{в.} = \frac{G_s L_{ад.}}{75\eta_{в.}}; \qquad (33)$$

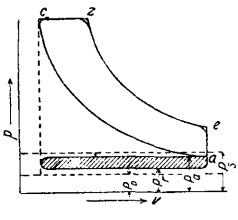
здесь G_s количество воздуха в *кг*, подаваемое нагнетателем в ск., а

$$L_{ад.} = \frac{k}{k-1} RT_0 \left[\left(\frac{p_s}{p_0}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1\right] \qquad (34)$$

работа адиабатического сжатия 1 *кг* воздуха и $\eta_{в.}$ — кпд нагнетателя. Если считать, что индикаторная мощность двигателя, равная при отсутствии Н. N_i, растет пропорционально плотности воздуха перед всасывающим клапаном, то повышенная эффективная мощность при Н. м. б. выражена след. обр.:

$$N'_e = N_i \cdot \frac{p_s}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T_s} + N_i \cdot \frac{\Delta p_2}{p_i} - N_{в.} - N_r. \qquad (35)$$

Эта ф-ла показывает, что увеличение эффективной мощности равно увеличению индикаторной мощности, как за счет изменения весового количества заряда (первый член), так и за счет повышения среднего индикаторного давления (второй член) на величину Δp_2 за вычетом работы $N_{в.}$, затраченной на сжатие воздуха, и работы трения двигателя N_r, включающей механические потери нагнетателя. Четвертый член этого ур-ия, т. е. мощность, затрачиваемая на суммарное трение N_r, остается почти постоянной и не зависит от степени Н. Более точное выражение закона возрастания индикаторной, а тем самым и эффективной мощности при наддуве, возможно при учете коэфициентов подачи. Если двигатель засасывает из среды с повышенным давлением p_{s_0}, то коэфициент подачи η'_{v_0} будет равен



Фиг. 3.

$$\eta'_{v_0} = b \cdot \frac{1}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{T_{s_0}}{T_{s_0} + \Delta t}\left(\frac{a}{b}\varepsilon - \frac{p'_{r_0}}{p_{s_0}}\right) = K_0\left(\frac{a}{b}\varepsilon - \frac{p'_{r_0}}{p_{s_0}}\right).$$

При засасывании из среды с более повышенным давлением p_s коэфициент подачи будет:

$$\eta'_v = b \cdot \frac{1}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{T_s}{T_s + \Delta t}\left(\frac{a}{b}\varepsilon - \frac{p'_r}{p_s}\right) = K\left(\frac{a}{b}\varepsilon - \frac{p'_r}{p_s}\right).$$

Тогда формула, определяющая эффективную мощность при повышении давления Н. с учетом изменяющихся коэф-тов подачи, будет иметь следующий вид:

$$N'_{e_0} = N_i \cdot \frac{p_s}{p_{s_0}} \cdot \frac{T_{s_0}}{T_s} \cdot \frac{\eta_{v_0}}{\eta_v} + N_i \cdot \frac{\Delta p_{2_0}}{p_i} - N_{в.0} - N_r. \qquad (36)$$

Если же двигатель, работая в нормальных условиях, т. е. засасывая воздух или рабочую смесь из атмосферы (давление p_0), переходит на работу с Н., то формула (36) будет иметь вид:

$$N'_e = N_i \cdot \frac{p_s}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T_s} \cdot \frac{\eta'_v}{\eta_v} + N_i \cdot \frac{\Delta p_2}{p_i} - N_{в.} - N_r. \qquad (37)$$

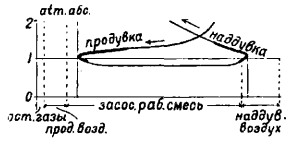
Итак, задаваясь первоначальной эффективной мощностью N_e, механическим кпд $\eta_м$., расходом горючего на эффективный силочас g_e и коэфициентом избытка воздуха α, можно подсчитать последовательным подбором при определенном увеличении начальной мощности N_e до заданной N'_e все параметры воздушного процесса, т. е. p_s, T_2 и T_s, необходимые для получения заданной мощности (при том же коэф-те избытка воздуха). Для облегчения первоначального подсчета в качестве первого приближения можно принять закон пропорциональности индикаторных мощностей давлениям. Для определения мощности, затраченной на нагнетатель, необходимо знать $\eta_{в.}$—кпд нагнетателя, к-рый можем получить из опытных данных, и секундное количество воздуха G_s в *кг*, которое определяется по ф-ле:

$$G_s = \frac{g_e \cdot \eta'_м \cdot \alpha L_0 N'_i}{3\,600} \text{ кг/сек}, \qquad (38)$$

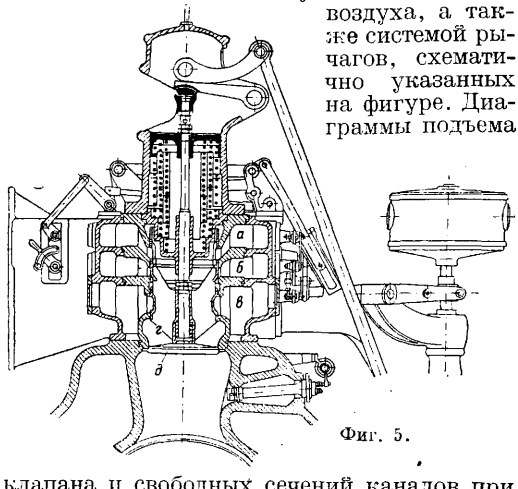
где g_e—расход топлива в *кг* на 1 эфф. силочас, $\eta'_м$—механич. кпд при Н., α—коэфициент избытка воздуха, L_0—теоретически необходимое количество воздуха для сжигания 1 *кг* топлива, N'_i—индикаторная мощность, полученная при Н. Значение $\eta_{в.}$ в ротационном компрессоре зависит от степени использования кинетич. энергии воздуха, выходящего из колеса, т. е. от размеров и конструкции диффузора, от величины потерь на трение колеса, от скорости протекания воздуха в каналах. Значение $\eta_{в.}$ остается постоянным при постоянной скорости вращения колеса. В поршневых компрессорах значение $\eta_{в.}$ зависит от скорости протекания воздуха в каналах и от потерь в клапанах, причем значение $\eta_{в.}$ в поршневых нагнетателях гораздо выше, чем в ротационных, и поэтому, где позволяет конструкция двигателя и условия работы, следует применять поршневой тип нагнетателя.

Н. газовых двигателей. Наддув применяется в крупных четырехтактных горизонтальных газовых двигателях двойного действия, выполняемых заводами Тиссен, М. А. Н. и Эрхарт и Земер. Процесс Н. в указанных двигателях производится по второму типу, т. е. нагнетатель приводится в движение от постороннего источника энергии—электромотора или паровой турбины (Тиссен), или же нагнетатель выполняется в виде продувочного компрессора, получающего свое движение от поршневого штока двигателя (Эрхарт и Земер). Стремление повысить удельную мощность рабочего цилиндра без повышения тепловых напряжений рабочих органов, которые не допускают повышения среднего индикаторного давления свыше 4,5 *кг/см²*, тогда как условия сгорания позволяют повысить его до 5,0—5,2 *кг/см²* при более богатых смесях, привели к введению процессов продувки в период выхлопа и наддува после процесса всасывания более богатой смеси. Процесс продувки сжатым холодным воздухом имеет назначение: с одной стороны, удалить остаточные газы из камеры сгорания, охладить ее и тем самым повысить весовой заряд смеси за счет большого объема и более низких $t°$ заряда при смешении, и с другой стороны—не допускать повышения тепловых напряжений в рабочих органах двигателя.

Завод Тиссен в своих газовых двигателях выполняет процесс продувки в период конца выхлопа и начала всасывания воздухом, сжатым до 1,2 *atm* абс., как это указано на фиг. 4, где дана диаграмма выхлопа и всасывания. Процесс же Н. осуществляется в конце процесса всасывания тем же продувочным воздухом, который доводит обогащенную рабочую смесь, введенную в рабочий цилиндр, в процессе всасывания до нормального значения коэф-та избытка воздуха. На фиг. 5 дан разрез по всасывающему клапану двигателя з-да Тиссен. По каналу *а* подводится сжатый воздух, канал *б* соединен с атмосферой, канал *в*—с газоподводящей трубой. Шпиндель клапана *д* несет цилиндрический золотник *г*, перекрывающий при определенных положениях клапана окна соответствующих каналов. При закрытом всасывающем клапане открыт только канал сжатого воздуха, в то время как при подъеме его золотник закрывает этот канал и открывает каналы *в* и *б*. Т. о. в начале подъема клапана и в конце его посадки в цилиндр может поступать только сжатый воздух, производя в первом случае продувку, а во втором—Н.; при полностью открытом клапане происходит нормальное всасывание переобогащенной смеси. Всасывающий клапан газового двигателя фирмы М. А. Н. с продувкой и Н. представлен на фиг. 6. Принцип осуществления этих двух процессов тот же, что и у двигателей Тиссен; но в виду того что эти двигатели работают с регулированием, основанным на изменении подъема всасывающего клапана, моменты прекращения продувки и начала Н. изменяются регулятором путем смещения по высоте положения седла *а* клапана, который управляет поступлением сжатого воздуха, а также системой рычагов, схематично указанных на фигуре. Диаграммы подъема клапана и свободных сечений каналов при двух нагрузках представлены на фиг. 7. Указанные заводы доводят благодаря Н. и продувке среднее индикаторное давление до 5,5—5,8 *atm*, т. е. повышают мощность на 22—29% при тех же размерах машин.

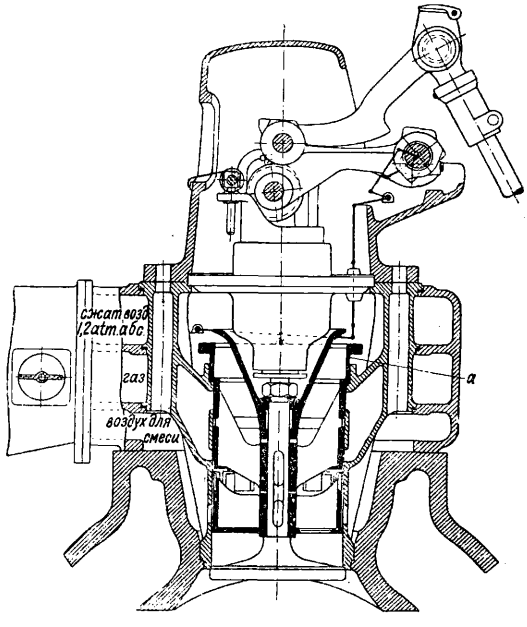


Фиг. 4.



Фиг. 5.

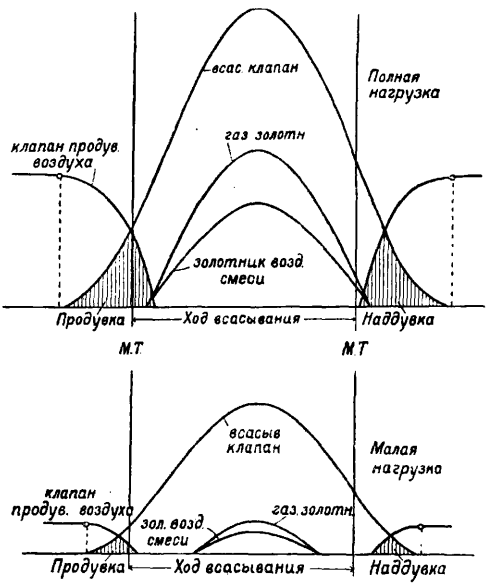
Завод Эрхарт и Земер осуществляет Н. в своем новом типе на той же части процесса, как и з-ды М. А. Н. и Тиссен, но благодаря продувке, распространенной на весь ход всасывания, добивается более высокой удельной мощности и доводит среднее индикаторное давление до 6,25 *кг/см*², т. е. дает увеличение мощности на ~ 40%. На фиг. 8 показан процесс всасывания и выхлопа в двигателях этого завода, где ясно видны фазы процесса Н. и продувки. Фирма Эрхарт и Земер строит свои двигатели, работающие с продувкой и Н. с двумя каналами, отказываясь от засасывания воздуха из атмосферы и подавая весь воздух под давлением, дросселируя его на части всасывающего хода до разрежения, обеспечивающего правильное поступление газа. Этим упрощается



Фиг. 6.

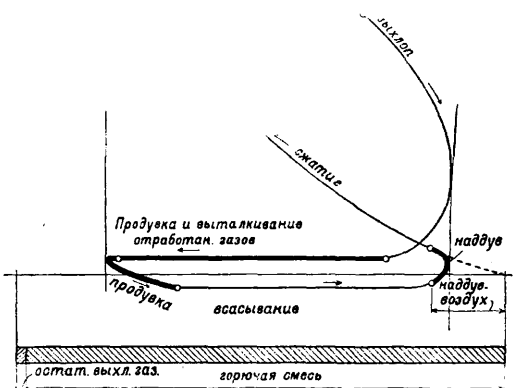
конструкция органов всасывания, зато увеличивается работа сжатия воздуха, причем часть ее теряется во время дросселирования. Диаграмма свободных сечений органов всасывания дана на фиг. 9, а фиг. 10 изображает разрез по всасывающему клапану; верхний канал *а* служит для подвода газа, а нижний *б* для подвода сжатого воздуха через окна *в*. В начальный момент подъема всасывающего клапана *г* воздушный канал открыт полностью, газовый же закрыт клапаном *д*. При опускании клапана *г* сечение окон для подвода воздуха уменьшается золотником *е*, усиливая дросселирование, а доступу газа препятствуют реборды *з* клапана *д*. Доступ газу открывается лишь при таком положении золотника *е*, когда сужение им воздушных окон вызовет столь сильное дросселирование воздуха, что в полости под клапаном *д* образуется разрежение, достаточное для сжатия пружины *ж* и обеспечивающее поступление газа и воздуха в пропорции, дающей несколько обогащенную смесь. Последняя доводится до нормального

состава во время Н. дополнительно поступающим во время закрывания клапана *г* через окна *в* воздухом. Привод нагнетателя, выполняемого в двигателях з-да Эрхарт и Земер в виде продувочного поршневого компрессора двойного действия, осуществляется непосредственно от штока двигателя. На фигуре 11 изображен разрез по продувочному компрессору и рабочему цилиндру. Для осмотра и для ремонта сальника рабочего цилиндра двигателя, цилиндр компрессора м. б. отодвинут влево по особым салазкам. Клапаны компрессора расположены в нижней части корпуса цилиндра и легко доступны. Преимуществом такого рода ком-



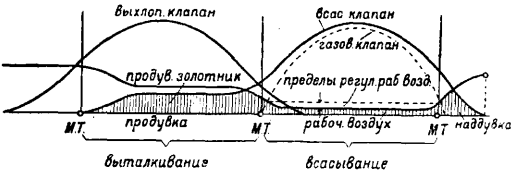
Фиг. 7.

прессора является его высокий кпд по сравнению с лопаточными нагнетателями, а также достаточно тонкое реагирование его на изменения режима работы двигателя.



Фиг. 8.

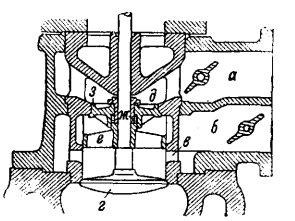
Н. двухтактных двигателей Дизеля. Двухтактный двигатель является машиной, работающей по процессу с Н., так как воздух не всасывается, а вводится в цилиндр с небольшим избытком давления, доходящим до давления продувочного воздуха (при отсутствии сообщения окон с наружной атмосферой). В двухтактных двигателях с нормальной продувкой без специ-



Фиг. 9.

ального наддува увеличение мощности, вызванное за счет повышенного давления начала сжатия, к-рое изменяется от 1,01 до 1,05 *atm* абс., будет являться результатом Н. рабочего цилиндра двигателя продувочным воздухом. Давление начала процесса сжатия зависит от давления продувки и от размеров выхлопных трубопроводов. Процесс Н. продувочным воздухом производится по системе наддува, относящегося ко второй группе, т. е. от приводных нагнетателей, выполняемых в виде поршневых продувочных насосов, получающих свое движение непосредственно от двигателя (от коленчатого вала или балансиров), и в виде воздуходувок, приводимых в движение от электромоторов. Первая система привода выгоднее как в отношении затраты мощности, так и в отношении регулирования.

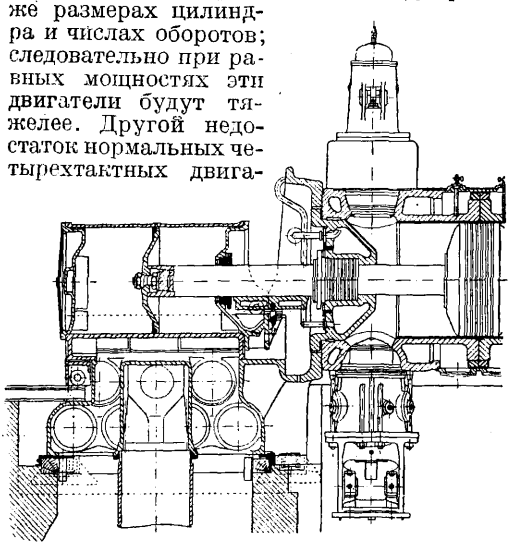
Специальный процесс Н. в двухтактных двигателях применяется з-дом Зульцер, для чего наряду с нормальными предусмотрены дополнительные продувочные окна, управляемые автоматическими клапанами, которые остаются открытыми некоторое время после того, как закрываются выхлопные окна, так что давление внутри цилиндра в начале процесса сжатия равно будет давлению продувки в ресивере. Давление Н. доходит до 1,15 *atm* абс., причем дополнительные наддувочные окна занимают 9% хода двигателя (см. *Двигатели судовые*). Дальнейший наддув в таком же типе двигателя можно было бы ввести при непадающей экономике, путем создания специального трубопровода с повышенным давлением наддувочного воздуха, присоединенного через управляемые клапаны (чтобы не ухудшать процесса наддува) к указанным выше окнам. В двухтактных двигателях Юнкерса также применяется Н. путем дросселирования выхлопа; этим методом удалось поднять среднее индикаторное давление до 8 *кг/см*² и выше.



Фиг. 10.

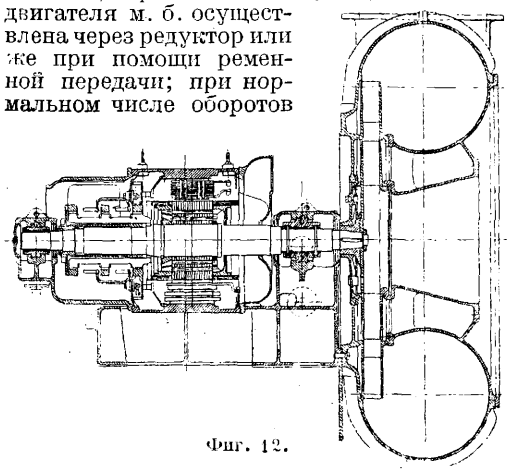
Н. четырехтактных двигателей Дизеля. Наддув как средство повышения удельной мощности применяется гл. обр. в крупных четырехтактных двигателях Дизеля. Четырехтактные двигатели, обладая рядом преимуществ над двухтактными двигателями (повышенное число оборотов,

пониженные тепловые напряжения), уступают однако двухтактным двигателям в литровой мощности, равной лишь 60% при тех же размерах цилиндра и числах оборотов; следовательно при равных мощностях эти двигатели будут тяжелее. Другой недостаток нормальных четырехтактных двига-



Фиг. 11.

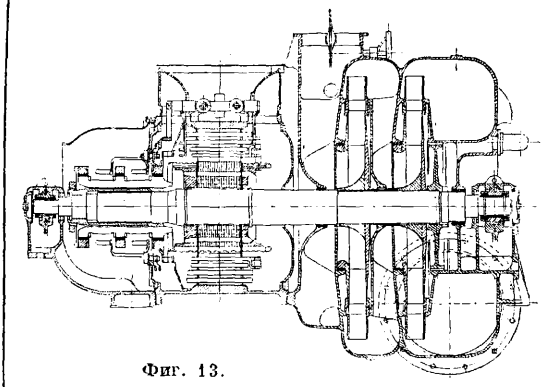
телей Дизеля—малая эластичность, тогда как в условиях работы этих двигателей в тепловозах, а также в качестве судовых машин и главных двигателей на центральных силовых станциях со значительными и длительными колебаниями нагрузок желательна наоборот бóльшая эластичность. Указанные недостатки м. б. исправлены путем применения Н. Для этих двигателей Н. осуществляется нагнетателем, приводимым в движение самим двигателем, от постороннего источника энергии, или же от турбины, работающей на выхлопных газах. Вначале получила распространение первая система наддува, при к-рой нагнетатель приводится в движение от электромотора или паровой турбины путем непосредственного соединения или же через редуктор. Передача движения центробежной воздуходувке от вала двигателя м. б. осуществлена через редуктор или же при помощи ременной передачи; при нормальном числе оборотов



Фиг. 12.

воздуходувок 3 000—4 000 об/м. и двигателя 150—250 об/м. передача получается неэкономичной. Поэтому этот тип почти не применяется. На фиг. 12 изображен разрез одноступенчатой воздуходувки, соединенной непосредственно с валом электромотора. Давление, даваемое такой воздуходувкой, равно 600—700 *мм* вод. ст. и n=3 000÷4 000 об/м.; воздуходувка снабжена диффузором с лопатками. Как видно из чертежа, корпус для уменьшения вибраций выполнен из чугуна, крепится при помощи болтов к плите электромотора и может быть повернут на любой угол. На фиг. 13 изображен разрез двухступенчатой воздуходувки, приводимой в движение также непосредственно от вала электромотора. Этот тип воздуходувки применяется для повышенных давлений наддува, доходящих до 1,3 *atm* абс. и выше. На фиг. 14 представлена последняя воздуходувка со снятой верхней крышкой. Привод нагнетателя м. б. осуществлен также и от паровой турбины при наличии пара. Паровые турбины для целей привода компрессора берут обычно типа Кертиса с одной или двумя ступенями давлений; нормальное число оборотов выбирают в пределах от 2 700 до 3 700, в зависимости от воздуходувки.

Переходим теперь к разбору экономичности двигателя, работающего с увеличенным зарядом, в зависимости от давления Н. Из ф-лы (36) видно, что эффективная мощность двигателя с Н. уменьшается на величину



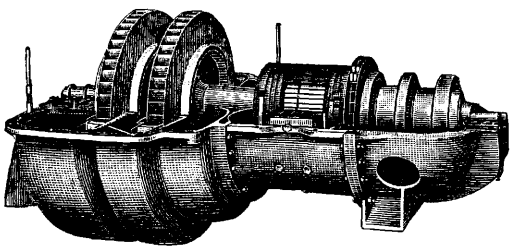
Фиг. 13.

работы нагнетателя и работы трения всего механизма двигателя. Подсчет показывает, что при неизменяемой степени сжатия ε повышению наддува сверх определенного давления соответствует резкое повышение мощности, затрачиваемой на сжатие необходимого воздуха, чем и объясняется понижение экономического кпд двигателя. В этом случае ухудшение экономики идет за счет снижения механического кпд агрегата в целом. При неизменяемой степени сжатия повышение давления начала сжатия p_a дает резкое повышение давления конца сжатия p_c, что ставит предел увеличению мощности двигателя благодаря наддуву. Проделанные подсчеты для двигателя Дизеля при степени сжатия $\varepsilon = 13$, темп-ре начала сжатия $T_1 = 325$ и конца расширения $T_4 = 1\,000$ и индикаторном кпд $\eta_i = 0{,}41$ показывают, что повышение мощности двигателя с увеличением Н. и экономического кпд имеет границу при $p_1 \cong 1{,}1$ *atm* абс. (см. ниже табл. 1). Экономический кпд начинает снижаться при величине давления наддува $p_1 = 1{,}1$ *atm* абс.

Табл. 1.—Изменение мощности двигателя в зависимости от давления Н.

Давление Н. p_1 atm абс.	Давление конца сжатия p_c atm абс.	Средн. индикаторное давление p_i кг/см²	Ср. эффективное давление p'_e кг/см²	Механич. кпд $\eta'_м$.	Экономич. кпд двигателя $\eta'_э$.
0,95	34	6,9	5,2	0,75	0,31
1,1	40	8,2	6,1	0,75	0,31
1,2	43	9,0	6,5	0,73	0,30
1,3	47	10,0	6,9	0,69	0,28

Конечное давление сжатия при $p_1=1{,}3$ *atm* абс. достигает допускаемых пределов в нор-



Фиг. 14.

мальных двигателях, т. е. 45 *atm*, и потому это давление Н. в данном случае нужно считать максимальным. Дальнейшее повышение мощности двигателя с применением Н. может быть получено за счет снижения степени сжатия ε при постоянном максимальном конечном давлении сжатия p_c и одновременном увеличении давления наддувочного воздуха. Таблица 2 дает соответствующие значения давлений и кпд при переменном ε и при следующих начальных условиях $T_2=850$ (температура конца сжатия), $T_3=1\,700$ (температура конца сгорания), $p_2=45$ *atm* (давление конца сжатия).

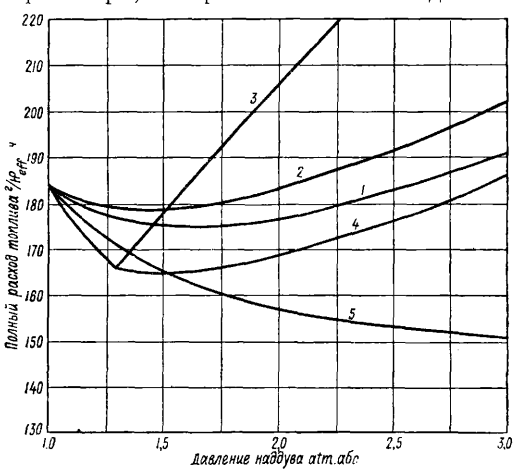
Табл. 2.—Изменение мощности двигателя при переменном ε

ε	T_4	T_1	η'_i	p_1	p'_i	p'_e	$\eta_м$.	$\eta'_э$.
13	1 000	325	0,41	1,30	10,0	6,9	0,69	0,28
12	1 050	330	0,39	1,45	10,45	7,15	0,69	0,27
11	1 075	340	0,37	1,65	11,6	7,6	0,69	0,26
10	1 100	360	0,36	1,85	12,0	8,3	0,69	0,25

Повышение мощности против нормальной без Н. в этом случае равно:

$$\frac{p'_e-p_e}{p_e}100=\frac{8{,}3-5{,}2}{5{,}2}=59\%.$$

Повышение мощности при применении этой системы Н. получается за счет снижения экономики двигателя; в некоторых типах двигателя однако этим часто пренебрегают ради увеличения мощности. Применение второй системы Н. с приводом нагнетателя от газовой турбины дает экономич. кпд, увеличивающийся или остающийся при увеличении Н. постоянным, и поэтому первая система м. б. с выгодой применена только до известного предела давления наддуваемого воздуха. Заводом Броун-Бовери произведен подсчет с целью сравнения экономики двигателя при различных системах Н. в зависимости от давления наддуваемого воздуха для четырехтактного двигателя мощностью 1 300 HP с размерами цилиндра $D=630$ *мм* и $H=950$ *мм* при постоянном коэфициенте избытка воздуха $\alpha=2$ и при температуре засасывания воздуха 50° во всех подсчитанных случаях. При нормальной работе без Н. давление всасывания было принято $p_4=1$ *atm* абс., расход топлива $g_c=185$ *г/HP_eff·ч*. На фиг. 15 приведена диаграмма с кривыми изменения расхода топлива указанного двигателя в зависимости от давления Н. Кривая *1* относится к случаю привода нагнетателя от двигателя через зубчатую или ременную передачу, или от вспомогательного двигателя внутреннего сгорания; кривая *2*—то же от электромотора. Кривая *3* относится к приводу компрессора от паровой турбины, причем пар для нее получается из котла, обогреваемого отходящими газами; при недостаче последнего (при более высоких давлениях Н.) пополнение идет за счет дополнительного сжигания топлива в котле, вследствие чего резко понижается экономика двигателя, как указывает протекание кривой. Кривая *4*, совпадающая вначале с кривой *3*, соответствует работе нагнетателя от паровой турбины, питаемой паром из котла, обогреваемого отходящими газами, при дальнейшем повышении давления Н. нагнетатель приводится одновременно как от паровой турбины, так и от электромотора, который пополняет недостаю-

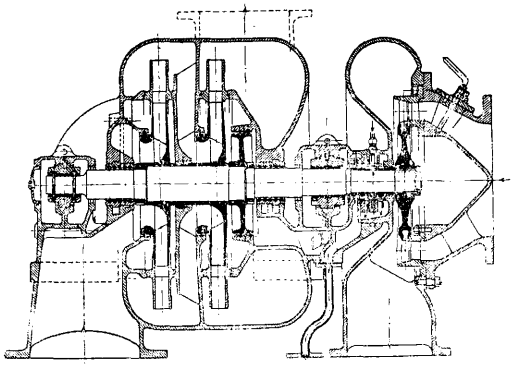


Фиг. 15.

щую мощность первой. Кривая *5* дает расход топлива при нагнетателе, приводимом в движение газовой турбиной, работающей на выхлопных газах. Эти кривые показывают, что при давлении Н. до 1,3 *atm* выгодно иметь привод от паровой турбины, пар для к-рой получаем из котла, работающего на выхлопных газах. При дальнейшем увеличении давления Н. выгоднее система привода нагнетателя от газовой турбины, работающей на выхлопных газах.

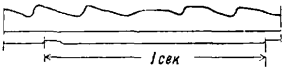
Этот второй метод предложен был Б ю х и и начинает применяться в настоящее время

в большинстве двигателей Дизеля, работающих с Н. Нагнетатель выполняется в виде двухступенчатой воздуходувки, сидящей на одном валу с газовой турбиной, работающей на выхлопных газах. На фиг. 16 изображен разрез воздуходувки и турбины



Фиг. 16.

конструкции завода Броун-Бовери, устанавливаемых в настоящее время почти на всех двигателях Дизеля, работающих с Н. Экономически установка такого агрегата оправдывается только на двигателях мощностью в 500 Hp_{eff} и выше. Одновременно с Н., Бюхи применяет продувку камеры сгорания для удаления заключающихся в ней продуктов сгорания, а также для охлаждения днища поршня, крышки и клапанов с целью уменьшения тепловых напряжений в этих деталях. Благодаря применению продувки при Н. двигатель развивает большую мощность не только за счет увеличения весового заряда воздуха, но также и за счет увеличивающегося коэфициента подачи. Начальная $t°$ сжатия, влияющая на все последующее течение $t°$ рабочего процесса в двигателях, работающих с продувкой, по Бюхи, ниже, чем в двигателях, работающих без Н., или равна им, что подтверждается опытами проф. Стодолы и других экспериментаторов. Продувка достигается путем перекрытия открытий клапанов *всасывающего и выхлопного* в момент, соответствующий началу всасывания и концу выхлопа, т. е. когда давление в трубопроводе наддувочного воздуха больше, чем в выхлопном. За этот период времени, как это показали опыты, проходит объем воздуха, равный 20—30% объема цилиндра. В многоцилиндровых двигателях необходимо выхлопные клапаны открывать в те периоды, когда расширяющиеся продукты сгорания не могут иметь обратного действия на продувку в друг. цилиндрах, т. о. чтобы волны давления выхлопов в ряде соединенных коллектором цилиндров не могли интерферировать между собой. Поэтому например в шестицилиндровых четырехтактных машинах соединяют в отдельный трубопровод такие цилиндры, выхлопы которых разнятся друг от друга на 240°. Колебания давления выхлопных газов перед турбиной, вызванные периодичностью выхлопов в ряде цилиндров, представлены ниже в виде диаграммы по времени на фиг. 17. Кпд газовой турбины, полученный в условиях переменного давления перед турбиной, ниже, чем при работе ее под постоянным давлением, и поэтому в двигателях с большим числом цилиндров, кпд наддувочного агрегата в целом будет выше. Как было указано, при работе двигателя с Н. приходится уменьшать степень сжатия т. о., чтобы максимальное давление сжатия при переменном режиме Н. не превосходило ок. 45 *atm*. Это снижение ухудшает термический кпд, который м. б. частично восстановлен введением предварительного процесса сгорания по $V = \text{Const}$.



Фиг. 17.

Из опытов проф. C. J. Hawkes над шестицилиндровым четырехтактным двигателем завода Вальзенд с размерами $D = 620$ *мм* и $H = 1\,300$ *мм*, построенным специально для работы с Н., степень сжатия была принята равной $\varepsilon = 12{,}4$. На фиг. 18 дана индикаторная диаграмма, снятая с рабочего цилиндра для $p_i = 9{,}85$ *кг/см*², что соответствует увеличению мощности против нормальной без наддува на 40—42%. На этой же фиг. представлен (в виде диаграммы давление-время) процесс конца сжатия и начала сгорания; на этой последней диаграмме видно повышение давления сгорания по сравнению с давлением сжатия. Изменение общего экономического кпд двигателя, работающего с Н. по первой системе, по опытам проф. Стодола и проф. Hawkes, приведено в табл. 3 и 4. Опыты проф. Стодола производились над шестицилиндровым четырехтактным двигателем Дизеля Швейцарского паровозо-машиностроительного завода, развивающим в нормальных условиях без Н. $N_e = 850$ Hp при размерах рабочего цилиндра $D = 560$ *мм*, $H = 640$ *мм* и $n = 167$ об/м.; W—мощность в % против нормальной без наддува.

Фиг. 18.

Табл. 3.—Изменение экономич. кпд с увеличением мощности (по Стодола).

W в % . .	40	77	113	150	182	194
$\eta_м$.	51,7	67,0	76,1	80,2	82,2	83,9
$\eta_э$.	26,11	33,02	34,75	35,13	34,59	33,88

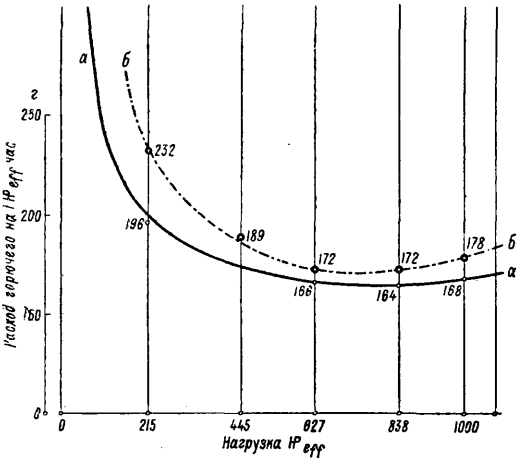
Опыты проф. C. J. Hawkes дают следующие значения кпд $\eta'_м$ и $\eta'_э$.

Табл. 4.—Изменение экономич. кпд с увеличением мощности (по C. J. Hawkes).

W в % . . .	100	125	158	180
$\eta'_м$.	69,2	74,8	78,8	81
$\eta'_э$.	32,0	32,0	32,9	32,3

Значение $\eta_м$., приведенное в этих данных, изменяется в пределах 70÷80%. Это повышение объясняется тем, что при постоянной

работе трения эффективная мощность растет быстрее, чем индикаторная, повышающаяся при прочих равных условиях пропорционально давлению. Как было указано выше, при перегрузке за воздуходувкой устанав-



Фиг. 19.

ливается большее давление, чем перед газовой турбиной, и поэтому среднее индикаторное давление повышается дополнительно за счет получающейся разницы $p_s - p_r$. Незначительное снижение экономич. кпд при наддуве, дающем увеличение мощности на 100%, объясняется ухудшенным процессом сгорания при меньших коэф-тах избытка воздуха. Полученные опытные данные подтверждают выводы фирмы Броун-Бовери о выгодности наддува, производимого нагнетателем, приводимым в движение газовой турбиной. При этих опытах были получены величины, характеризующие газовый и воздушный процессы турбины и нагнетателя, к-рые необходимы для проведения указанных выше подсчетов. Табл. 5 и 6 дают зна-

Табл. 5. — Опытные данные турбонагнетателя (по Стодола).

W в %	113	150	182	194
n об/м.	3 822	4 793	5 814	6 178
p_s *atm* абс.	1,139	1,128	1,410	1,4776
p'_r *atm* абс.	1,149	1,226	1,336	1,389
$\eta_{m.\,н.}$ в %	43,8	44,5	44,6	46,6

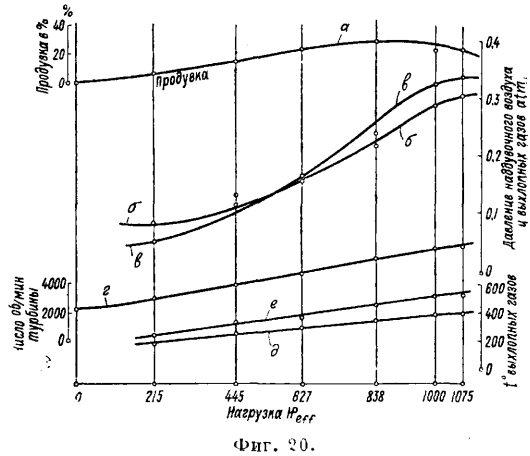
чение давлений перед турбиной и за воздуходувкой, причем это отношение давлений становится более выгодным при большей степени Н. В этих же таблицах даны числа оборотов и кпд турбонагнетателя при адиабатических перепадах, изменяющихся от 44 до 50% в обоих опытах (W—мощность в % против нормальной без Н.).

Приведенные выше результаты относятся к опытам, проведенным в областях повышенных нагрузок, главн. обр. с целью изучения

Табл. 6.—Опытные данные турбонагнетателя (по C. J. Hawkes).

W в %	100	125	158	180
n об/м.	3 800	4 800	6 000	6 800
p_s *atm* абс.	1,140	1,20	1,29	1,365
p'_r *atm* абс.	1,135	1,175	1,23	1,28
$\eta_{m.\,н.}$ в %	46,4	49,4	50,0	59,5

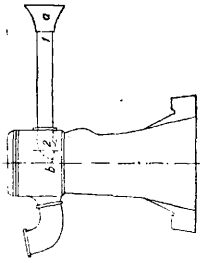
пригодности Н. для увеличения мощности и экономичности двигателей при повышенных нагрузках. Интересным дополнением являются опыты Бюхи с наддувом в области частичной нагрузки двигателя. Как видно из фиг. 19 расход топлива в $г$ на 1 $Ир_{eff}$·час при малых мощностях (кривая $а$) значительно уменьшается по сравнению с мотором без наддува (кривая $б$); так напр., при нагрузке в $^1/_4$ нормальной экономия топлива составляет ~18%; отсюда видно, что Н. выгоден не только при увеличенной, но также и при сильно пониженной мощности двигателя. На фиг. 20 приведены диаграммы режима трубонагнетателя, наглядно подтверждающие сделанные выше теоретич. выводы; на диаграмме обозначено: $а$—продувка



Фиг. 20.

в %, $б$—давление газов перед турбиной в atm, $в$—давление воздуха за нагнетателем в atm, $г$—число об/м. турбины, $д$ и $е$—температура газов за выхлопным клапаном и перед турбиной. При применении Н. получаем снижение тепловых нагрузок; в опытах проф. Стодола значение теплоотдач в охлаждающую воду, отнесенных к 1 $Ир_{eff}$, равно 445 Cal/$Ир_{eff}$·час; соответственная тепловая нагрузка того же двигателя, при нормальной мощности и работе без наддува равна 652 Cal/$Ир_{eff}$ · час. Это значение тепловых нагрузок дано при увеличении мощности на 50% от нормальной без Н. По опытам Hottinger'а для двигателя с приблизительно таким же числом оборотов, при неохлаждаемом поршне это значение равнялось 536 Cal/$Ир_{eff}$· ч.; таким образом имеем резкое снижение тепловых нагрузок гл. обр. за счет влияния

продувки. Положительные стороны применения Н. сказываются не только на тепловом рабочем процессе двигателя, но и на резком понижении веса двигателя, приходящегося на 1 HP_{eff}.

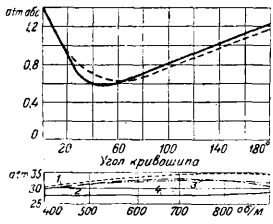


Фиг. 21.

В самое последнее время хорошие результаты Н. для дизелей больших мощностей были получены применением специального вида всасывающей трубы (фиг. 21). При этой системе наддув осуществляется за счет кинетической энергии потока всасываемого воздуха, движущегося по трубе. Количество воздуха, засасываемое в цилиндр, определяется по ур-ию

$$G = Fp_A\sqrt{\frac{2gk}{k-1}\cdot\frac{1}{RT_a}\left[\left(\frac{p_b}{p_a}\right)^{2/k}-\left(\frac{p_b}{p_a}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right]},$$

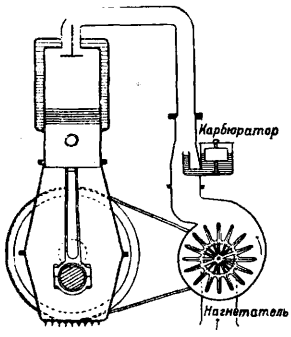
где F—сечение трубопровода, p_a и p_b—соответствующие давления в мундштуке a и у всасывающего клапана b; k—отношение теплоемкостей, R—газовая постоянная, p_A—давление наружн. воздуха. Фиг 22 дает результаты испытания дизеля при 800 об/м. (диаметр цилиндра равен 209 *мм*, ход поршня = 311 *мм*). всасывающая труба *1-2* (фиг. 21) которого была длиною 0,91 *м* и имела диаметр, равный 63,5 *мм*.



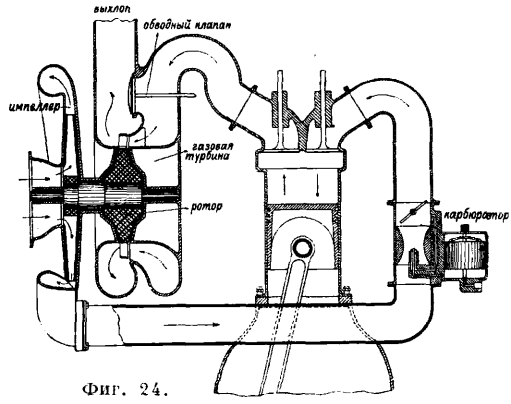
Фиг. 22.

На верхней диаграмме пунктирная кривая изображает давление в цилиндре, полученное подсчетом, сплошная кривая дает давления, полученные из опыта. Как видно из диаграммы Н. достигал 1,2 *atm*. Нижняя диаграмма дает влияние всасывающих труб на конечное давление сжатия: кривая *1*—для всасывающей трубы длиною $l = 1{,}21$ *м* и $\varnothing = 63{,}5$ *мм*; *2*—для $l = 0{,}91$ *м* и $\varnothing = 50{,}8$ *мм*; *3*—для $l = 0{,}76$ *м* и $\varnothing = 50{,}8$ *мм*; *4*—дает конечное давление сжатия без всасывающ. трубы.

Н. автомобильных и авиационных двигателей. В легких двигателях, работающих на карбюрированном топливе, Н. осуществляется при помощи импеллера или же коловратного компрессора, получающих движение непосредственно от вала двигателя или от турбины, которая работает на выхлопных газах. Обе схемы представлены на фиг. 23 и 24. Работа с Н. на карбюрированном топливе усложняется еще и потому, что в цилиндр должна подаваться уже готовая рабочая смесь; в виду этого различают две основные схемы наддува. По первой схеме повышение давления осуществляется до карбюратора (схема Мерседес), а по второй—за карбюратором. Обе схемы имеют применение на практике, но в случае работы по первой схеме приходится предвидеть также дополнительные мероприятия, которые обеспечивают надлежащее распыливание топлива в воздухе, имеющем повышенное давление.

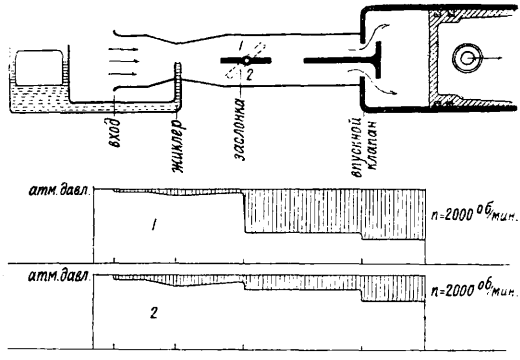


Фиг. 23.



Фиг. 24.

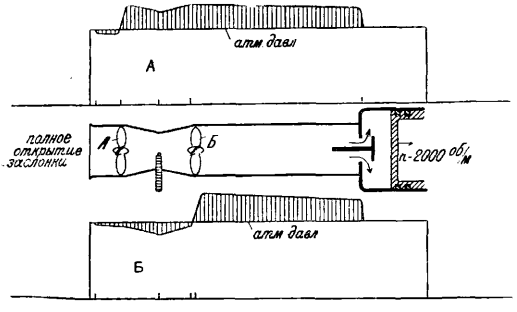
Для этой цели приходится ставить поплавковую камеру под давление нагнетаемого воздуха и предвидеть необходимость повышенного давления в топливном баке. В случае работы по второй схеме наддувочный аппарат включается во всасывающую систему за карбюратором, что влечет за собой работу последнего в нормальных условиях и устраняет необходимость более сложной его регулировки. На фиг. 25 и 26 схематически показано изменение давления во всасывающих системах как без Н., так равно и с Н. по двум вышеупомянутым схемам. В случае отсутствия Н. (фиг. 25) давление во всасывающей системе идет ниже атмосферной линии с соответствующими местными потерями напора и преобразованием кинетической энергии в потенциальную (в корсете карбюратора, в дроссельной заслонке и клапане).



Фиг. 25.

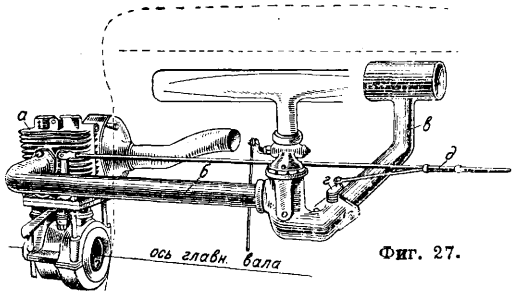
В случае Н., осуществляемого нагнетателем, расположенным до карбюратора (фиг. 26, схема А), в корсете карбюратора давление выше атмосферного, что вызывает необходимость указанных выше мероприятий.

Одновременно с этим следует отметить, что регулировка состава рабочей смеси при разных рабочих режимах двигателя в этих случаях является более затруднительной и часто не соответствует схемам работы обычной карбюрации. На фиг. 27 показано практическое осуществление Н. по этой схеме, с



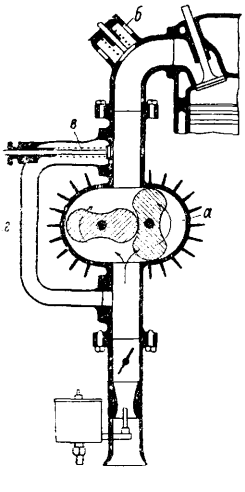
Фиг. 26.

применением в качестве нагнетателя коловратного компрессора, выполненное фирмой Мерседес. Воздух засасывается коловратным компрессором *а*, работающим от вала



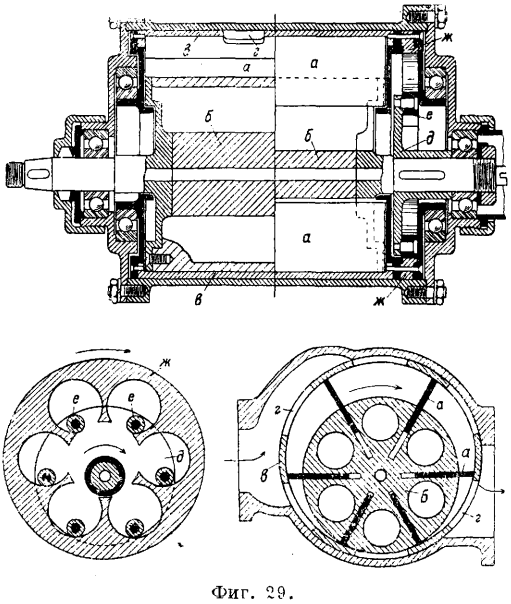
Фиг. 27.

двигателя через дисковое сцепление, дающее возможность работать как с нагнетателем, так и без него. Сжатый воздух по трубе *б* подается в карбюратор для образования смеси. Топливо в карбюратор подается под давлением при помощи насосика. В схеме предусмотрено засасывание воздуха по трубе *в* помимо коловратного насоса; выключение нагнетателя, а также открытие заслонки *г* на трубе *в* делается одновременно при помощи тяги *д*. В случае второй схемы Н. при расположении нагнетателя за карбюратором (фиг. 26, схема Б) давление во всасывающей системе до нагнетателя держится ниже атмосферного и работа карбюратора становится нормальной и не требует дополнительных мероприятий. Необходимо отметить, что последняя схема обеспечивает ее дополнительное перемешивание, а повышение t° ее при сжатии вызывает дополнительный подогрев, а следовательно и доиспарение тяжелых фракций жидкого карбюрированного топлива.



Фиг. 28.

На фиг. 28 показано выполнение Н. по этой схеме, причем нагнетателем является коловратный компрессор *а*; *б* представляет собой предохранительный клапан (на случай распространения волны взрыва в нагнетательный трубопровод). Клапан *в*, стоящий на обводном трубопроводе *г*, служит для регулирования давления подачи. На фиг. 29 представлен нагнетатель Cozette, с вращающимися поршнями, которые выполнены в форме пластин *а*, вставленных в вырезы вращающегося барабана *б*. Для уменьшения трения и износа пластин и для сохранения плотности на стыках пластин, последние вращаются синхронно с пустотелым тонкостенным барабаном *в*, снабженным окнами *г* для прохода воздуха и приводимым во вращение от эксцентричного барабана *б* через специальную зубчатую передачу с внутренним зацеплением, осуществляемую диском *д* с роликами *е*, зацепляющимися с зубцами муфты *ж* специального очертания. Основной целью Н. в *авиационных двигателях* (см.) является необходимость поддержания постоянной мощности (но не исключена также возможность повышения мощности против нормальной) на высоте, что м. б. достигнуто всеми вышеприведенными мето-



Фиг. 29.

дами. Нагнетатели для авиационных моторов имеют число об/мин. 10 000 ÷ 30 000.

Лит.: Stodola D. A., Leistungs-Versuche an einem Dieselmotor mit Büchischer Aufladung, «Z. d. VDI», 1928, p. 421; Büchi A., Die Leistungssteigerung von Dieselmotoren nach dem Büchi-Verfahren, «De Ingenieur», La Haye, 1929, *35*; Seiliger H., Die Hochleistungs-Dieselmotoren, B., 1926; Hawkes C. J., Report on Shop Trials of a Six-Cylinder Diesel-Engine, «Shipbuilder», L., 1930, March; A New Diesel-Engine Development, «Motor-Ship», London, 1927, p. 389; The Application of Superchargers to Four-stroke Engines, «Motor-Ship», L., 1925, p. 410, 426; Büchi A., Abgasturbinen-Aufladung bei Dieselmotoren, «Die Wärme», B., 1930, p. 878.

НАДКИСЛОТЫ, см. *Перекиси.*

НАЖДАК, см. *Абразионные материалы.*

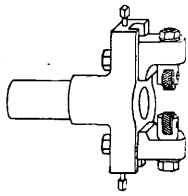
НАЖОР, превращение мягкой шкуры или голья, к-рые легко поддаются сжиманию, в более плотное и более эластичное тело. Нажор может быть получен посредством кислот или щелочей так же, как и бучение, но он не сопутствует обязательно бучению, а представляет независимый эффект. Под бучением понимают увеличение объема шкуры, вызываемое капиллярным или межволокнистым поглощением воды. Увеличение объема или веса является мерой величины бучения. Н. представляет собой процесс поглощения воды веществом волокон или фибрилл, в связи с чем волокнистая масса шкуры или голья делается упругой, хрящеватой, груздевидной. Н. голья определяется по изменению толщины, измеряемой микрометром с плоскими шайбами, зажимающими голье под определенным давлением, а бучение определяется по изменению толщины, лучше электрическим толщемером без всякого давления. Бучение желатины обязательно сопровождается явлением нажора, поскольку желатина не имеет капиллярных межволокнистых пространств. Минимум бучения в кислой области при $P_н = 4,8$, там же первый минимум Н.; затем в области $P_н = 4,5 \div 9,5$ кривые бучения и Н. идут почти горизонтально (см. *Концентрация водородных ионов*). Когда $P_н$ от 4,5 падает до 2,4 (т. е. кислотность увеличивается), то бучение возрастает до максимума, но еще быстрее растет нажор, — это область кислотного нажора, который очень хорошо знают мастера подошвенного производства. Когда $P_н$ увеличивается от 9,5 до 12,5 (щелочность увеличивается), то бучение возрастает до максимума еще большего, чем кислый максимум, но еще быстрее, хотя и медленнее, чем по кислой стороне, растет нажор; нажор на щелочной стороне не такой сильный, как на кислой стороне, а между тем бучение больше. Лёб открыл следующую законность: для одного и того же $P_н$ выше 4,7 ионы Na одновалентного имеют в два раза бо́льшую силу бучения, чем ионы Ca двухвалентного; также для одного и того же $P_н$ ниже 4,7 одноосновная соляная кислота имеет бучащую силу в 2 раза больше двухосновной серной к-ты. Проктер и Вильсон объясняют бучение желатины образованием солеобразных соединений желатины с бучащими кислотами (соответственно щелочами). Затем, на основании теории равновесия Доннана, при равновесии концентрация диффундирующих ионов бучащей кислоты внутрь студня больше, чем диффундирующих наружу, во внешний раствор. В результате этого получается превышение внутреннего осмотич. давления, которое определяет бучение желатины или Н. голья.

Лит.: Вуд, Кожевенное производство, Обеззоливание и мягчение шкур, перевод с англ., П., 1923.

НАКАТКА, накатная машина, перемотный станок, приспособление, которое служит для накатывания тканей, ленты и т. п. или бумаги (см. *Бумажное производство*) совершенно ровно, без всяких складок на ролик, т. е. на деревянный полый валик или доску, укрепленную посредине вращающейся оси. Н. состоит из чугунной станины, на которой находится несколько расправляющих ткань рифленых реек с рифлями, расходящимися от середины к концам, и ведущего валика, вращающегося от привода, по которому свободно вследствие трения катится тот ролик, на к-рый накатывается ткань. С целью накатывания ткани на ролик с постоянной скоростью и натяжением, Н. снабжают фрикционной передачей. Н. для трикотажной ткани рукавом состоят из натяжной вилки и обтянутых сукном для предупреждения скольжения ткани двух металлич. валов, протаскивающих трикотажную ткань. Для одновременного ширения трикотажной ткани накатку снабжают помещенной внутри ткани раздвижной деревянной или металлич. рамой, опирающейся о валы машины. Для предупреждения бокового смещения рамы, последнюю помещают между двумя вращающимися каучуковыми упорами. Производительность Н. для трикотажной ткани равна 20—30 кускам в 1 час в 1 полотно при расходе 0,5—1,0 Ф. **З. Фукс.**

Лит.: см. *Мерильная машина.*

Н. в металлообработке—инструмент для холодной обработки металлов давлением с целью получения на телах вращения шероховатой или снабженной зубчиками, т. н. рифленой, поверхности; обычно рифлями снабжают те поверхности металлич. предметов, к-рые д. б. плотно захвачены рукой; иногда накатывают также поверхность деталей, заливаемых или запрессовываемых в сложные детали более крупного размера (например втулочки для валов в прессованные изделия из бакелита, бронзовые втулки в алюминиевые отливки под давлением и т. д.). Н.—стальной закаленный диск, снабженный по окружности зубчиками или выступами требуемой формы. Н. устанавливается на оси в державке и прижимается последней к вращающемуся обрабатываемому предмету. Для снабжения перекрещивающимися рифлями применяют две Н. с косыми, направленными в разные стороны зубцами; они укрепляются в одной общей державке (см. фиг.), и снабжают обрабатываемый предмет одновременно двумя рядами перекрещивающихся углублений. Для получения чистых рифлей необходимо подбирать размер рифлей соответственно диаметру и материалу обрабатываемого предмета и во время работы обильно смачивать инструмент и обрабатываемый предмет смазывающей и охлаждающей жидкостью.



НАКИПЬ котельная. 1. Накипеобразование. К накипеобразующим соединениям в тесном смысле относятся труднорастворимые двууглекислые соединения кальция и магния $Ca(HCO_3)_2$ и $Mg(HCO_3)_2$ и сернокислый кальций $CaSO_4$. Кроме того механические примеси воды, растворенные в ней органич. вещества, кремнезем SiO_2—особенно в форме силикатов ($CaSiO_3$, $MgSiO_3$ и другие), двууглекислое железо $Fe(HCO_3)_2$,

глинозем и другие соединения (см. *Вода*, табл. 14, вертикальная графа II) также участвуют в образовании котельных отложений, и в образцах последних всегда содержатся в тех или иных количествах упомянутые соединения. Что касается легко растворимых солей щелочноземельных и тяжелых металлов, напр. серномагниевой соли $MgSO_4$ или сернокислого железа $FeSO_4$ и других (см. *Вода*, табл. 14, графа III), то при известных обстоятельствах и они могут привести к образованию в котле отложений, согласно следующим формулам:

I. $Ca(HCO_3)_2 + MgSO_4 = CaSO_4 + Mg(OH)_2 + 2CO_2$;

II. $CaCO_3 + MgSO_4 \rightleftarrows CaSO_4 + MgCO_3$;

III. $CaCO_3 + FeSO_4 = CaSO_4 + FeCO_3$;

IV. $Ca(HCO_3)_2 + Na_2SO_4 \rightleftarrows CaSO_4 + Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$.

Реакции (II) и (IV) обратимы и направление реакции подчиняется закону действия масс. С точки зрения накипеобразования полезно знать, в каком направлении идут в котле незакончившиеся в водоумягчителе и находящиеся там в состоянии равновесия реакции осаждения, как влияют на них высокая температура и высокое давление, а также нарастающая концентрация солей.

В основных частях Н. состоит из карбоната кальция и гидрата окиси магния. Другие перечисленные выше примеси нормально содержатся в накипи в небольших количествах. До последнего времени накипеобразование объясняли примерно следующим образом. В работающем паровом котле попадающие с питательной водой бикарбонаты распадаются на свободную угольную кислоту, среднюю нерастворимую углекальциевую соль и среднюю же углемагниевую соль, отличающуюся несколько большею растворимостью, чем углекислый кальций (поэтому в отличие от последнего углемагниевая соль в вышеприведенной формуле (II) условно подчеркнута пунктирной линией). Углекислый магний вследствие гидролитич. разложения переходит постепенно в гидроокись магния $Mg(OH)_2$, причем в котельной воде (как промежуточные формы) образуются основные углекислые магнезиальные соли, химический состав которых изображается формулой:

$$n\,MgCO_3 \cdot m\,Mg(OH)_2.$$

Образовавшиеся карбонаты кристаллизуются и оседают на стенках парового котла в виде Н. Кристаллы сернокислого кальция выделяются из пересыщенных растворов и также покрывают поверхность нагрева слоем накипи. Выкристаллизовавшиеся вещества увлекают с собой и другие нерастворимые соединения, содержащиеся в котловой воде, как например органические вещества, кремнекислые соединения, глинозем и т. п. Эти загрязнения обнаруживаются при анализах накипи. В действительности однако процессы накипеобразования не отличаются такой простотой, и эта теория нередко противоречит наблюдениям, ибо в одних случаях гипс и карбонаты образуют твердую накипь, в других же случаях рыхлые, илистые отложения. Можно, вообще говоря, считать правильным тот взгляд, что с одновременным возрастанием концентраций ионов кальция ($Ca^{\cdot\cdot}$) и серной к-ты (SO_4'') в котловой воде увеличиваются как количество, так и плотность и твердость котельной Н. Кремнезем, глинозем, магнезия и органические вещества способствуют уменьшению плотности Н. Карбонаты, особенно углекислый магний, и органич. вещества, благоприятствуют образованию рыхлых илистых отложений. Не малое влияние на характер и форму котельных отложений кроме свойств питательной воды имеют: система котлов и топок, напряжение поверхности нагрева, давление пара, режим котлов и т. д. Последние годы многие выдающиеся исследователи—из них необходимо упомянуть американца Р. Е. Галля (R. E. Hall) и покойного германского проф. Христиана Эберле—потратили много усилий на выяснение условий накипеобразований и свойств различных Н.

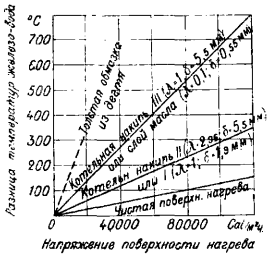
В отношении внутреннего строения Н. можно разбить их на два рода. К первому роду принадлежат накипи с расположением всех кристаллов нормально по отношению к котельной стенке, т. е. главная ось кристаллов располагается параллельно направлению теплового потока. Подобного рода накипи образуются преимущественно в периоды повышенных напряжений поверхности нагрева котла. Ко второму роду принадлежат накипи с беспорядочным, в виде куч, нагромождением кристаллов, между которыми находятся включения органических веществ и других загрязнений. Этот род накипи образуется гл. обр. в периоды слабых нагрузок котла и во время его остановов. Н. по своему внутреннему строению может также представлять смесь первичной, транскристаллической и вторичной накипи с беспорядочным нагромождением кристаллов и с включениями загрязнений между ними. Транскристаллизация имеет место у сернокислого кальция, силикатов, а также углекальциевой соли. Все факторы, увеличивающие скорость кристаллизации, обусловливают также транскристаллизацию.

2. Влияние физико-химических свойств и состава Н. на ее теплопроводность. Температура τ котельной стенки, загрязненной со стороны воды отложениями накипи, определяется из следующей формулы

$$\tau = t_2 + \left(\frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}\right) Q,$$

где t_2—темп-ра воды, δ_2—толщина слоя Н. в *см*, λ_2—коэф-т теплопроводности Н. в Cal *см/м*² ч. °C, α_2—коэф-т теплопередачи от Н. к воде в Cal/*м*² ч. °C, Q—тепловой поток, проходящий через единицу площади стенки в Cal/*м*² ч. Темп-ра котельных стенок повышается т. о. вместе с сообщенным воде теплом, с увеличением толщины слоя Н. и с уменьшением коэфициента теплопроводности, в зависимости от рода котельных отложений. При загрязнении поверхности нагрева отложениями тепло, передаваемое от топочных газов к воде, идет вначале на перегрев котельной стенки до той $t°$, которая является достаточной для преодоления сопротивления слоя отложений Н. передаче тепла. Как следствие этого может произойти опасный местный перегрев металла стенки или дополнительные напряжения в ме-

стах, подверженных непосредственному воздействию пламени. Измерения при помощи плавких пробок $t°$ котельных стенок, загрязненных маслом, показали перегрев железа от 350 до 570°. На диаграмме (см. фиг.) показана зависимость между перегревом стальной стенки котла и нагрузкой поверхности нагрева при различн. теплопроводности и толщине слоя накипи. На оси ординат отложены разницы $t°$ котельных стенок и воды в котле, а на оси абсцисс—напряжение поверхности нагрева в Cal/м² ч., отнесенное к передней части котла, т. е. происходящее как путем непосредственного действия теплового излучения, так и через соприкосновение.



Зависимость между плотностью и пористостью Н., с одной стороны, и их теплопроводностью, с другой,—впервые была изучена еще в 1902 г. Н. Е. Эрнстом. Результаты его исследований 10 различных образцов Н. приведены в составленной им таблице в виде предельных и средних значений.

Зависимость между плотностью, пористостью и теплопроводностью Н.

Значения	Плотность, кг/дм³	Пористость*	Коэф. теплопроводности, Cal м/м² ч. °C
Максимум . . .	2,35	0,410	2,77
Минимум	1,27	0,022	1,13
Среднее	2,01	0,116	2,11

* Часть образца, наполненная воздухом.

В отчете Эрнста отсутствуют сведения о составе Н., и поэтому невозможна сравнительная оценка Н. различных питательных вод. Кроме того рядом стоящие числа не относятся к одному и тому же образцу.

В названной области тщательные исследования были произведены недавно покойным проф. Дармштадтского политехникума Эберле, частью в сотрудничестве с инж. Гольцгауэром. Ниже приведены главнейшие результаты их исследований. 1) Т. к. гипс постоянно отлагается в котле в виде Н. большого удельного веса, то твердые котельные отложения с большим содержанием гипса характеризуются относительно высокой теплопроводностью. Гипсовая накипь является поэтому, согласно Эберле, наименее опасной для работы паровых котлов. 2) Плотность углекальциевых твердых отложений вообще только немного меньше плотности гипсовых накипей; однако их теплопроводность значительно ниже, так как с уменьшением плотности твердых углекальциевых Н., плотность к-рых выше 2 кг/дм³, теплопроводность очень сильно падает. Углекальциевые Н., имеющие коэф. теплопроводности ~1 Cal м/м² ч. °C, однако можно также считать вообще неопасными для котлов. Но в иных случаях могут образоваться очень пористые известковые Н., коэфициент теплопроводности которых падает ниже 0,2 Cal м/м² ч. °C. 3) Отложения, богатые содержанием кремния, чрезвычайно опасны для котлов. Даже в случаях наибольшей плотности, когда в накипи имеется много кремния, коэфициент теплопроводности опускается ниже 0,2 Cal м/м² ч.°C. Наиболее же низким плотностям, обнаруженным исследованиями, соответствует коэф-т теплопроводности 0,07 Cal м/м² ч.°C, т. е. примерно в 30 раз меньший, чем напр. указываемая в Хютте величина λ для котельной Н. (λ=2 Cal м/м² ч. °C). Этим и объясняются многочисленные зафиксированные в специальной литературе случаи аварий котлов при незначительной толщине слоя Н.; для кремнекислой Н. этот слой д. б. в 20—30 раз тоньше плотной углекальциевой или гипсовой Н., чтобы вызвать при одних и тех же условиях одинаковое действие. Необходимо учесть, что например в наиболее напряженном месте нижнего ряда труб водотрубного котла напряжение поверхности нагрева может быть порядка 300 000 Cal/м² ч. Теплопередача слоя Н. $Q=k(t_m-t_2)$, где t_m—температура соприкасающейся с Н. трубной стенки, а t_2—темп-ра воды. Если пренебречь сопротивлением передачи тепла от Н. к воде, то в величине k остается учесть лишь сопротивление теплопроводности, представляемое слоем накипи. Пусть $\lambda=0{,}1$ Cal м/м² ч. °C; $\delta=0{,}2$ мм; $t_2=210°$. Тогда при указанном напряжении поверхности нагрева

$$t_m=\frac{Q\delta}{\lambda}+t_2=810°,$$

т. е. богатая содержанием кремния Н. толщиною всего 0,2 мм приводит трубы в местах наибольшего теплового напряжения в состояние каления.

На пористость Н. могут влиять различные входящие в ее состав тела или примеси. Так, органич. вещества, оседающие в котле вместе с накипеобразователями, могут выгореть в слое Н. в самых горячих местах поверхности нагрева и т. о. увеличить пористость Н. На пористость Н. влияют также динамич. процессы, связанные в работающем паровом котле с неизбежными колебаниями давлений, а следовательно и темп-р, вызывающими соответствующие изменения растворимости различных солей. Так напр., в периоды остановов котла, когда $t°$ внутри его падает, котловая вода может выщелачивать гипс из Н., причем также увеличивается ее пористость.

3. Протравляющие (разъедающие) свойства Н. В зависимости от состава Н., а также состава котловой воды, с которой Н. находится в постоянном взаимодействии, Н. может действовать на материал котлов также и разъедающим образом (см. *Коррозия*).

4. Борьба с накипеобразованием. Наиболее радикальной мерой для предупреждения накипеобразования в котле является очищение питательной воды до подачи ее в котел (см. *Вода*) путем ее испарения (применение испарителей имеет ограниченные пределы в виду дороговизны этого способа) или химич. умягчения (более распространенный способ), скомбинированного с ее подогревом и фильтрованием. В иных случаях является целесообразной комбина-

ция предварительного умягчения и вообще подготовки воды с последующим вводом в паровой котел определенных реактивов (соды, едкого натра, фосфорнонатриевой соли или сернокислого натрия). Весьма полезными являются частые продувы, но лучше всего специальные устройства для непрерывной продувки котла, в частности в комбинации с предварительной обработкой питательной воды. Такая комбинация является наиболее надежной мерой не только для предупреждения накипеобразования и накопления в котле значительных количеств илистых отложений, но и для регулирования концентрации растворенных в котловой воде солей. Эти концентрации не должны подниматься выше известных пределов («предельных концентраций»), за которыми возникают в работающем паровом котле тягостные, нередко опасные явления пенообразования и кидания котловой воды [1].

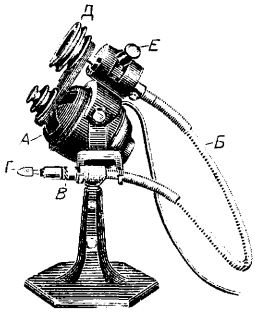
Для предупреждения образования опасной силикатной Н. рекомендуется: 1) питать котлы очень мягкой водой; 2) держать жесткость котловой воды не выше 0,5—1 нем. градуса, так чтобы кремнекислый натрий, находящийся в растворе в котловой воде, не мог соединиться с накипеобразователями в нерастворимые силикаты, дающие опасные отложения; 3) достаточно часто продувать котлы, препятствуя этим такому нарастанию концентрации растворенных силикатов, когда они могут дать отложения даже и при отсутствии в котловой воде накипеобразователей; 4) иметь в котловой воде достаточный избыток щелочи, препятствующей осаждению силикатов; 5) поддерживать невысокую плотность котловой воды; 6) соблюдать определенное весовое соотношение между содержанием в питательной воде накипеобразователей и суммой содержаний накипеобразователей и кремнекислоты в той же воде. Браунгард считает вполне благоприятным для паровых котлов отношение 1 : 100. Первые пять из вышеприведенных мероприятий являются вообще действительными для борьбы с накипеобразованием и с протравляющими свойствами котловой воды и котловых отложений. См. также *Взрывы паровых котлов*. Подробные указания об определении накипи и об ее предотвращении см. *Уход за паровыми котлами*.

Лит.: 1) Гордон И. Л., Продувка паровых котлов, «Труды 5-го Всесоюзного теплотехнического съезда», Москва.—Гордон И. Л., Вода и ее очистка, 2 изд., Москва, 1931; Herberg G., Feuerungstechnik und Dampfkesselbetrieb, 3 Aufl., Berlin, 1922; «Archiv für Wärmewirtschaft und Dampfkesselwesen», Berlin, 1928, H. 6; ibid., 1929, H. 10; «Die Wärme- und Kälte-Technik», Erfurt, 1929, *15*; «Z. d. VDI», 1910; Partridge E. P., Formation and Properties of Boiler Scale, «Engineering Research Bulletin of University of Michigan», Ann Arbor, Michigan, USA, 1930. *15*. **И. Гордон.**

НАКЛЕП, деформация металла протяжкой или ковкой при $t°$ ниже темп-ры рекристаллизации. В результате Н. физич. свойства металла изменяются (см. *Деформация металлов*): повышается предел упругости, и понижается вязкость металла, магнитные и электрич. свойства также резко изменяются, наклепанный металл хуже сопротивляется коррозии. Нагрев выше $t°$ рекристаллизации — отжиг — приводит металл в равновесное состояние и уничтожает действие Н. В виду этого напр. определение электрич. свойств меди должно производиться в состоянии полного отжига, т. к. малейшая степень Н. уменьшает электропроводность ее. Железо в наклепанном состоянии легче подвергается ржавлению, чем в отожженном. Уд. вес наклепанного металла меньше, чем отожженного. Прокатка или протяжка стали и железа на холоду, т. е. с Н., производится для сообщения полосе ровной, чистой поверхности с точными размерами, причем, если уменьшение сечения при этом было невелико, то металл вследствие Н. увеличивает твердость, теряя немного эластич. свойства. В таком виде металл после холодной протяжки часто применяется в машиностроении без последующей обработки путем снятия стружки. Холодной протяжкой улучшаются упругие свойства цветных металлов, например в случае необходимости изготовления из последних пружин. Холодной прокаткой получаются также тонкие ленты металла, для чего применяются специально изготовленные валки для холодной прокатки. Кроме получения продукта с точными размерами холодная протяжка стальной проволоки применяется для раздробления кристаллитов механическим действием деформации. При этой операции металл вследствие наклепа становится очень хрупким; для уничтожения хрупкости проволока подвергается нагреву ниже темп-ры отжига. Эта операция, называемая патентированием, дает возможность восстановить вязкие свойства металла, зато задерживает рост кристаллов, так что мелкозернистое строение металла, полученное вследствие механической деформации, остается (см. *Микроструктура*, фиг. на вкладном листе). В результате этой обработки проволока и ленты (листы) приобретают очень высокие механич. качества (R=175—225 *кг/мм*²), чего нельзя достичь одной только термич. обработкой. Необходимо иметь в виду, что при $t°$, близкой к темп-ре рекристаллизации, наклепанный металл обладает способностью образовывать очень крупные кристаллы, что вызывает чрезмерную хрупкость (см. *Деформация металлов*, вкладной лист, фиг. 8, 9). Поэтому напр. прокатка котельных листов при $t°$ ниже 600—700°, сопровождаемая неправильным отжигом при слишком низкой темп-ре нагрева, может дать котельные листы очень хрупкие и служить причиной брака при изготовлении котлов. Напряженное состояние металла в наклепанном состоянии при рентгеновском просвечивании характеризуется астероидом (см. *Рентгенография*). **К. Грачев.**

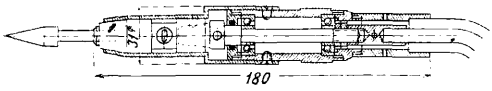
НАПИЛОЧНЫЕ СТАНКИ, механические напильники, машины-орудия, в которых инструментом служит *напильник* (см.). По роду рабочего движения станки эти разделяются на два класса; к первому относятся станки с вращательным рабочим движением инструмента—ротативного напильника, ко второму—с прямолинейным переменно возвратным движением нормального брускового машинного напильника. Оба рода станков применяются гл. обр. для замены дорогой и кропотливой ручной опиловки в несерийном штучном производстве, напр. при изготовлении штампов,

матриц и тому подобных единичных изделий с выемками часто весьма сложной формы, не поддающимися обработке на каком-либо из нормальных станков. В частности ротативные Н. с. применяются преимущественно при обработке несквозных ковочных штампов. Н. с. второго рода, лобзикового типа, являются чрезвычайно полезными при обработке фигурных отверстий штамповальных матриц.

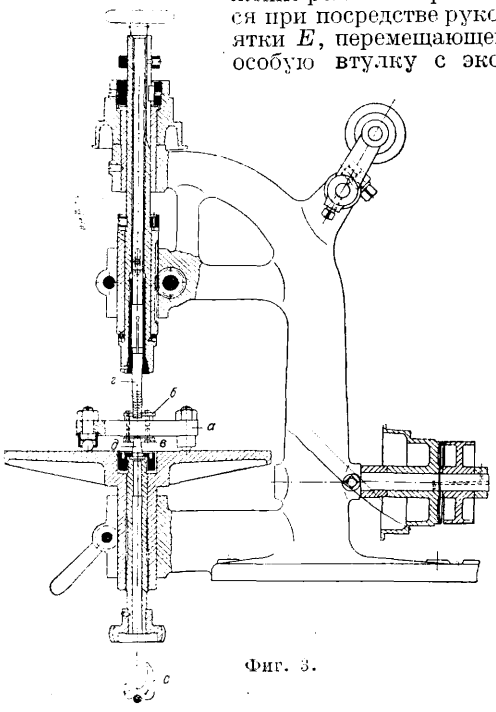


Фиг. 1.

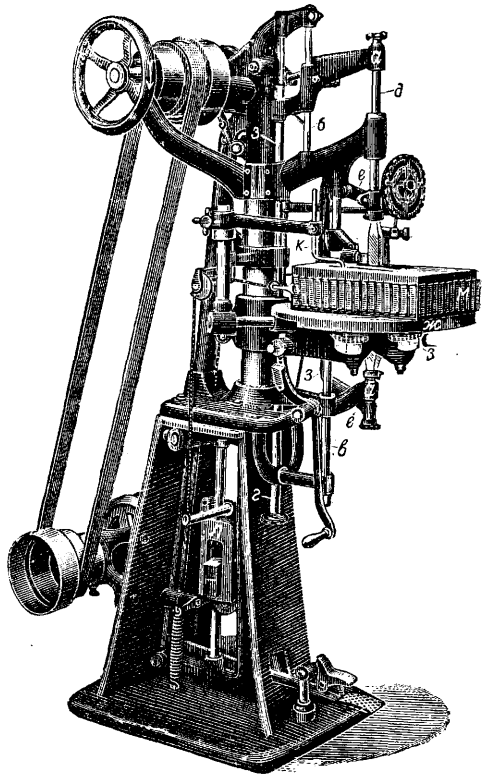
Ротативные Н. с. бывают переносные и стационарные. Переносные Н. с. (фиг. 1) состоят из электромотора *А*, снабженного гибким валом *Б*, на конце которого в особом патроне *В* вращается универсальный патрон, держащий ротативный напильник *Г*. Передача от мотора к гибкому валу совершается обыкновенно посредством шнуровой передачи или клиновидным передаточным ремнем. Иногда устраивают ступенчатые шкивы *Д*; натяжение ремня совершается при посредстве рукоятки *Е*, перемещающей особую втулку с эксцентрично расположенными подшипниками ременного шкива. Разрез патрона представлен на фигуре 2. Стационарный ротативный Н. с. представляет собой не что иное, как упрощенного типа вертикальный фрезеровальный станок. Станки этого рода при пользовании приспособлениями типа, изображенного на фиг. 3, оказались весьма удобными для отделки фасонных цилиндрических или конических поверхностей (точнее—поверхностей равного наклона) преимущественно с некруговыми направляющими; для обработки первых берут цилиндрические, для вторых—конич. напильники с соответственным углом при вершине. Приспособление представляет собой пластину *а*, поставленную на три свободно вращающихся шарика; сверху закрепляют обрабатываемый предмет *б*: снизу пластины, в точности против последнего, прикреплен шаблон *в*, воспроизводящий желаемую форму предмета. Посредине плоского стола Н. с. на одной оси с ротативным напильником *г* помещается палец *д*, по форме представляющий собой зеркальное отражение напильника. Приспособление вручную двигают по столу, прижимая его все время шаблоном к пальцу; после того как весь контур шаблона будет т. о. пройдей, обрабатываемый предмет будет иметь форму, в точности одинаковую с шаблоном.



Фиг. 2.



Фиг. 3.



Фиг. 4.

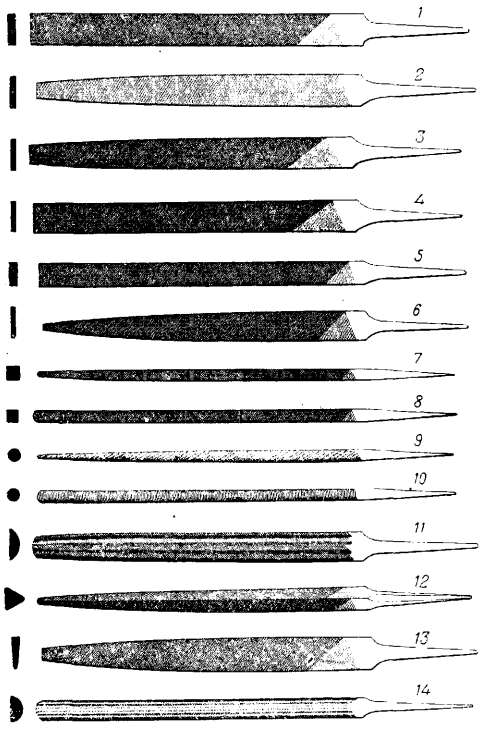
Н. с. с возвратным движением инструмента изображен на фиг. 4; ременный привод через посредство особого механизма, дающего возможность изменять величину хода напильника, сообщает возвратное поступательное движение наружной раме *аа*; она двигается по двум направляющим *б* и *в*, укрепленным в станине Н. с., и кроме того в направляющих втулках двигаются соеди-

нительный шток рамы *г* и тяга *д*. Для того чтобы натяжение пилки или усилие зажима в рамке напильника не передавалось на плечи рамки *аа* и не вызывало ее перекоса, зажимы соединены вспомогательной цельной литой внутренней рамкой *ее*. Обрабатываемый предмет (на фигуре матрица) помещается на столе *жс*, который для придания необходимого уклона стенкам прорези м. б. установлен под уклоном относительно двух взаимно перпендикулярных горизонтальных осей при помощи секторов *зз*. От подъема при обратном (верхнем) ходе напильника обрабатываемый предмет удерживается особыми упорками *к*. Для облегчения работы и достижения равномерного нажима на напильник у Н. с. описываемого типа устроена механическ. подача упрощенного типа: груз *л*, скользящий по направляющим в станине, при помощи двух цепочек соединен с лямкой *м*, охватывающей обрабатываемый предмет; т. о. последний с постоянной силой прижимается к напильнику. Вес груза *л*, а следовательно и сила подачи, м. б. регулируем путем помещения добавочных грузиков. Обработка матриц на Н. с. указанного типа, по сравнению с употребительным способом высверливания ряда отверстий, вырубки зубилом по контуру и опиловки вручную, требует значительно меньшей затраты рабочего времени.

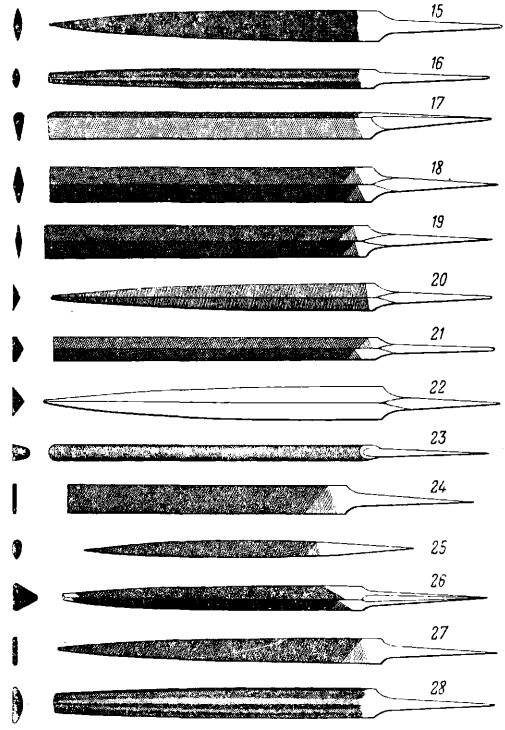
НАПИЛЬНИК, многорезцовый режущий инструмент, имеющий как правило несколько поверхностей, которые снабжены нарезкой, и предназначенный для обработки поверхностей путем снятия большого количества очень мелких стружек, получаемых при повторном переменно-возвратном движении его. Отличительной особенностью напильника является способ работы им—многократность рабочих движений, в отличие от однократного движения прошивок (протасок). Смотря по форме, назначению и роду насечки Н. разделяются на очень большое количество различных торговых разновидностей. В прежнее время, в эпоху преобладания ручного труда, когда обработка сложных поверхностей производилась исключительно при помощи напильника возникло громадное разнообразие их форм; в настоящее время преобладание машинного труда сделало многие виды Н. совершенно излишними и значительно сократило общее число типов. Несмотря на механизацию труда в металлообрабатывающей промышленности потребность в Н. и теперь очень велика; в частности в ремонтном деле, в жел.-дор. мастерских главная часть работы совершается все еще вручную.

По роду насечки Н. разделяются на два больших класса: 1) с линейным зубом—Н. в собственном смысле и 2) с точечным зубом—р а ш п и л и. По способу получения насечки Н. разделяются: 1) на н а с е ч е н н ы е — с зубцами, изготовленными путем насекания их зубилом, 2) ф р е з е р о в а н н ы е — с выфрезерованными зубцами и 3) н и л е н н ы е (нарезанные)—с зубцами, вырезанными при посредстве особых Н. Насеченные напильники делаются: а) с п р о с т о й насечкой—рядом параллельных прямолинейных зубцов, б) с п е р е к р е с т н о й насечкой, которая представляет собой простую насечку, пересеченную под некоторым углом другой насечкой, в) с различными видами патентованных насечек, стремящихся соединить достоинства первых двух типов без их недостатков. По форме Н. разделяются на большое число разновидностей, доходящих в каталогах специальных швейцарских фирм до 2 000 и более номеров. Наиболее часто применяющиеся виды Н. приведены на фиг. 1: *1*—р у ч н о й Н., или ручник, плоский Н. с грубой насечкой и параллельными узкими сторонами, из к-рых одна насечена, а другая оставлена гладкой; *2*—п л о с к и й остроносый Н., с суживающимися к носу боковыми сторонами, все четыре стороны насечены; *3*—о с т р о н о с ы й л и ч н о й Н.—как предыдущий, но более тонкий и с более мелкой насечкой; *4*—п а р а л л е л ь н ы й л и ч н о й Н., аналогичен *1*, но все четыре стороны параллельны, насечены обе плоские и одна боковая сторона; *5*—п р о п и л о ч н ы й п а р а л л е л ь н ы й Н., с параллельными сторонами, но более узкий по сравнению с *1* и *4*; *6*—о с т р о н о с ы й б а р х а т н ы й Н., тонкий плоский, сильно суживающийся к носу Н. с бархатной насечкой; *7*—к в а д р а т н ы й Н. и *8*—к в а д р а т н ы й п а р а л л е л ь н ы й Н. применяются гл. обр. для уширения и опиливания квадратных или прямоугольных отверстий; *9*—к р у г л ы й и *10*—ц и л и н д р и ч е с к и й, или круглый тупоносый Н.—применяются, как *8*, но для круглых и овальных отверстий; *11*—п о л у к р у г л ы й Н. с острыми краями и дугой, охватывающей от 90 до 120°; *12* — т р е у г о л ь н ы й (т р е х г р а н н ы й) Н. с острыми ребрами и перекрестн. насечкой на всех трех сторонах; *13*—н о ж о в к а, Н. с клиновидным срезанным внизу сечением; *14*—п о л у ц и л и н д р и ч е с к и й Н. с дугой, охватывающей 180°; *15*—о в а л ь н ы й ш и р о к и й Н. и *16*—о в а л ь н ы й у з к и й Н. представляют в сечении не овал, а два круглых сегмента обычно разных диаметров, сложенных хордами, применяются при опиловке закруглений; *17*—к а р а с и к, параллельный Н. клиновидного сечения с закругленной спинкой; *18*—д в у х с т о р о н н я я п а р а л л е л ь н а я н о ж о в к а, или сабельный Н., вытянутого ромбоидального сечения со срезанными острыми углами, применяется напр. при пропиливании прорезов в головках винтов; *19*—д о л б е ж н ы й Н. аналогичен *18*, но тоньше последнего и имеет острые края; *20*—о с т р о н о с ы й т р е х г р а н н ы й н е р а в н о с т о р о н н и й Н. и *21*—т у п о н о с ы й, или параллельный, т р е х г р а н н ы й н е р а в н о с т о р о н н и й Н.: первый снабжается ординарной насечкой и применяется для точки ленточных пил, второй имеет перекрестную насечку и применяется в слесарном деле; *22*—специальный Н. для шлифовки особо тонких цапф, не снабжается насечкой, но обтачивается под углом к кромкам на грубом точиле, вследствие чего на поверхности его остается ряд царапин, играющих роль очень тонкой насечки; *23*—специальный Н. для точки пил для дерева, снабженных зубьями с закругленными впадинами; *24*—п л о с к и й т у п о н о с ы й Н., с мелкой насечкой и четырьмя

насеченными сторонами; *25*—специальный Н. с сечением в форме яблочного семени; *26*—трехгранный Н. для точки пил, лобзикового типа применяются машинные Н., отличающиеся от ручных большей точностью изготовления, непременной па-

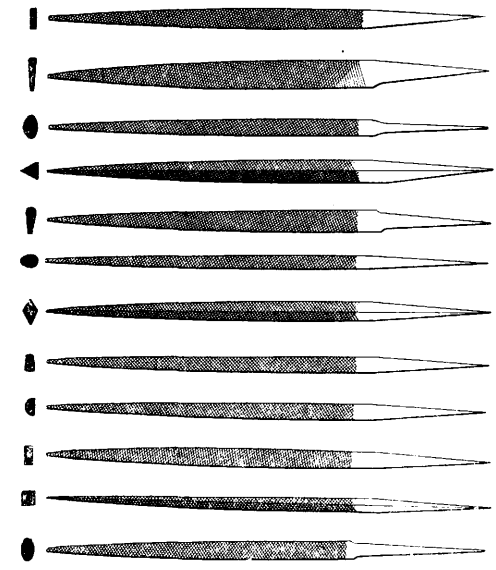


Фиг. 1а.



Фиг. 1б.

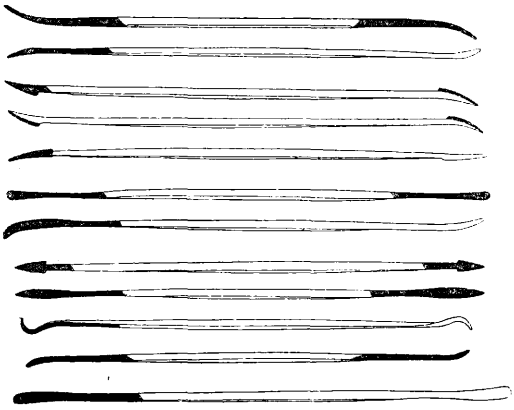
отличается от *12* гранями сечения, срезанными по прямым, сравнительно тупым концом, до к-рого насечка не доходит и одинарной насечкой под более острым углом к ребру Н., чем в обыкновенных Н.; *27*—петельный Н., плоский остроносый Н. с округленными краями; *28*—кабинетный Н., полукруглый Н. для столяров, с срезанными краями и меньшей выпуклостью полукруглой части, чем у *11*. Особо крупные, сильно выпуклые на сторонах и снабженные самой грубой насечкой Н. квадратного сечения называются брусовками; они делаются длиной 300—600 *мм*, сечением 25 × 25 до 60 × 60 *мм* и весом 2,4—4,0 *кг*; насечка у них обычно не доводится до носа; переходную ступень от них к плоским Н. составляют полубрусовки, по форме напоминающие плоские Н., а по величине и насечке—брусовки. Особо тщательно изготовленные Н. длиной не более 180 *мм* с разнообразными фасонными профилями носят название прецизионных Н.; они применяются для опиловки матриц, штампов и т. п. точных изделий; несколько образцов их приведено на фиг. 2. Самые мелкие Н., изготовляемые из одного куска круглой проволоки, часть к-рой оставляется ненасеченной и служит ручкой, называются надельфейлями, или надфилями. Для обработки несквозных штампов особо сложной формы приходится прибегать к рифлуарам—Н. изогнутой формы и различных профилей, снабженным насечкой на одном или обоих концах (фиг. 3). Для работы в *напилочных станках* (см.) раллельностью всех сторон и кромок, а также тем, что оба конца их заканчиваются хвостами. Для напилочных станков с вращательным рабочим движением применяют рота-



Фиг. 2.

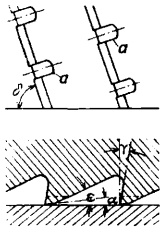
тивные Н., представляющие собой фрезера с очень мелкими зубцами. Ротативные Н. делаются самой разнообразной формы в

зависимости от их специального назначения; для опиловки плоских или слабо закругленных поверхностей им придают вид шайб, и тогда они носят название дисковых Н. Кроме этих имеется громадное количество Н. разнообразных форм, применяемых в специальных отраслях промышленности.

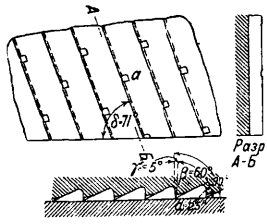


Фиг. 3.

Способ работы Н. не отличается от такового же нормальной прошивки, а поэтому и зубцы идеального Н. должны по форме возможно близко подходить к зубцам прошивки. На фиг. 4 изображен продольный разрез и вид сверху плоской прошивки; значения углов: γ—для стали 12—15°, для чугуна 5—6°, для бронзы 4° (в среднем от 7 до 8°), $\alpha = 3 \div 5°$ и $\varepsilon = 15 \div 25°$. Радиус закругления у дна зубца не д. б. особенно малым во избежание застревания стружек; разрывы в лезвиях зубцов *аа* («стружкоразбиватели») необходимы для разбивания получающейся стружки на ряд более мелких; наклон зубцов к направлению движения $\delta = 70 \div 75°$ для нормальных условий работы. Принимая эту форму за основную, можно спроектировать идеальную форму зубцов Н. (фиг. 5). Практически осуществление зубцов такого вида возможно лишь путем фрезерования, при насечке же зубцов зубилом (способе, применяющемся и поныне в громадном большинстве случаев) форма зубцов значительно отличается от идеальной и притом в худ-

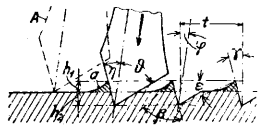


Фиг. 4.

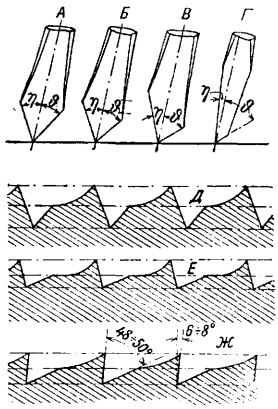


Фиг. 5.

шую сторону. При насекании Н. обоюдоострое зубило, имеющее обычно разные углы заточки, устанавливается под определенным, близким к 90°, углом к поверхности Н., и затем по нему ударяют с определенной силой. Под влиянием удара острие зубила врезается в металл и образует углубление (фиг. 6), с одной стороны к-рого, а именно со стороны большего угла наклона зубила, образуется возвышение из выдавленного ударом металла *а*. Угол γ передней грани зубца Н.—его «груди»—определяется углом φ наклона зубила и углом η заточки его передней грани, а именно $\gamma = \eta - \varphi$. Величина угла φ ограничена и не может значительно превышать угла трения стали по стали (около 6°), так как в противном случае зубило будет соскальзывать. Угол спинки зубила ϑ, давая последнему в момент проникновения в металл смещение в сторону груди, влияет на величину и форму образующего перед грудью зубила возвышения. Различные формы заточек лезвия зубила изображены на фиг. 7. Зубило А ($\eta = \vartheta = 28 \div 30°$) с равнобоким лезвием применяется для насекания нижнего ряда при перекрестной насечке; для насекания верхнего ряда насечек и для напильника с простой насечкой применяют неравнобокое зубило Б, у которого $\eta < \vartheta$ ($\eta = 26 \div 32°$; $\vartheta = 32 \div 36°$). Форма получающейся при этом насечки изображена на фиг. 7, Д; при насекании Н. с простой насечкой для мягких металлов, у которых необходимо иметь широкие канавки и острые зубцы, пользуются зубилом типа В, у которого разница в величине углов η и ϑ еще значительнее ($\eta = 20 \div 22°$, $\vartheta \cong 60°$), при этом получается насечка типа фиг. 7, Е; наконец на фиг. 7, Г изображено зубило, при помощи которого можно насекать зубцы, наиболее по профилю приближающиеся к идеальным (фиг. 7, Ж). До настоящего времени однако насекание зубцов последнего типа не применяется по причине крайней ломкости требуемых для этого зубил и связанной с этим дороговизны Н. с таким зубом. Некоторые основные данные о различных типах зубцов приведены ниже (см. фиг. 6).



Фиг. 6.

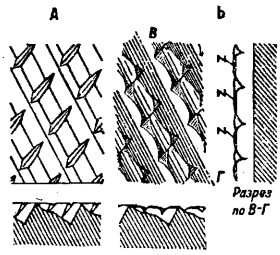


Фиг. 7.

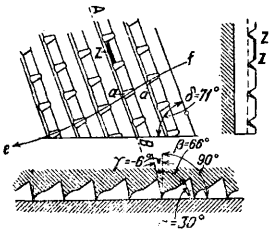
	γ	β	$h_1 : h_2$
Нормальная драчевая насечка	−16°	70°	1,0÷0.85
Простая насечка для мягких металлов	−8÷10°	40÷50°	1,2÷1,33

Простая однорядная насечка применяется лишь в виде исключения гл. обр. для обработки мягких металлов, дерева и кости ($\delta = 70 \div 80°$), а также у Н. для наточки зубцов различных пил; в этом последнем случае угол δ делают острее, а именно 55÷60°. Ее главным недостатком является отсутствие стружкоразбивателей; последние получают, насекая последовательно две взаимно перекрещивающиеся насечки. Первую, нижнюю,

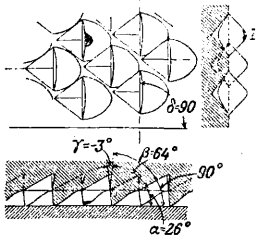
насечку делают под углом δ_1 к оси Н., причем уклон идет слева сверху направо вниз, по окончании первого ряда поверхность Н. снова насекают перекрещивающей первую второй, или верхней, насечкой, идущей под углом δ_2 к оси напильника, причем у верхней насечки уклон идет в обратном направлении. Вид готовой насечки схематически изображен на фиг. 8, А.; остатки нижней насечки образовали требуемые стружкоразбиватели, однако, как это видно из фиг. 8, Б, изображающей фактический вид насечки, пересекание ее влечет за собой известное ухудшение лезвия, которое в этом случае получает выпуклую форму и режет следовательно лишь своей вершиной (режущая часть лезвия z,z зачернена на разрезе В—Г); это обстоятельство заставляет озаботиться, чтобы вершины отдельных зубцов не лежали на прямых, параллельных оси Н., т. к. тогда при работе вместо плоской поверхности он выстрагивал бы желобчатую. Чтобы избежать этого, придают обеим насечкам разные углы наклона или, т. к. одно это средство в виду малой разности между δ_1 и δ_2 оказывает слишком незначительный эффект, делают их разного шага t (фиг. 6). Вообще расположение отдельных зубчиков прямыми рядами нежелательно, т. к. при движении Н., параллельном направлению этих рядов, обрабатываемая поверхность покрывается рядом желобков. В Н., насекаемых ручным способом, небольшие неравномерности шага сами собой приводят к образованию криволинейных рядов зубцов, при машинной же насечке этого достигают, применяя специальные механизмы, дающие насечку с переменным, периодически меняющимся по длине Н. шагом. Величины углов, образуемых обоими рядами перекрестной насечки с осью Н., имеют существенное значение для правильной работы его; строго говоря, для каждого обрабатываемого Н. материала существуют оптимальные углы наклона, но так как изготовлять и держать на складе специальные Н. для разных материалов экономически невыгодно, то обычно δ_1 и δ_2 придают некоторые средние значения, к-рые колеблются для δ_1 между 47 и 55° и для δ_2 между 68 и 75°, причем средними значениями являются $\delta_1=55°$ и $\delta_2=70°$. На фиг. 9 изображена насечка «Novo», представляющая собой обычного типа простую однорядную насечку, в режущих гранях зубцов к-рой вырезаны стружкодробители a,a, расположенные по волнообразным кривым ef. Рабочая часть зуба z, показанная на фиг. 9 черным, по сравнению с обыкновенной перекрестной насечкой больше, что теоретически должно обусловливать бо́льшую стойкость зубцов «Novo».



Фиг. 8.

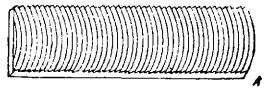


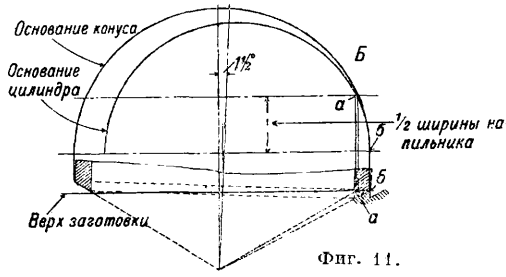
Фиг. 9.



Фиг. 10.

Рашпильная насечка, изображенная на фиг. 10, получается насеканием каждого отдельного зуба при посредстве зубила особой формы. Как видно из чертежа, форма рашпильного зуба мало пригодна для резания твердого материала в виду малого протяжения лезвия зубцов; поэтому рашпили применяют главн. образом при обработке дерева, рога, кожи и других мягких материалов, когда сравнительно невысокие зубцы обыкновенного напильника скоро забиваются опилками.

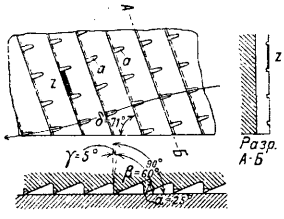




Фиг. 11.

Теоретически правильная форма м. б. придана зубцам Н. лишь при помощи фрезерования. Имеются многочисленные типы фрезерованных Н., из к-рых многие зарекомендовали себя с хорошей стороны, особенно в специальных областях холодной обработки, напр. при опиловке алюминия и его сплавов. Н. с фрезерованными зубцами разделяются на Н. с дугообразными и прямолинейными зубцами. Дугообразные фрезерованные Н. (фиг. 11, А) нарезаются при помощи кольцевого лобового фрезера, имеющего режущую поверхность заточенную в форме конуса с углом в 120° при вершине (фиг. 11, Б); диаметр фрезера берется приблизительно в два раза больше ширины Н., и оси фрезера придается наклон в 1° 30′ к вертикали для того, чтобы задний конец его мог проходить над необработанной еще частью заготовки Н. Зубец образуется в результате пересечения конич. поверхности фрезера с цилиндрич. поверхностью предыдущей выемки; т. к. диаметр цилиндра на двойной шаг насечки меньше диаметра конуса, то точка a лежит несколько ниже, чем точка $б$ зуба, лежащая на оси Н.; благодаря этому верхняя поверхность Н. в целом получается несколько выпуклой, что впрочем не вредит работе его. Прямолинейные фрезерованные зубцы Н. изображены на фиг. 12; как видно из данных, приведенных на чертеже, форма этого зуба близко подходит к идеальной. Стружкодробители a, аналогично описан-

ному выше типу «Novo», проходят по волнистым кривым. Задача фабрикации фрезерованных Н. до настоящего времени не может считаться окончательно разрешенной, так как сложность инструмента и требуемая для получения зубцов Н. одинаковой высоты точность так сильно удорожают фрезерованные Н., что несмотря на ряд преимуществ эти Н. не смогли сколько-нибудь успешно конкурировать с насеченными Н.

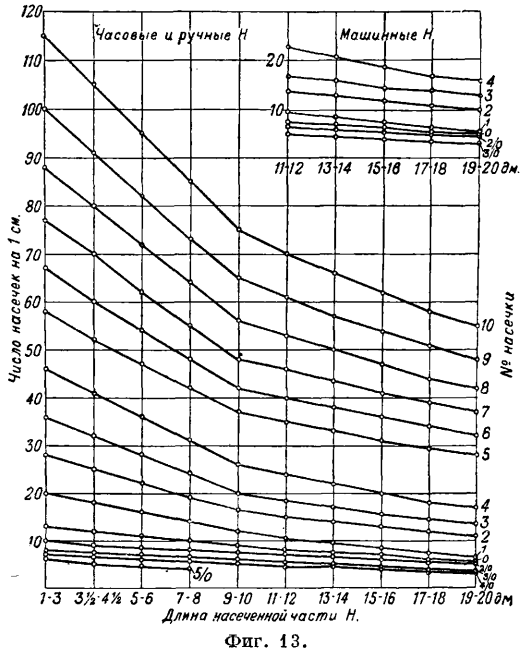


Фиг. 12.

Кроме формы зубцы Н. характеризуются также своими абсолютными размерами, которые определяются шагом насечки, а практически числом насечек на единицу длины. В Англии и США считают число насечек на 1 дм. перпендикулярно к направлению насечки, а в Германии и СССР на 1 *см*, считая по длине Н. Т. о. для перевода англ. нумерации в германскую необходимо разделить ее на $2{,}54 : \sin\delta$, или (считая $\delta = 70°$) на 2,71. В Англии все Н. по грубости насечки делятся на шесть следующих классов:

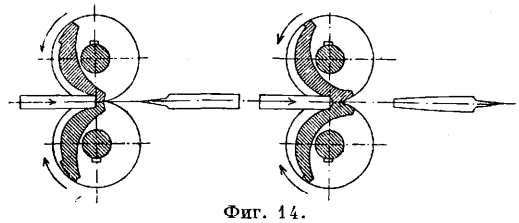
Англ. обознач.	Герм. обозначение	Русск. обознач.
rough или coarse	sehr grob, или 2/0	очень грубые
middl-cut	grob » 0	грубые
bastard-cut	bastard » 1	драчевые
second-cut	halbschlicht » 2.	полуличные
smooth	schlicht, » 3	личные
dead smooth	doppelschlicht, или 4	бархатные

По русской торговой номенклатуре Н. разделяются на брусовки, драчевые, полуличные, личные и бархатные. Количество насечек на 1 *см* зависит не только от обозначения насечки, но и от размеров Н.: чем последний больше, тем грубее насечка при том же торговом обозначении. Зависимость между номером, длиной и количеством насечек на 1 *см* видна из фиг. 13, как для ручных и часовых напильников (надфилей), так и для машинных.



Фиг. 13.

Фабрикация Н. состоит из ряда следующих основных операций: 1) отрезки заготовки, 2) отковки, 3) отжига, 4) выпрямления, 5) обточки или шлифовки на камне, 6) опиловки, 7) лицевания, 8) насечки или нарезки зуба, 9) правки, 10) закалки,



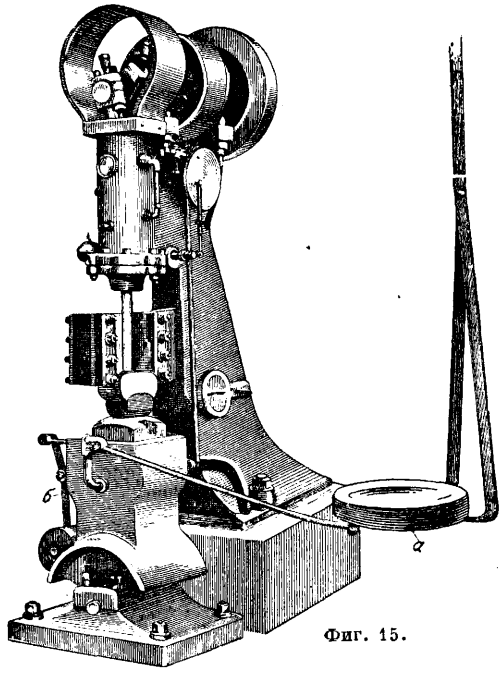
Фиг. 14.

11) чистки и заострения зуба, 12) отделки и упаковки. Материалом для Н. служит углеродистая сталь с содержанием 0,9—1,5% C; 0,10—0,25% Si; 0,28—0,60% Mn; ≤0,04% S; ≤0,05% P; твердость по Бринелю для вальцованного материала должна равняться: 300—400 для легированных сталей, 250—300 для высокоуглеродистых сталей и 200—230 для бессемеровской и рашпильной стали. Высшего качества напильники изготовляются из стали с присадкой небольшого количества хрома или из электростали; тигельную сталь в виду ее дороговизны применяют лишь для мелких прецизионных напильников, тогда как вся главная масса напильников изготовляется из бессемеровской стали. Содержание углерода в стали берется тем выше, чем меньше размер изготовляемых из нее напильников. Материал доставляется сталеделательными заводами обычно в форме полос, прокатанных в нужный профиль, так что отковка сокращается до минимума. Первой операцией производства Н. является отрезка заготовок от штанги, производимая на ножницах или прессах, в к-рых установлены ножи; заготовки большого размера от толстых полос предпочтительно отрезаются на циркулярных пилах.

Следующей операцией является отковка хвоста Н. и оттяжка переднего конца его. Нагревание производится в коксовых или нефтяных печах, причем стараются нагревать не более того участка, какой необходим для процесса отковки. Самую оттяжку хвоста и переднего конца производят у мелких и средних Н. под пружинными молотами с весом бабы 8—50 *кг*, более крупные же Н. отковывают под паровыми или воздушными молотами с весом бабы 50—100 *кг*. Отковка переднего конца плоских и полукруглых Н. производится по б. ч. в штампах, причем в США последние снабжают тремя гнездами: одно для предварительной оттяжки, второе для черновой отковки формы носка по ширине и третье, посредине между двумя первыми, для окончательной отделки. Иногда применяют валь-

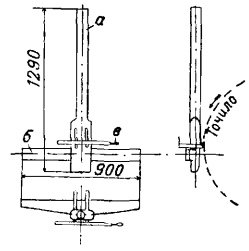
цевание Н., пропуская их через две пары вальцов как показано на фиг. 14; однако в виду нежелательности слишком высокого нагрева Н., необходимого вследствие быстрого остывания их в вальцах, способ этот не получил значительного распространения. В последнее время начинают входить в употребление ковочные машины. Оттяжка хвоста обычно производится вручную под воздушным или пружинным молотом. Невозможность окончательной отковки круглых и треугольных Н. в обыкновенных штампах привела к созданию ряда специальных конструкций, напр. молотов с качающейся наковальней (фиг. 15); рабочий сидит на качающемся сидении *а*, связанным тягой с наковальней *б*; отодвигаясь, чтобы подвести под молот новый участок поковки, он поворачивает наковальню с укрепленной в ней матрицей, и т. о. отковка совершается постепенно от толстого конца к тонкому, и металл свободно течет вперед, не раздаваясь в стороны, как это имеет место в закрытых штампах.

Отжиг Н., следующая за ковкой операция, производится обычно в коксовых или нефтяных печах; последние особенно удобны вследствие возможности точно регулировать t° и количество вдуваемого воздуха.



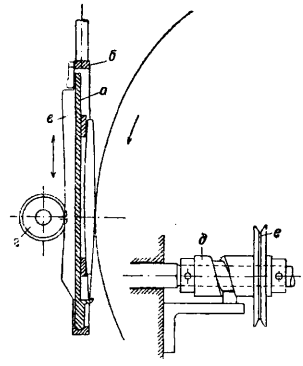
Фиг. 15.

Стараются вести нагрев при недостатке воздуха, т. е. при восстановительном пламени, т. к. тогда угар и образование окалины сводится почти на-нет. При нагревании печи коксом или каменным углем, содержащими всегда серу, приходится пользоваться муфельными печами, что, с одной стороны, удорожает отжиг, а с другой—сильно затрудняет равномерное прогревание всей загружаемой в печь массы Н. Отжиг ведется при t° 820—850° в течение четырех часов, затем печь замуровывают по возможности герметически и оставляют остывать вместе с Н., что должно продолжаться не менее 12—18 час. Последующие операции—выпрямление, обточка, опиловка и лицевание — имеют общей целью подготовить заготовку для операции насекания. Обычно Н. при ковке и отжиге слегка коробятся; их выпрямляют на особой наковальне вручную молотком, причем одновременно обивается окалина, образовавшаяся при ковке и отжиге. При нагревании Н. во время предыдущих операций неизбежно выгорает некоторое количество углерода в поверхностном слое заготовки; для получения твердого зубца необходимо снять этот обезуглероженный слой (толщина его в зависимости от совершенства печей колеблется в пределах от 0,5 до 1,0 *мм*).



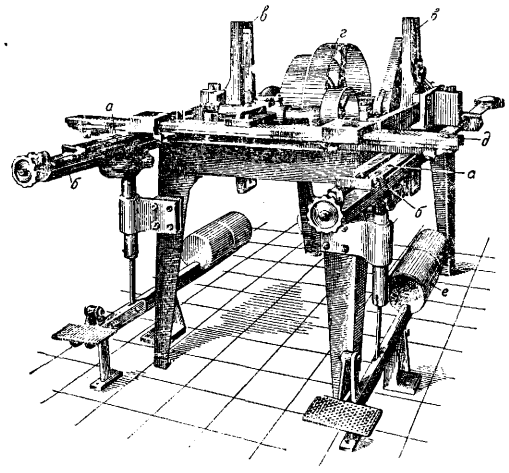
Фиг. 16.

Операция обточки и имеет целью одновременно с приданием Н. правильной формы снять этот мягкий слой; так как обточка не должна сопровождаться сильным нагревом Н., к-рый мог бы вызвать необходимость нового отжига, то обточка производится на точильных кругах при обильном смачивании водой. Круги делаются обычно очень большого диаметра (до 2,5 *м*) и значительной толщины (до 35 *см*), из равномерного твердого песчаника с среднекрупным зерном. Камни устанавливают на солидных валах, хорошо уравновешивают и приводят во вращение с окружной скоростью 8—10, но не больше 11 *м/сек*. По настоящее время процесс обточки совершается преимущественно вручную: рабочий стоит перед камнем и, опираясь в специально сделанную для этой цели спинку, коленями прижимает Н. к камню; при этом напильник *в* (фиг. 16) помещается в державке особой формы; рукоятку *а* рабочий держит в руках, а на концы поперечины *б* нажимает коленями. Обточка производится в два приема: сначала поперек напильника, затем другим рабочим—вдоль. В США обточка плоских и квадратных Н. механизирована: ряд Н. укладывается на доску *а* (фиг. 17), к-рая вставляется в рамку *б*, приводимую в переменно-возвратное поступательное движение; на задней стороне доски *а* устроен особый выступ *в*, опирающийся на ролик *г* и сообщающий Н. необходимое для образования профиля боковое движение. Для того, чтобы камень срабатывался равномерно, е у придают медленное движение вдоль оси, для чего на конце вала поставлена свободно вращающаяся втулка *д*, снабженная фасон-



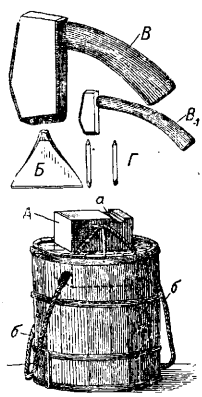
Фиг. 17.

ной канавкой и приводимая в медленное вращение шнуровым шкивом *е*. Круглые и полукруглые Н. однако и в США обтачиваются вручную. Многочисленные попытки применить к обточке Н. наждачные шлифовальные диски до наст. времени не имели прочного успеха гл. обр. в виду появления



Фиг. 18.

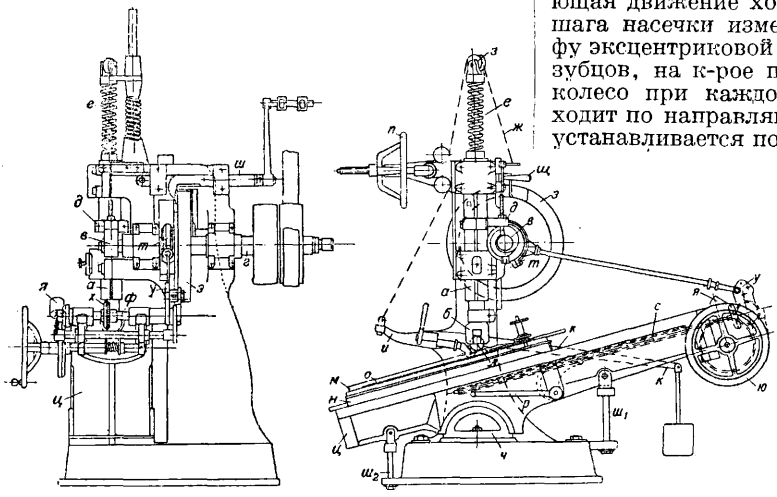
отдельных закаленных участков, вызывающих позже неравномерную насечку и частую поломку зубил. Обточке на камнях подвергаются крупные Н., все мелкие и фасонные Н. поступают после отжига в опиловку, где им и придается окончательная форма путем опиловки вручную особыми Н. Крупные Н. сложной формы после обточки также иногда опиливают для исправления мелких недостатков обточки. Следующей операцией является лицевание, имеющее целью сообщить поверхности Н. ту степень гладкости, которая необходима для последующего насекания; степень эта различна в зависимости от величины Н., а также тонкости насечки. Операцию производят на лицевальных машинах (фиг. 18); Н. *а* зажимают в тиски *б*, приводимые в движение кривошипно-кулисным механизмом *в* от вала ременного шкива *г*; лицующий Н. зажат снизу траверсы *д*, укрепленной на станине; особый механизм сообщает траверсе медленное продольное перемещение с целью избежать появления на лицуемых Н. продольных канавок. Нажим обрабатываемых напильников производится грузами *е*, вес которых изменяется сообразно желаемой степени гладкости лицевания. Для того чтобы лицевальный Н. резал правильно, необходимо поднимать его при обратном ходе салазок, что и выполняется особым механизмом. В последнее время строят также лицевальные машины более сложной конструкции для лицевания полукруглых Н., однако эта работа, а равно и лицевание всех фасонных Н. выполняется и сейчас главным образом от руки при помощи особой формы двуручного лицевального Н. После лицевания Н. маркируют (метят) штампом под небольшим молотом или чаще в винтовом фрикционном прессе, после чего Н. готовы к насеканию.



Фиг. 19.

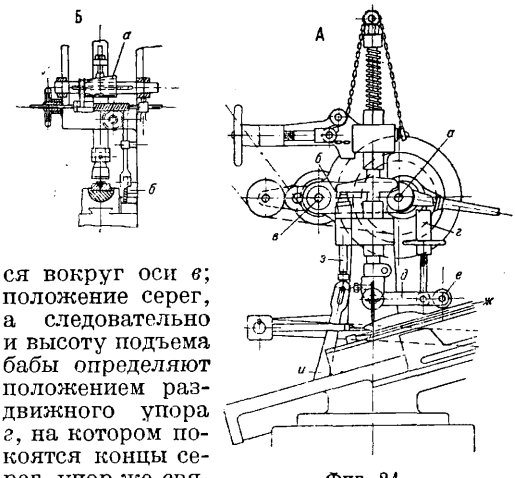
Насекание Н. производится вручную или на машинах. Ручное насекание Н. практикуется и по настоящее время в довольно большом объеме; оно требует от насекальщика исключительной опытности, так как равномерность и постоянство формы насечки зависят от его ловкости и мускульного чутья. Орудия для ручной насечки Н. весьма несложны (фиг. 19); они состоят из призматич. железной осталенной или стальной наковальни *А*, весом в 70—80 *кг*, снабженной с одного конца вырезом *а*, в который вдвигают цинковые или свинцовые подкладки при насекании Н. сложной формы или Н., снабженных уже насечкой на одной из сторон. На наковальне Н. удерживается при помощи ремня *б*, к-рый насекальщик натягивает ногами. Рабочий инструмент состоит из зубила *Б* и молотка особой формы *В*. Размер и вес как молотка, так и зубила должны соответствовать крупности насекаемого зуба; вес зубила изменяется в пределах 20÷700 *г*, молотка 0,25÷5,2 *кг*. Для насекания рашпилей применяют небольшие зубила *Г* с пирамидальным острием и молотки B_1 уменьшенного веса. Насекание начинается всегда с носка (передней части) Н.; насекальщик ставит зубило под правильным углом как к вертикали, так и по отношению оси Н. на смазанный маслом (для более легкого всхождения выступов металла на грудь зубила) Н. и наносит на зубило соответствующей силы удар. Зубило, углубляясь в металл, выжимает с одной стороны небольшое возвышение (зуб), который и служит насекальщику для ориентировки при установке Н. для насекания следующего зубца. Опытные насекальщики производят до 80—220 ударов в минуту, смотря по грубости насечки. После того как нижняя насечка нанесена на обеих сторонах Н., гребни ее слегка сглаживают личным Н., затем приступают к насеканию верхней перекрестной насечки. Чтобы не портить лежащей внизу насеченной уже части Н., последний при этом кладут на подставку из цинка; применявшийся прежде для этой цели свинец теперь оставлен в виду вредного действия получающейся при этом свинцовой пыли на здоровье рабочих. Трудность ручного насекания Н. помимо необходимости правильно ставить зубило заключается также в соразмерении правильной силы удара, меняющейся не только от насечки к насечке, но и на протяжении одного Н. не остающейся постоянной в виду меняющихся ширины и профиля его. Трудность ручного насекания Н. издавна заставила обратиться к нахождению способа механизации этой работы; интересно отметить, что первая насекальная машина была изобретена Леонардо-да-Винчи в 1503 г. Насекальный станок современной конструкции сист. Беше (Bêché) изображен на фиг. 20. Рабо-

чей частью станка является баба *а*, несущая в нижней своей части поворотный патрон *б*, в котором укрепляется зубило; баба поднимается кулаком *в*, сидящем на валу *г*, приводимом во вращение ременным приводом; после того как упор *д* соскользнет с вы-



Фиг. 20.

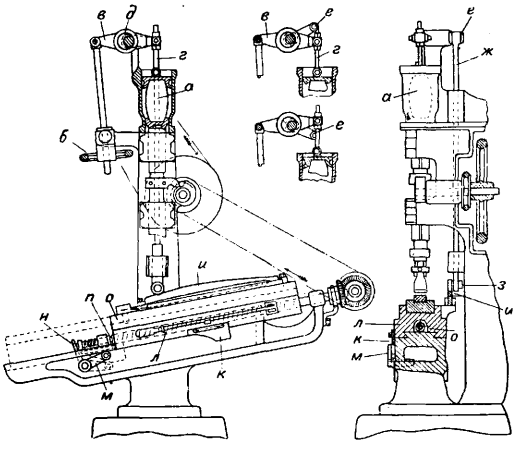
ступа кулака, баба падает вниз под влиянием собственной тяжести и натяжения пружины *е*. Последнее регулируется натяжением цепи Галля *ж*, перекинутой через блок *з* на вершине рабочей пружины и укрепленной неподвижным концом к станине, а ходовым— к рычагу *и*, сидящему на одной оси с рычагом *к*; т. о., меняя положение рычага *к*, можно изменять натяжение пружины *е*, а следовательно и силу удара зубила. Для автоматического изменения силы удара по длине Н. в зависимости от его ширины на рычаге *к* укреплен ролик *л*, катящийся по шаблону *м*, прикрепленному к каретке *н*, на которой укреплен насекаемый напильник *о*. Форма верхней кромки шаблона воспроизводит кривизну верхней поверхности Н., и кроме того кромка понижается по мере уменьшения ширины Н.; т. о. там, где Н. толще и где следовательно удар был бы ослаблен меньшей высотой падения бабы, шаблон *м*, двигаясь вместе с Н., поднимает рычаг *к* и, увеличивая натяжение цепи, а следовательно и пружины *е*, компенсирует это ослабление; к концам же Н., где в виду его меньшей ширины необходима меньшая сила удара, ролик *л* дает рычагу *к* опуститься, причем натяжение пружины *е* уменьшается. Кроме этого автоматич. приспособления натяжение пружины регулируется раз навсегда для данной насечки посредством ручного маховичка *п* и независимо от этого может быть в любой момент увеличено рычагом *р*, поднимающим особым кулаком рычаг *к*; это последнее приспособление необходимо для увеличения силы удара при попадании зубила на твердые места заготовки, избежать присутствия которых очень трудно даже при наиболее совершенном отжиге. Насекаемый напильник *о* укрепляется в особом патроне, лежащем в каретке *н*, к-рая ходовым винтом *с* после каждого удара продвигается на величину шага насечки при помощи эксцентрика *т*, приводящего своей тягой в качательное движение пластинку *у* с насаженной на ней собачкой храпового механизма, колесо к-рого заклинено на валу *ф*; на том же валу сидит коническая шестерня *х*, передающая движение ходовому винту. Величину шага насечки изменяют, переставляя цапфу эксцентриковой тяги и меняя тем число зубцов, на к-рое поворачивается храповое колесо при каждом ударе бабы. Каретка ходит по направляющим в люльке *ц*, к-рая устанавливается под требуемым углом к горизонту на цилиндрич. цапфе *ч* и закрепляется 2 тягами $ш_1$ и $ш_2$. По окончании насекания одной стороны Н. машину останавливают, переводя ремень на холостой шкив вилкой *щ*, к-рая соединена с тормозом, действующим на обод махового колеса *э*, и затем при помощи ручного маховика *ю* отводят назад каретку, выключив предварительно механич. подачу посредством рычажка *я*. Описанный выше механизм для изменения натяжения пружины не совсем уничтожает неравномерность глубины насечки, происходящую от различной высоты падения бабы. Механизм, изображенный на фиг. 21, А позволяет менять высоту подъема бабы по длине Н.: кулачковый вал *а* расположен в подшипниках, находящихся на концах серег *б*, качающих-



Фиг. 21.

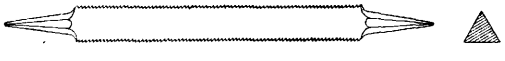
ся вокруг оси *в*; положение серег, а следовательно и высоту подъема бабы определяют положением раздвижного упора *г*, на котором покоятся концы серег, упор же связан с рычагом *д*, вращающимся вокруг оси, укрепленной в станине, и изменяющим свое положение в зависимости от подъема ролика *е*, катающегося по шаблону *ж*. Стержень *з*, снабженный в верхней части пружиной и поднимаемый приводимым в движение педалью упором *и*, служит для мгновенного подъема зубила и для удержания его в этом положении, напр. в случае поломки или выкрашивания лезвия. Изменения высоты па-

дения бабы в других конструкциях (фиг. 21, Б) достигают, делая кулак *а*, приводящий в движение бабу, переменного сечения и передвигая его вдоль оси механизмом, управляемым шаблоном *б*. Иногда желательно делать насечку к концу Н. мельче и чаще, чем в остальной его части. Насекальная машина, изображенная на фиг. 22, при посредстве



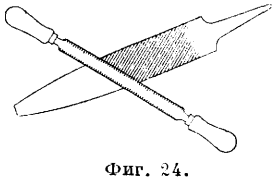
Фиг. 22.

несложных приспособлений выполняет эту задачу. Уменьшение силы удара по длине Н. достигается способом, аналогичным описанному выше, с той разницей, что вместо спиральной стальной пружины здесь применяется резиновый буфер *а*, степень сжатия к-рого регулируется, с одной стороны, ручным маховичком *б* посредством балансира *в* и подвижного упора *г*, а с другой стороны — автоматически, путем перемещения



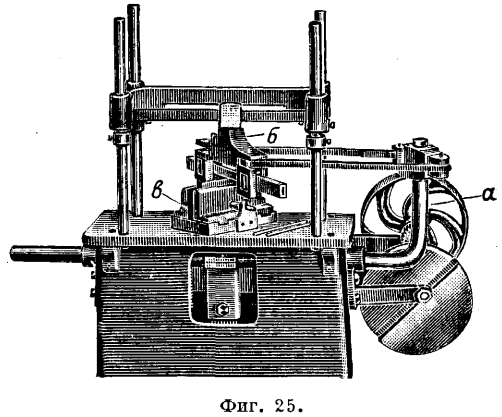
Фиг. 23.

эксцентричной оси *д* балансира, рычагом *е*, управляемым тягой *ж* и роликом *з*, катящимся по шаблону *и*. Приспособление для уменьшения шага насечки к концу напильника состоит из шаблона *к*, прикрепленного к каретке *л*, и рычага с роликом *м*, сидящего на одном валике с рычагом *н*, упирающимся в нижний конец ходового винта *о*; последний имеет возможность двигаться в аксиальном направлении; при этом направленное вниз усилие насекания и соответствующая составляющая веса каретки воспринимается опорным подшипником *п* или упомянутым рычагом *н*. В начале насекания, когда каретка находится внизу (положение, изображенное пунктиром), рычаг *м* нажат шаблоном *к* вниз, и винт подвинут на соответственный кусок вправо вместе с кареткой. Первым насекается носок Н.; при движении каретки вверх шаблон, отходя постепенно вправо, освобождает рычаг *м*, к-рый поднимаясь дает ходовому винту возможность передвинуться немного вниз, захватывая с собой каретку и уменьшая т. о. ее подачу. Кроме описанных выше насекальные машины снабжаются также приспособлениями, обеспечивающими постоянство угла, образуемого осью зубила с поверхностью Н. при неплоской поверхности его, приспособлениями для производства насечки с периодически меняющимся шагом, приспособлениями для насечки полукруглых и круглых Н., последних также со спиральным зубом и т. д.



Фиг. 24.

Кроме насекания напилочный зуб м. б. получен путем фрезерования и нарезания. Фрезерование Н. производят на специальных станках, конструкция к-рых б. ч. приноровлена к избранному методу фрезерования; так, дуговые зубцы фрезеруют на вертикальных станках с кольцевым фрезером; с прямолинейными зубцами—по нескольку штук сразу на горизонтальных фрезерных станках, при помощи целого набора фрезеров, обрабатывающих одновременно целый ряд зубцов. Нарезание Н. производится при помощи особых Н. (фиг. 23) треугольного или ланцетовидного сечения, у которых плоские стороны не насекаются, а насечкой снабжаются лишь ребра. Ребром этого нарезального Н. водят в приблизительно перпендикулярном направлении к его оси по поверхности нарезаемого Н. под требуемым углом к оси последнего (фиг. 24); при этом зубчики первого вырезывают остроконечные желобки в материале второго. Полученная т. о. насечка не может сравниться по остроте с насеченной; способ этот применяется гл. обр. при производстве очень

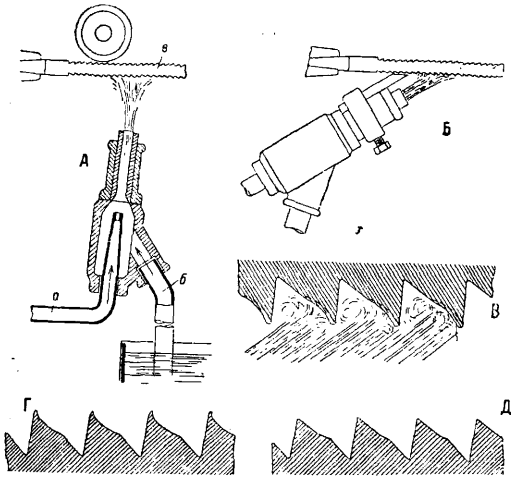


Фиг. 25.

мелких Н., насекание к-рых затруднительно. Иногда этим способом получают лишь нижнюю насечку, верхняя же насекается обычным способом. Для механич. нарезания Н. было сконструировано немало различных станков, один из к-рых изображен на фиг. 25; кривошипный механизм приводит в движение колено *а*, соединенное тягами с напилочной головкой *б*, в к-рой укреплен нарезальный Н. Заготовка нарезаемого Н. зажимается в тисках *в*, установленных под требуемым углом на столе станка.

Снабженные насечкой Н. поступают затем в закалочную. Перед закалкой Н. покрывают особой массой, назначение которой двоякое: 1) защитить кончики зубцов

насечки от слишком сильного нагревания и пережигания и 2) предохранить верхний слой металла от обезуглероживания или даже несколько повысить содержание углерода в нем. Точный состав этой массы обычно держится каждым з-дом в большом секрете; в основном однако все эти массы состоят из углеродистых и азотистых веществ (обожженного и толченого рога, кожаной пыли, угля, муки), смешанных с плавнями (соль, стекло) и другими веществами (напр. железистосинеродистый калий, цианистый калий), к которым подмешивается достаточное количество ржаной или пшеничной муки или клея для образования теста. Обмазанные и высушенные Н. нагреваются в закалочной печи; в США значительное распространение получили печи со свинцовой ванной, тогда как в Европе обычно нагревают



Фиг. 26.

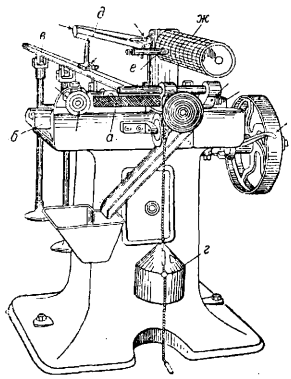
в коксовых или нефтяных печах. Главным условием всякой хорошей закалочной печи является возможность точного регулирования $t°$ и постоянство ее по всему объему рабочего пространства печи; наилучшими в этом отношении являются печи со свинцовыми ваннами, затем идут нефтяные и наконец коксовые. Применение соляных ванн (хлористый барий, цианистый калий) и электрич. печей до настоящего времени недостаточно испытано на практике. Во время нагревания Н. посыпают сухим калочным порошком состава, аналогичного обмазочной массе; по достижении Н. надлежащей $t°$ во всей толще, его вынимают из печи и погружают в закалочную жидкость, состоящую обычно из насыщенного раствора поваренной соли или из раствора нашатыря в смеси с азотной или серной к-той (2—4%). Плоские и круглые Н. обычно погружают в воду вертикально тонким концом вниз; Н. более сложной формы, напр. полукруглые, приходится несколько изгибать перед погружением в воду, чтобы уравновесить коробление, к-рому эти Н. неизменно подвергаются при закалке. Этот выгиб производится самим калильщиком на свинцовой наковальне деревянным молотком, причем степень погиба и направление его определяются рабочим на-глаз на основании опыта. Покоробившиеся при закалке Н. правят, пока они еще достаточно горячи, деревянным молотком или зажимая их между двумя полосами мягкого железа. Для правильной, равномерной закалки необходимо $t°$ закалочной жидкости поддерживать постоянной и достаточно низкой. Для этого на крупных з-дах устраивают центральное охлаждение закалочной жидкости, непрерывно циркулирующей через баки и змеевиковые холодильники. После термической обработки Н. желательной структурой в изделиях является наличие карбидов в мартенсите в поверхностном слое металла глубиной 1—2 *мм* и троостито-мартенситовая структура с мелко раздробленными карбидами в сердцевине Н.

Дальнейшая обработка Н. состоит в очистке их от окалины, полученной при закалке, при помощи пескоструйного аппарата, в котором струя пара, подводимого по трубке *а* к особому соплу (фиг. 26, А), засасывает через трубку *б* воду, смешанную с глиной или тонким песком, и бросает ее на проводимый перед соплом напильник *в*. В зависимости от угла наклона сопла к поверхности Н. струя песка с водой оказывает различное действие на насечку. При перпендикулярном направлении основного потока производится очистка зубцов от грязи, окалины и закалочной массы, застрявшей в глубине насечек (фиг. 26, А); для точки зубцов струю направляют перпендикулярно к поверхности затылков зубцов (фиг. 26, Б и В). Ударяющий в затылок песок срабатывает небольшой слой последнего, чем и вызывается заострение режущей кромки зубца. Часто при насекании Н. зубцы, вследствие плохой правки зубила, получаются с закинутыми назад остриями (фиг. 26, Г); обработка паро-песочной струей снимает эти загибы и придает зубцам правильную форму (фиг. 26, Д). Иногда вместо пароструйного аппарата применяют очистку вращающимися щетками из тонкой закаленной стальной проволоки, смазываемыми смесью тонкого наждака и масла. Совершенно непригоден способ точки зубцов травлением их в к-тах или электролитич. путем; зубцы при этом теряют свою правильную форму и угол клина режущего острия от 70—75° увеличивается до 100° и более (фиг. 27: А—форма зубца до травления, Б—после).

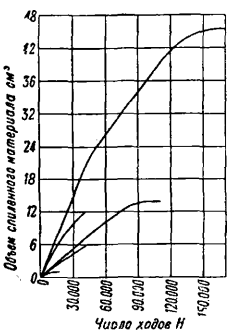
Фиг. 27.

По выходе из пароструйного аппарата еще горячие Н. промывают в теплой воде, погружают затем для предупреждения ржавления в известковую воду и высушивают на воздухе. После этого отпускают хвост Н., погружая его в свинцовую ванну или нагревая до темнокрасного каления в специальных печах; затем его очищают щетками и окончательно охлаждают, погружая в мыльную воду, сообщающую ему хороший внешний вид. После отпуска хвоста Н. чистят щетками по всей поверхности и промасливают хорошим минеральным или растительным маслом (в США для этой цели применяют сурепное масло). Последней опера-

цией является контроль готовых Н.; проверяют на-глаз их внешнюю форму и правильность насечки; достаточную твердость определяют, проводя с легким нажимом Н. по закаленному и отпущенному куску стали надлежащей твердости. Для испытания Н. была сконструирована Е. Гербертом особая машина, изображенная на фиг. 28; испытуемый напильник *а* зажимается между двумя бабками на ползунке *б*, приводимом в прямолинейное переменно - возвратное движение кривошипным механизмом, скрытым в станине машины. Пробный брусок *в* сечением 1 дм.² прижимается к Н. с постоянной силой грузом *г* при помощи перекинутой через блоки цепи; брусок этот особым механизмом отводится назад при каждом обратном ходе Н. Соединенный с бруском *д* карандаш *е* приводится в движение цепочкой, перекинутой через находящийся на конце бруска *д* блок и прикрепленный одним концом к станине машины, а другим—к пробному бруску *в*; т. о. перемещение карандаша равно $^1/_2$ продольного перемещения пробного бруска. Барабан *ж*, на к-ром карандаш вычерчивает свою кривую, получает вращение от главного привода машины через замедляющий механизм. Полученная на этой машине диаграмма испытания ряда Н. приведена на фиг. 29; она изображает объем спиленного материала в ф-ии числа ходов Н.; т. о. высота подъема каждой индивидуальной кривой данного Н., до перехода ее в горизонтальное направление (что обозначает окончательное затупление Н.) характеризует стойкость Н., а тангенс угла наклона кривой к горизонтальной оси пропорционален остроте напильника. Необходимо однако отметить, что результаты испытания на машине Герберта только тогда сравнимы друг с другом, когда испытуемые Н. находятся в абсолютно тождественных условиях как в отношении шага насечки, прижимающего веса, так и в смысле равномерной структуры и твердости пробных брусков. По мнению многих авторитетов единствен. действительно надежным испытанием качества напильников является их испытание в производстве на действительной работе.

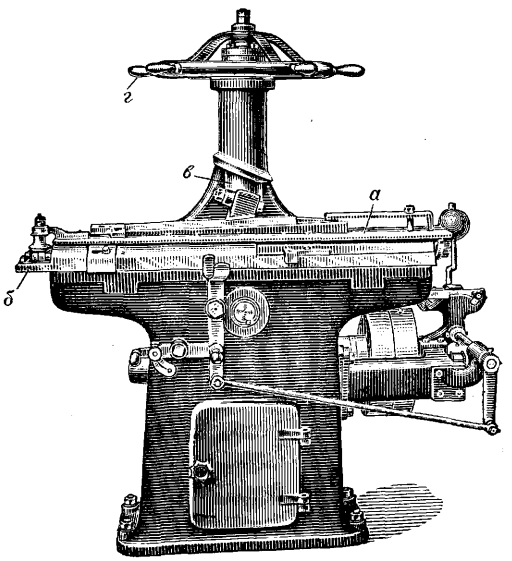


Фиг. 28.



Фиг. 29.

Пересечка Н. Затупившиеся Н. могут быть с выгодой два или три раза наточены при посредстве пароструйного аппарата, описанного выше, после чего их пускают в пересечку. Для этого сначала отжигают Н., как было описано выше, затем необходимо сострогать старую насечку, для чего применяются специальные строгальные станки, подобные изображенному на фиг. 30; Н. зажимается на полуцилиндрическом патроне *а*, лежащем в соответственном углублении рабочего стола *б*, приводимого в переменно-возвратное движение зубчатыми колесами и рейкой; перемена направления движения производится автоматически механизмом, аналогичным применяемому в нормальных строгальных станках и приводимым в действие упорками, укрепленными на столе. Резец помещается в особом супорте *в*, к-рый перемещается в направляющих посредством винта и ручного маховика *г*; рабочий нажимает резец, вращая маховик *г*, руководясь при определении степени нажатия резца мускульным чутьем. После сострагивания



Фиг. 30.

старой насечки напильник поступает в обточку на точильный камень, и далее проходит все стадии изготовления новых напильников.

Лит.: Четвериков С. С., Производство и пересечка напильников, М., 1925; его же, Исследование напильников, «Труды Всесоюзного ин-та металлов», М., 1930, вып. 9; его же, О формах, размерах и насечках напильников, «Вестник металлопромышленности», М., 1927, *12*; его же, О машинах и методах производства напильников за границей, «Вестник инженеров», Москва, 1927, *4*; его же, Об устройствах и приспособлениях для обточки напильников, «Гигиена труда», М., 1928, *11*; Поляков Р., Работа напильников и их испытание, М., 1911; Гавриленко А. П., Механич. технология металлов 4 изд., ч. 3, М.—Л., 1926; Dick O., Die Feile u. ihre Entwicklungsgeschichte, Berlin, 1925; Dick & Co., Das technische Jahr, 1928, Stuttgart, 1927; Nicholson, File Philosophy, 12 ed., Providence, Mass., 1922; Taylor G., Files a. Filing, L., 1920; Peiseler G., Zahn u. Zerspannung bei gehauenen und gefrästen Feilen, «Werkstattstechnik», Berlin, 1927, H. 2, 3, 4; Herb C., Making Files by Modern Method, «Machinery». N. Y., 1926, v. 32, *12*; A Climpse in a Modern File Shop, «American Machinist», L., 1927, v. 66, *6*; Narath, Wirtschaftliche Massenherstellung von Feilen, «Maschinenbau», Berlin, 1928, H. 4; Reininger H., Die Herstellung von Feil- u. Raspenscheiben, «Maschinenbau», B., 1928, H. 3; La lime, «Machine moderne», Paris, 1927, *7*, p. 361; Peiseler G., Das Aufhauen d. Feilen im eigenen Betriebe, «Werkstattstechnik», Berlin, 1907, p. 37,

53; Das Prüfen von Feilen, ibid., 1912, p. 63, 560; Bearbeiten von echten Feilenzähnen nach d. Fellows-Verfahren, ibid., 1924, p. 698; Organisationsgrundlage d. Feilenindustrie, ibid., 1910, p. 612, 672, 1911, p. 30, 87, 137; Springorum, Einiges über die Herstellung der Feilen, «Zeitschrift d. VDI», 1919, B. 63, p. 1129.

НАПЛЫВ, кап, или нарост, на древесном стволе, скопление спящих почек, которые по стечению неблагоприятных обстоятельств не имели возможности развить побеги. В разрезе древесина Н. красива, с темными прожилками, с «глазками», волниста. Наплыв может быть удален со ствола без значительных повреждений маточного ствола. Н. высоко ценится как поделочный материал в токарном производстве и краснодеревцами. Наиболее ценный Н. встречается на березе (иглистый, сувель и щетка) и орехе грецком. Н. на грецком орехе по весу иногда достигает 50 *ц* (средний вес Н., годного для эксплоатации, ок. 3,5 *ц*). Для полного созревания Н. на грецком орехе, когда он приобретает и наибольшую ценность, необходим период времени от 50 и до нескольких сот лет. Запасы Н. с каждым годом все более истощаются, тогда как спрос на него на рынке высок. Кроме того Н. попадается на липе, осине и др. Из Н. вырабатывают гл. обр. фанеру (см. *Фанерное производство*), затем портсигары, подсвечники, пресс-папье, набалдашники, зонтичные ручки и т. д. Лучшие запасы Н. (березового и грецкого) имеет СССР: *березовые* — РСФСР и *грецкие* — Кавказ и Туркестан (Фергана).

НАПОЛНЕНИЕ БУМАГИ. Применение *наполнителей* (см.) в бумажной промышленности вызывается различными требованиями, предъявляемыми к бумаге. Заполняя пустоты между волокнами при образовании бумажного листа, наполняющие вещества создают непрозрачность бумаги, способствуют образованию ровной и гладкой поверхности листа, к-рая необходима для восприятия тонких линий печати, и получению полного и сочного отпечатка, т. е. придают бумаге качества, необходимые для печатных бумаг. Наполняющие вещества, как обладающие более высоким белым цветом, чем волокнистая масса, применяются для улучшения цвета бумаги. Кроме того наполняющие вещества могут применяться также в качестве отяжеляющих веществ. В общем добавление наполняющего вещества уменьшает крепость бумаги и степень ее проклейки, но в виду небольших количеств наполнителей, вводимых в бумагу, это не имеет значения. Наполняющими веществами служат неорганические вещества естественного происхождения либо искусственно приготовленные. Число наполнителей, применяемых в бумажной промышленности, сравнительно невелико (см. табл. 1 и 2). Из них самые распространенные — каолин, затем тальк, агалит и гипс, и для специальных бумаг в небольшом количестве—тяжелый шпат и мел.

Степень применения наполнителя в бумажном производстве обусловливается характером и количеством примесей и загрязнений наполняющих веществ, способностью образования суспензий, цветом в сухом состоянии, процентом удержания в бумаге и его стоимостью. С точки зрения бумажного производства самыми нежелательными примесями в наполняющих веществах являются песок, железо и органич. вещества. Присутствие песка в наполнителях способствует быстрому изнашиванию частей бумагоделательных машин, порче каландровых валов, изнашиванию типографского шрифта и вызывает образование дырочек в готовой бумаге. Присутствие же железа и органических веществ придает желтоватый цвет каолину и др. наполняющим веществам и следовательно ухудшает цвет бумаги. По цвету, количеству вредных примесей (в виде песка и кусочков слюды) и размеру частиц самих наполняющих веществ главные виды наполнителей распределяются так: на первом месте по качеству находится гипс, затем ангидрит, каолин, тальк, асбестит и агалит. По проценту удержания в бумаге распределение идет след. обр.: тальк, асбестит, агалит, каолин, ангидрит и гипс; последний является наиболее дорогим материалом. Для некоторых специальных бумаг следует отметить окись железа и глинистые вещества (бентонит, кил, мыловка), известные под маркой вилькинит, к-рые в то же время служат и для подкраски *прессшпана* (см.) и коробочного картона. Для низкосортных оберточных бумаг (например сахарных) в громадном количестве применялись цветные юрские глины: зеленоватые, красноватые и черные. Их назначением было не только придание большего веса бумаге, но и ее окраска. В германск. сахарных бумагах содержание наполняющих веществ доходит до 50%. При выработке печатных бумаг количество наполняющих веществ, задаваемых в ролы, для гипса и ангидрита 35—60%, для каолина 5—40%, для талька, агалита, асбестита 5—20% от веса волокна. Удержание наполняющих веществ в бумаге в среднем составляет 50% от количества, заданного в ролы. Остальные 50% наполняющих веществ уходят с водой из-под сетки бумажной машины. Применение этой воды в процессе выработки бумаги или улавливание из нее наполняющих веществ посредством особых машин и аппаратов—*ловушки* (см.), вакуумфильтры — дает возможность увеличить использование наполняющих веществ до 85%, уменьшая таким образом количество загрузки свежих наполнителей в рол.

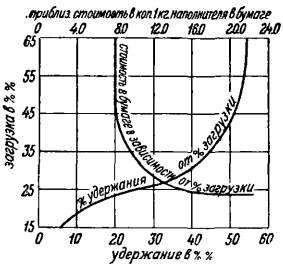
Табл. 1.—Наполнители естественного происхождения.

Виды наполнителей	Сорта бумаги
Каолин	Печатные бумаги, меловые, низшие писчие
Тальк	Низшие писчие
Агалит	Печатные бумаги
Ангидрит	Низшие писчие
Барит (тяжел. шпат)	Меловые, литографские, фотографические
Мел	Папиросная

Табл. 2.—Наполнители искусственные.

Виды наполнителей	Сорта бумаги
Гипс	Писчие, высшие сорта
Углекислый кальций	Папиросная
Бланфикс	Меловые, литографские, фотографические
Сатин белый	Меловые

Удержание наполнителей в бумаге возрастает: 1) с увеличением веса бумаги, 2) с уменьшением скорости бумагоделательной машины, 3) с улучшением проклейки бумаги, 4) с увеличением жирности помола, 5) с возрастанием длины волокон, 6) с увеличением размеров частиц наполнителя, 7) с уменьшением уд. веса наполнителя и 8) с уменьшением растворимости наполняющих веществ. Удержание наполняющих веществ убывает при обратном действии указанных факторов. Кроме того удержание меньше нормального на 10—20%, если все количество добавляемого наполняющего вещества меньше 5% или больше 30% от веса волокна; это однако не относится к гипсу и ангидриту, которые удерживаются лучше всего при добавлении их в количестве 50—60%. Процент удержания наполнителей м. б. увеличен добавлением крахмала или растворимого стекла. Характер изменения процента удержания наполняющих веществ в зависимости от количества наполнителей, задаваемых в ролы, и изменения стоимости 1 *кг* наполняющих веществ в бумаге в зависимости от размера добавления приведен в помещенной выше диаграмме (фиг.). Наполняющим веществом здесь является гипс.



Относительно распределения наполняющих веществ в бумаге имеются два противоположных мнения. Одни утверждают, что наполняющие вещества благодаря уд. весу, влиянию стекающей через сетку бумагоделательной машины воды и отсасывающему действию «сосунов» отлагаются в бумаге со стороны, обращенной к сетке; другие—что именно благодаря вышеуказанным причинам сторона бумаги, обращенная к сетке, почти не содержит наполнителей, т. к. она прежде всего подвергается действию воды и сосунов, в то время как выше лежащие слои благодаря фильтрующему действию волокна удерживают наполняющие вещества. Последние исследования этого вопроса, которые посвящены изысканию методов уничтожения получающейся вследствие этого двусторонности бумаги, произведенные Шильде и Мейстером, показывают следующее. 1) Удельный вес наполняющих веществ не влияет на разницу в отложении наполнителей по ту и другую сторону бумажного листа. 2) Распределение наполнителей в бумаге подвергается действию естественного и искусственного обезвоживания бумажной массы на сетке бумагоделательной машины. 3) Наполняющие вещества в бумаге распределяются т. о., что сторона, обращенная к сетке бумагоделательной машины, содержит наименьшее количество наполняющих веществ, по сравнению с прочими слоями бумаги. 4) Разница в отложении наполнителей на обеих сторонах бумажного листа уменьшается с увеличением веса бумаги и с увеличением проклейки и возрастает с повышением содержания в бумаге древесной массы и наполняющих веществ и с увеличением скорости бумагоделательной машины. 5) Сосуны уменьшают содержание наполняющих веществ как на одной, так и на другой стороне бумажного листа.

Лит.: Брайт, Кемпбелл и др., Наполнение, проклейка и окраска, т. 2, ч. 4, пер. с англ., Москва, 1927; «Бумажная промышленность», Москва, 1927, *7*, 1928, *3* (ст. проф. Фотиева) и *8* (ст. Доливо-Добровольского и Коган); «Wochenblatt für Papier-Fabrikation», Biberach, 1921, p. 813, 1547, 2270, 3441, 3864, 1929, p. 119; «Der Papierfabrikant», B., 1929, p. 528, 1930, p. 409, 423, 439; Müller F., Die Papierfabrikation u. deren Maschinen, B. 1, Biberach, 1926; Witham G., Modern Pulp a. Paper Making, p. 231, New York, 1920.

В. Макошин.

НАПОЛНИТЕЛИ, химически инертные, твердые, а иногда также жидкие и газообразные, тела, образующие б. или м. крупную зернистодисперсную фазу в искусственных пластич. массах и вводимые в них с целью изменить в благоприятную сторону технич. и экономические показатели соответственных продуктов. К Н. близки, но не тождественны с ними, мягчители, или *пластификаторы* (см.), и отяжелители.

Пластичность тел, временная или постоянная, обусловлена внутренней неоднородностью сред, образующих пластические материалы. Эта неоднородность присуща исходным цементирующим веществам, представляющим основание пластич. массы. Но в производстве пластич. масс неоднородность цементирующей среды повышается искусственно введением различных химически инертных в отношении указанного основания тел, причем эта инертность составляет основной признак Н., т. к. в противном случае, т. е. при активном воздействии на основание, Н. рисковал бы перестать быть особой фазой. Глубоко изменяя общий физич. характер пластич. массы, Н. сообщает ей ряд технических свойств, зависящих как от природы его самого, так и от соотношения между ним и цементирующим веществом. На первом месте тут стоят механич. свойства пластич. масс: прочность на сжатие, прочность на разрыв, прочность на удар (нехрупкость), уд. в. (в одних случаях понижение, а в других повышение его), компактность (в смысле малой пористости), прочность на износ при том или другом роде изнашивающего усилия, твердость, упругость и т. д. Точно так же соответственным подбором Н. могут быть изменены свойства: тепловые ($t°$ размягчения, если затвердевание пластич. массы обратимо; теплоемкость, теплопроводность; тепло- и огнестойкость) и электрические (диэлектрич. коэф., электросопротивление, а в нек-рых случаях и электрич. крепость пластич. масс). Далее следует отметить, что в известных случаях присутствие Н. может давать пластич. массам бо́льшую стойкость против старения. Наконец Н. несут в большинстве случаев функцию также и экономическую, т. к. будучи дешевле связующего вещества, к-рое входит в состав пластич. массы, они понижают общую стоимость продукта. Необходимо иметь в виду, что Н. не м. б. рассматриваемы как род фальсифицирующей примеси, которая снижает ценность продукта. Применение Н. основано на использовании значительной поверхности соприкосновения между цементирую-

щим веществом и дисперсной фазой—наполнителем, причем соответственно возрастает поверхностная энергия системы, представляющей пластическую массу. Отсюда следует прежде всего важность значительной удельн. поверхности Н., достигаемой измельчением его частиц. В табл. 1 сопоставлены значения удельной поверхности нек-рых Н., особенно применяемых в резиновой промышленности; опыты показали, что качество резиновой смеси стоит в прямой зависимости с указанными значениями уд. поверхности.

Табл. 1.—Удельная поверхность некоторых наполнителей (по данным G. G. B. Люффа).

Род наполнителя	Удельная поверхность, дм.²/дм.³
Газовая сажа	1 905 000
Ламповая копоть	1 524 000
Каолин	304 800
Окись железа	152 400
Окись цинка	152 400
Глина	152 400
Литопон	101 600
Мел	60 950
Кизельгур	50 850
Тяжелый шпат	30 480

Точно так же, если применяется волокнистый наполнитель, то тонина волокна благоприятствует качествам пластич. массы, тогда как грубое волокно ухудшает массу; сопоставленные в табл. 2 значения поперечника нек-рых волокнистых материалов значительно разнятся между собой.

Табл. 2.—Тонина элементарного волокна некоторых волокнистых наполнителей (по данным Ф. Циркеля).

Род волокна	Поперечник волокна, μ
Шерсть лучшая	15—40
Хлопок	12—40
Пенька	16—30
Лен	12—26
Шелк	10—21
Японское волокно	4—18
Крокидолит капский	9
Хризотил канадский	1—1,5
Хризотил уральский	0,75

Далее, существенен вопрос о капиллярных явлениях на поверхности раздела обеих фаз, так как поверхностное натяжение на границе (частица Н.—окружающая среда) д. б. очевидно возможно меньшим для лучшей смачиваемости, т. к. при отсутствии хорошей смачиваемости Н. цементирующим веществом, т. е. при несоответственном подборе их друг к другу, продукт может получиться вполне негодным, так напр. слюда, прекрасный Н. шеллака и канифоли, оказывается весьма плохим Н. в отношении фенольноформальдегидных смол именно потому, что не смачивается этими последними. В табл. 3 сопоставлены нек-рые данные о Н. и соответствующих им цементирующих веществах, дающих при взаимном сочетании продукты хорошего качества. В искусстве пользоваться наполнителями много значит знать, какое именно свойство может быть достигнуто применением данного Н.; напр. для получения прочности на сжатие требуются Н.

Табл. 3.—Данные о применимости различных наполнителей в соответствии с избранным связующим веществом (по Э. Геммингу).

Классы пластич. масс и их названия	Связующее вещество	Наполнитель
A. Фенольноформальдегидные материалы	Фенольноформальдегидная смола	Древесная масса Асбест
B. Органич. холодные прессовки	Смолы Асфальты Каменноугольный пек Стеариновый пек Фенольноформальдегидная смола	Асбест Кремнезем Магнезия
C. Органич. горячие прессовки	Шеллак Даммар Канифоль Пеки Асфальты Тропич. смолы	Целлюлоза (древесная масса) Хлопок Глина Магнезия Слюда Кремнезем Асбест
D. Неорганич. холодные прессовки	Портландский цемент Хлорокисьцинковые цементы Составы из кремнекислоты, глинозема, извести, глины и магнезии	Асбест
G. Целлюлоид	Камфора	Целлюлоза
H. Слоистые изоляцион. материалы (фенольноформальдегидные)	Фенольноформальдегидные смолы	Бумага, холст и др. ткани

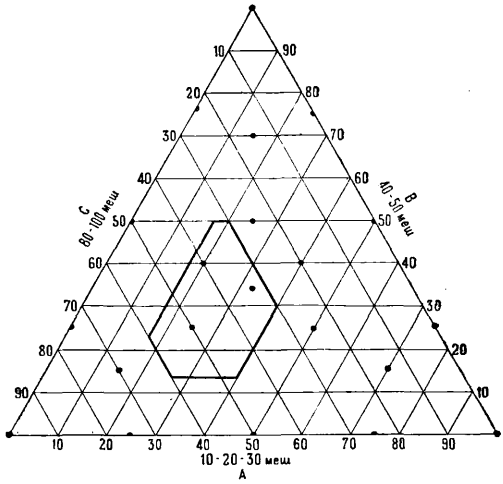
зернистые, причем необходимо сочетать зерна определенных размеров в определенных соотношениях. Вопрос о рациональном количественном соотношении и рациональном подборе зерен разного размера был предметом многочисленных изысканий, главн. обр. применительно к производству асфальтовых смесей для путей сообщения. В табл. 4 приведены результаты исследований, которые произведены в США, позволяющие наиболее выгодно подобрать минеральный Н. (песок для дорожного асфальта).

Исследование и практика привели к составлению трех составных Н., наиболее снижающих объем пустот между зернами и следовательно количество идущего на асфальт битумена. На фиг. 1 вычерчены в трилинейных координатах линии равного содержания пустот при комбинировании песка с зернами трех размеров, причем компонент *A* проходит через сито 10, 20, 30 меш, компонент *B* — через сито 40, 50 меш, а компонент *C*—через 80, 100 меш. На фиг. 2 выделена область соотношений в Н., дающая наиболее удовлетворительные результаты. Если требуется пластич. масса, обладающая прочностью на удар и на разрыв, то необходимо применение волокнистых Н. Как установлено опытами в отделе материаловедения Всесоюзн. электротехнич. ин-та, наиболее удачные пластич.

Табл. 4.—Американская классификация мостовых асфальтовых смесей.

Пределы величины зерен минерального наполнителя		Классы асфальтовых смесей					
		1	2	3	4 для легкого движения	4 для тяжелого движения	5
проходящих через сито	задерживающихся на сите	Содержание данной части в наполнителе в %					
1 дм.	¾ дм.	68	45	—	—	—	—
¾ дм.	½ дм.	25	8	—	—	—	—
½ дм.	¼ дм.	7	13	8	—	—	—
¼ дм.	10 меш		7	18	—	—	—
10 меш	20 »				8	3	
20 »	30 »		9	22	10	5	5
30 »	40 »				12	8	
40 »	50 »				15	14	
50 »	80 »		14	31	27	26	
80 »	100 »				9	15	15
100 »	200 »			14	10	14	
200 »	—		4		9	15	80
Содержание битумена в смеси в %		55,5	7	8,5	10	11	18
Битумен, применяющ. в асфальтовой смеси для связи		Пенетрация при 25° (77° Ф.)					
Характер езды	Темп-ра климата						
Легкая	Низкая	85	75	65	55	—	100
»	Высокая	75	65	65	45	—	100
Тяжелая	Низкая	75	65	55	—	45	90
»	Высокая	75	65	55	—	40	90

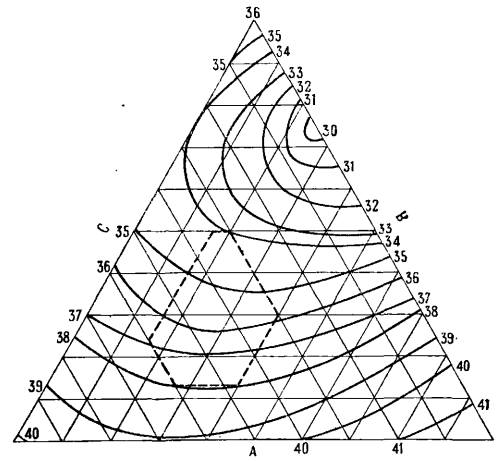
массы получаются при сочетании волокнистого Н. с порошкообразным, причем во многих случаях целесообразно получать последний сочетанием порошков средней мелкости с весьма тонкими; применение сажи, даже в небольших количествах, иногда м. б.



Фиг. 1.

весьма полезно. Волокнистый Н. во многих случаях способствует также выравниванию внутренних натяжений, образующихся при затвердевании пластич. массы, в силу охлаждения ее или высыхания. Но, с другой стороны, необходимо иметь в виду, что волокнистые Н. обладают своеобразными свойствами, которые в известном отношении могут быть вредны, напр. длинноволокнистый асбест, весьма хороший Н. в отношении многих свойств, однако не пропитывается смолистыми веществами и потому дает пластические массы, у к-рых поверхность сравнительно грубая и не обладает наилучшим внешним видом. Очесы хлопка и хлопковый линтер придают составам прочность на удар, но страдают малой тепло- и кислотостойкостью, а кроме того образуют при упаковке катышки, а поверхность пластических масс при обточке получается недостаточно чистой. В последнем отношении лучшие результаты дают шелковые очесы, но они экономически невыгодны для дешевых масс. При введении в пластические массы с водным цементирующим веществом нек-рые волокнистые Н., особенно древесные опилки, с трудом отдают поглощенную воду, тогда как бумага и растительные волокна отводят ее кнаружи, способствуя равномерному высыханию изделий.

Процесс введения Н. в цементирующее вещество требует известной внимательности. Различные компоненты наполнителя д. б. предварительно просушены и смешаны между собой в сухом виде. Однако процесс смешивания может вызвать иногда нежелательные результаты и не дать однородной смеси. Так например, опытами Дейера (F. C. Dayer, 1928)



Фиг. 2.

выяснено: 1) что при достаточной степени горизонтального встряхивания слой частиц различных размеров, но одного и того же уд. веса сам собой располагается так, что большие частицы оказываются наверху, а

меньшие—внизу; 2) что частицы с наибольшей инерцией стремятся занять область, где движение наиболее медленное; 3) что при наличии частиц различного размера и различного уд. в. Н. расслаивается по компонентам различного уд. в., а в пределах одного слоя—по величине частиц; и наконец 4) что значительно бóльшие частицы большего уд. в. могут смешиваться с меньшими частицами компонента меньшего уд. в. Следует также отметить нек-рые тонкости в самом процессе смешивания готового Н. с цементирующим веществом, например необходимость вводить цементирующее вещество в Н., а не наоборот, применение (в производстве пластич. масс из синтетических смол) эмульсий цементирующего вещества, а не растворов или его самого в несмешанном виде; как показано Ренэ Мейером, таким способом можно ввести в пластическую массу вместо обычных максимальных 40—50% Н. до 95%, причем качество продукта оказывается высоким, а стоимость—низкой.

Области применения Н. В настоящее время продукты, в которых применяются Н., чрезвычайно разнообразны, и едва ли можно найти отрасль промышленности, где обходились бы без них; таковы в особенности промышленности: бумажная, шелковая, текстильная, резиновая, электроизоляционная, строительная, дорожная и промышленность пластич. масс; более важные продукты этого рода перечислены в следующем списке, причем сюда попали вследствие трудности разграничения также и некоторые продукты с отяжелителями:

Асфальт для дорог	Настил пола
Бумага	Полировальные материалы
Веревки, снасти	Прессованные и литые изделия
Динамит	Прокладки труб и котлов
Замазки	Резиновые изделия
Зубная пудра и паста	Составы для чистки
Инсектисиды	Спички
Искусственные камни	Сухие элементы
Керамич. материалы	Текстильные товары
Кожа	Удобрения
Краски	Цементы
Кровельные материалы	Электроизоляционные пластич. массы
Линолеум и промасленные ткани	
Литейные формы	
Мыло	

В США в 1920 г. потребление Н. достигало 1 млн. *т*.

Классификация Н. В настоящее время число применяемых наполнителей достаточно велико. Так, из минеральных веществ применяются следующие:

Ангидрит	Кальцит	Сланец
Апатит	Кварцит	Сланцевая мука
Асбест. пудра	Кремень	Слюда
Асбестин(тальк)	Магнезит	Слюдистый каолин
Барит	Мел	Сукновальные глины
Бентонитовая глина	Мраморн. пыль	Тальк
Биотит	Окись железа	Тальковый камень
Гипс	Охра и умбра	Трепел
Глина	Пемза	Уголь измельченный
Графит	Песок	Целестин
Диатомит	Пирофиллит	
Доломит	Полевой шпат	
Известняки	Сера	
	Серпентин	

Из органических веществ применяются:

Бумага	Древесные опилки
Бумажная масса	Карболит измельч. (отходы или старые карболитовые изделия, наполнитель для карболита же)
Бурый уголь	«Кокос» — опилки скорлупы кокосового ореха
Волокна растительные различные	
Вулканизованная фибра измельченная (отходы)	
Линтер	
Сблома	
Торф	
Фибра (см. *Вулканизованная фибра*)	
Формолит (продукт конденсации непредельных соединений нефти с формальдегидом)	
Хлопковые волокна (очесы, линтер)	
Шелк (см.)	

Классификация этих многочисленных Н. может быть проведена по химич. составу, по физич. состоянию (твердые, мягкие, пластичные, жидкие, газообразные), по строению и по форме (длинно- и коротковолнистые, угловатые, округлые, шарообразные), по экономическому признаку (классы стоимости), по т. н. зерновому составу (т. е. по содержанию частиц того или иного размера) и т. д.

Технические условия. Общих технич. условий на Н. не существует в виду чрезвычайно большого разнообразия как Н., так и областей их применения и в виду малой изученности общей функциональной феноменологии этого рода материалов. При настоящем состоянии знаний можно наметить лишь некоторые пункты технич. условий, а именно: 1) тождество данного Н. с тем минеральным или органич. видом, за к-рый он выдается; 2) химическая чистота—в одних случаях или определенное ограничение допустимых примесей признаваемых безвредными; 3) отсутствие примесей признаваемых вредными, или граница допустимости; 4) отсутствие или определенная граница содержания влаги; 5) определенный зерновой состав; 6) определенная форма зерна или, в случае волокнистых материалов, определенная длина и тонина волокна.

Лит.: Ферсман А. Е. и Щербаков Д. И., Наполнители и отяжелители, «НИ», Л., 1929, т. 4, стр. 107—110 (тут же дальнейшие ссылки на другие места «НИ»); Green H., Microscopy of Paint a. Rubber Pigments, «Chemical a. Metallurg. Engineering», N. Y., 1923, v. 28, *2*, p. 53—57; Ingalls F. P., Use of Silica a. Other Mineral Filler in Paint, «Rock Products», Chicago, 1921, 26 Febr.—7 May; Weigel W. M., Non-metallic Mineral Filler Industry, «Transactions of the Amer. Inst. of Mining a. Metallurgical Engineers», N. Y., 1922, 11 Febr.; Weigel W. M., Size a. Character of Grains of Non-metallic Mineral Fillers, «Techn. Paper Bureau of Mines», Wsh., 1924, *296*, p. 44; Ladoo, R. B., Non-metallic Miner, p. 363—368, N. Y., 1925; Hemming E., Plastics a. Molded Electrical Insulation, N. Y., 1923; Ellis C., Synthetic Resins a. Their Plastics, N. Y., p. 378—388, 936, 1923; Hamlin M. L. a. Turner F. M., The Chemical Resistance of Engineering Materials, p. 183—184, N. Y., 1923; Gorisse P., Poudre à mouler, «Revue générale des matières plastiques», P., 1930, t. 6, *3*, p. 151—154; Dayer F. C., Reversed Classification by Crowded Settling, «University of Toronto Faculty of Applied Science a. Engineering School of Engineering Research», Toronto, 1928, Bull. *8*, p. 225—434. **П. Флоренский.**

НАПОР, гидравлическое давление, выраженное высотой водяного столба. Наглядное представление о различных видах Н. дает основное для гидравлики ур-ие Даниила Бернулли для элементарной струйки, реальной жидкости в установившемся движении:

$$z + \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + h_0 = C,$$

где z—вертикальное расстояние данного сечения струйки от горизонтальной плоскости, произвольно выбранной за нулевую (потенциальная энергия положения к-рой принята равной 0); p—гидромеханич. давление в данном сечении струйки; γ—уд. вес жидкости; v—скорость частицы жидкости в данном сечении вдоль струйки; g—ускорение силы тяжести=9,81 *м/ск*²; h_0—потеря Н. на протяжении от нек-рого начального

сечения струйки до данного сечения; C—постоянная величина для всей рассматриваемой струйки. Все входящие в ур-ие члены имеют линейную размерность. Ур-ие выведено для единицы веса жидкости. По умножении на вес рассматриваемой частицы все члены ур-ия получат размерность работы, и каждый член будет представлять собою определенный вид запаса энергии рассматриваемой частицы. Член z—геодезич. отметка положения частицы—называется геодезическим Н. и выражает запас потенциальной энергии положения данной частицы. Член $\frac{p}{\gamma}$ — приведенная высота давления—называется пьезометрическим Н. и выражает запас потенциальной энергии давления данной частицы. Сумма $z+\frac{p}{\gamma}$ представляет собой Н., выражающий весь запас потенциальной энергии рассматриваемой частицы. Член $\frac{v^2}{2g}$ носит название скоростного Н. и выражает запас кинетич. энергии частицы. Член h_0 называется потерей Н. и выражает собой потерю энергии на пути движения частицы. Для случая потенциального безвихревого движения жидкости ур-ие Д. Бернулли м. б. с полной точностью применено к целому потоку жидкости с поперечным сечением конечных размеров, напр. к потоку в трубе. Для движения без потенциала скоростей ур-ие Д. Бернулли м. б. применено и к целому потоку с сечением конечных размеров только в случае т. наз. периодически установившегося параллельного движения или медленно изменяющегося движения (mouvement graduellement varié). В последнем случае в ур-ии Д. Бернулли величины z и p берутся для произвольной, но обязательно одной и той же, струйки. Вместо истинной скорости элементарной струйки подставляют среднюю для всего сечения скорость, причем одновременно с этой подстановкой приписывают к члену $\frac{v^2}{2g}$ ур-ия Д. Бернулли коэф. α, численные значения к-рого, когда движение происходит в сосудах правильной формы при отсутствии значительных возмущений, не превосходит 1,11. Поэтому практика для громадного числа случаев одноразмерного движения принимает обычно $\alpha=1$, т. е.

$$\alpha\frac{v^2}{2g}=\frac{v^2}{2g}.$$

Применяя ур-ие Д. Бернулли к целому потоку в трубе, h_0 можно выразить так:

$$h_0=\sum\xi\cdot\frac{v^2}{2g}+\lambda\cdot\frac{l}{D}\cdot\frac{v^2}{2g};$$

здесь ξ и λ—коэфициенты, зависящие: ξ—от местных препятствий на пути движения жидкости и λ—от шероховатости стенок трубопровода, а также от скорости и гидравлического радиуса потока; оба коэф-та зависят также от вязкости жидкости и определяются опытным путем; l—длина трубопровода; D—диаметр его. Член $\sum\xi\cdot\frac{v^2}{2g}$ представляет собой потерю напора от местных сопротивлений, появляющихся при проходе жидкости через колена, тройники, задвижки, краны, клапаны и другие фасонные и арматурные части водопровода. Член $\lambda\cdot\frac{l}{D}\cdot\frac{v^2}{2g}$ представляет собой потерю Н. от трения.

Определение потерь Н. чрезвычайно важно, т. к. только зная потери можно судить о фактич. запасе энергии в жидкости. Если от горизонтальной плоскости, отстоящей на высоте полного начального Н. от нулевой горизонтальной плоскости сравнения, отложить вниз отрезки, равные потерям напора, для соответствующих точек водопровода и полученные точки соединить линиями, то линия, т. о. полученная, носит название напорной линии. Напорная линия характеризует запас энергии в данной точке трубопровода при установившемся движении. В целом ряде инженерных сооружений желательно преобразовать всю потенциальную энергию в кинетическую, в других, наоборот, иметь всю энергию в потенциальной форме. Такое превращение достигается при помощи специальных гидравлич. устройств. В пожарном деле, напр. при помощи брандспойта, весь пьезометрич. Н. преобразуется в скоростной Н., что позволяет получать мощную пожарную струю. При этом член ур-ия Д. Бернулли $\frac{p}{\gamma}$ уменьшается почти до нуля, а член $\frac{v^2}{2g}$ возрастает до возможно большей величины. При впуске жидкости на лопатки турбины точно также преобразовывают пьезометрич. Н. в скоростной, что достигается в случае капельной жидкости (воды) при помощи направляющего аппарата и в случае упругой жидкости (газа или пара) при помощи особой насадки—сопла. При питании паровых котлов водой обычно употребляется *инжектор* (см.), в котором скоростной Н. текущей смеси пара и воды преобразуется в пьезометрический Н.; здесь, наоборот, член уравнения Д. Бернулли $\frac{v^2}{2g}$ понижается почти до нуля, а член $\frac{p}{\gamma}$ возрастает до необходимой большей величины. Превращение скоростного напора в пьезометрический происходит в различного рода диффузорах. Приводимые здесь примеры являются только некоторыми характерными частными случаями преобразования одного вида Н. в другой.

При расчете водоводов различают статический Н. и динамический Н. В начале трубопровода имеется всегда заданный напор определяемый или высотой расположения *напорного бака* (см.) или пьезометрическим Н., создаваемым в этом месте насосом. В первом случае потенциальная энергия выражается напором положения z—первым членом ур-ия Д. Бернулли, во втором случае потенциальная энергия выражается пьезометрическим напором $\frac{p}{\gamma}$ — вторым членом того же ур-ия. Начальный Н. определяет собой статич. Н. для всей сети водопровода, который т. о. постоянен для всякой точки сети водопровода. При возникновении течения жидкости появляется потеря Н. вдоль водовода, что понижает Н. в различной степени для разных точек водовода. Особенно сильно понижается Н. в удаленных от начала питания точках. При нек-ром установившемся режиме динамич.

Н. представляет собой разность статич. Н. и потери Н. до данной точки водопровода. Напорная линия изображает динамич. Н. в данной точке водовода. В силовых трубопроводах, где Н. вообще очень велик, динамич. Н. при установившемся режиме течения, так же как и в обычном водопроводе, ниже статического вследствие потерь, к-рые определяют собой кпд водопровода. При запирании трубопровода с протекающей в нем жидкостью происходит вследствие гидравлич. удара следующее явление: динамич. Н. быстро повышается и может достигнуть значительной величины, превышающей статический Н. Это явление вообще опасно для труб и при быстром закрытии затворов может повлечь за собой разрыв труб вблизи задвижки и порчу водовода. Для устранения этого опасного явления предписывается медленное закрывание затворов в течение нескольких минут (см. *Гидравлика*). В водопроводном деле при подводе воды к источникам потребления, как напр. к пожарным гидрантам или водоразборным кранам, необходимо иметь некоторый избыток Н. у гидранта или крана для расходования этого Н. при пользовании источником потребления, например для создания пожарной струи. Этот избыток Н. в данной точке сети носит название свободного Н. Свободный Н. для каждой точки водопроводной сети д. б. не менее определенной величины.

Лит.: Есьман И. Г., Гидравлика, 3 изд., Тифлис, 1930; Брилинг С. Р., Пособие для проектир. и расчета водопроводных линий и городских сетей, 2 изд., Москва, 1930; Павловский Н. Н., Гидравлика, Ленинград, 1930; Banki O., Energie-Umwandlungen in Flüssigkeiten, B. 1, B., 1921; см. также *Гидравлика*. **В. Брилинг.**

НАПОРНЫЕ БАКИ, искусственные сооружения, вместилища, устраиваемые для хранения жидкостей и располагаемые на высоте, достаточной для питания раздаточной сети труб под естественным напором этих жидкостей. В водопроводном деле Н. б. служат, с одной стороны, для регулирования неравномерности между притоком воды и расходом ее в водопроводной системе и, с другой,—для создания напора в сети во время питания последней от бака. Первое достигается достаточной емкостью бака, второе—расположением бака на достаточной высоте. В общем Н. б. ничем не отличаются от *водонапорных резервуаров* (см.). **С. Брилинг.**

НАПРАВЛЕННОЕ РАДИО осуществляется при помощи направленных антенн (см. *Волновая антенна*, *Гониометр*, *Замкнутая антенна*, *Лучевая антенна*); используется для направленной передачи и направленного приема радиосигналов. По терминологии, принятой 9 Всесоюзным электротехническим съездом (ВЭС), направленная антенна — антенна, обладающая свойством излучения или приема радиоволн вдоль некоторых направлений в большей степени по сравнению с другими. Практически направленность антенн рассматривается преимущественно в горизонтальной плоскости (т. е. изучается неодинаковое по различным азимутам от места расположения антенны излучение или прием). Однако теоретически, а в последнее время и практически (для коротких волн), Н. р. представляет не меньшее значение и в вертикальной плоскости. Направленность антенн обычно характеризуется диаграммами направленности (или, иначе—полярными диаграммами): для горизонтальной направленности—это кривая, которая соединяет концы радиусов-векторов в различных азимутах, представляющих значения *напряженности* (см.) электрич. или магнитного поля излучаемой или принимаемой электромагнитной волны (или величины, им пропорциональные). Практически направленный радиоприем реализуется на всем диапазоне частот; направленное излучение применяется преимущественно только на коротких, промежуточных и реже — средних волнах (разделение диапазона частот на категории—см. *Несущая волна*).

Направленный радиоприем. В зависимости от частоты воспринимаемых колебаний цели применения направленных антенн таковы: 1) на длинных волнах направленные антенны в радиосвязи применяются гл. обр. для борьбы с *атмосферными разрядами* (см.) и с явлениями «эхо» у антиподов, а также с мешающим действием других передатчиков; 2) на средних волнах—гл. обр. для уменьшения помех от ближайших станций и отчасти для уменьшения действия на прием атмосферных разрядов; 3) на промежуточных, коротких и ультракоротких волнах — в целях уменьшения *замирания* (см.) сигналов и для устранения «эхо». Кроме того сложные системы направленных радиоприемных антенн имеют назначение воспринимать большее количество электромагнитной энергии волны корреспондента. Наконец на всем диапазоне частот только при помощи Н. р. при приеме возможно осуществить пеленгацию (см. *Пеленгатор*), т. е. определить направление поступающих электромагнитных волн. Направленный прием, как более часто применяющийся на практике, в отношении диаграммы направленности может быть классифицирован согласно помещаемой ниже таблице.

Направленное излучение. Основной целью направленного излучения в радиосвязи является концентрация энергии электромагнитной волны в определенном, наперед заданном направлении (или направлениях), с целью: увеличения сил и поля на месте приема (у корреспондента) и уменьшения помех другим приемникам. Направленное излучение практически применяется в следующих формах: 1) для радиосвязи—только на *коротких волнах* (см.); 2) для радионавигации: а) в форме *радиомаяков* (см.), б) в виде самоориентирующих радиостанций (вращающиеся рамки, контурный самоориентир—см. *Радиомаяк* и *Пеленгатор*). Оба последних применения используют область средних (реже ультракоротких) волн. Сравнение этих форм использования, еще не установившегося пока характера,—см. *Радиомаяк*. Диаграммы направленности при направленном излучении: 1) при коротких волнах — комбинационные характеристики (см. *Лучевая антенна*), 2) при средних—две окружности или же кардиоида (другие формы встречаются реже).

Лит.: Куксенко П. Н., Направленный радиоприем, М., 1930; Баженов В. И., Направляемый

Классификация диаграмм направленности для различных антенн.

Система антенны	Ур-ие для горизонтальной плоскости (α—азимутальный угол)	Условия наивыгоднейшего использования (d—расстояние между антеннами)	Оценка направлен. свойств антенны (для привед. максимумов) по сравнению с открытой антенной: для энергии	для напряжения	по сравн. с замкнутой антен.: для энергии
1. Замкнутая антенна (рамка или контур)	$E\cos\alpha$	—	0,5	0,707	—
2. Комбинация 2 замкнутых антенн для одностороннего приема:					
а) приемник в центре	$E\cos\alpha\sin\left[\frac{\pi d}{\lambda}(1+\cos\alpha)\right]$	—	—	—	—
б) приемник не в центре	» »	$\frac{d}{\lambda}=\frac{1}{16}\div\frac{1}{8}$	0,219	0,468	0,437
3. Комбинация замкнутой и открытой антенн	$E(1+\cos\alpha)$	естеств. фазирование $d=0$	0,375 0,219	0,613 0,468	0,75 0,437
4. Комбинация 2-антенных систем с кардиоидной характеристикой 2-гониометрических систем	$2E(1+\cos\alpha)\sin\left(\frac{\pi d}{\lambda}\cos\alpha\right)$ или $2E(1+\cos\alpha)\cos\left(\frac{\pi d}{\lambda}\sin\alpha\right)$	$\frac{d}{\lambda}=\frac{1}{6}$ и соответственно $\frac{d}{\lambda}=\frac{1}{2}$	0,165 0,275	0,406 0,525	0,33 0,55
5. Волновая антенна: а) $l=\lambda$ б) $l=2\lambda$ в) $l=3\lambda$	$E\frac{\cos\alpha}{\frac{\pi l}{\lambda}(1-\cos\alpha)}\sin\left[\frac{\pi l}{\lambda}(1-\cos\alpha)\right]$	—	0,195 0,158 0,117	0,441 0,397 0,342	0,39 0,315 0,234
6. Комбинирование волновых антенн (2 антенны)	$E\frac{\cos\alpha}{\frac{\pi l}{\lambda}(1-\cos\alpha)}\sin\left[\frac{\pi l}{\lambda}(1-\cos\alpha)\right]\cdot\cos\left(\frac{\pi l}{\lambda}\sin\alpha\right)$	$\frac{d}{\lambda}=\frac{1}{2}$	0,101	0,318	0,202

радиоприем, «Радиотехник», Н.-Новгород, 1919—21, *8—15*; Keen R., Wireless Direction Finding and Directional Reception, L., 1927; Walter L., Directive Wireless Telegraphy, L., 1921; Mesny R., Usage des cadres et radiogoniometrie, P., 1925.—О направленном радиоизлучении: «Proc. of the Inst. of Radio Engin.», N. Y., 1928.—О направленном радиоприеме: «Jahrb. d. drahtl. Telegr. u. Teleph.», B., ab 1928.

НАПРЯЖЕНИЕ электрическое или магнитное, работа электрич. или магнитных сил при переносе единицы положительного заряда (электрич. или магнитного) вдоль данного пути. Таким образом Н. есть линейный интеграл вектора *напряженности* (см.) поля:

$$U=\int\limits_{(c)}\boldsymbol{H}\,d\boldsymbol{r}.$$

Н. зависит не только от положения начальной и конечной точки, но и от самого пути. Так например, показания вольтметра, вообще говоря, зависят от расположения соединительных проводов. Необходимым и достаточным условием, чтобы это Н. не зависело от формы пути, является отсутствие завихрений у вектора напряженности:

$$\operatorname{rot}\boldsymbol{H}=0.$$

Другими словами, линейный интеграл вектора напряженности поля по любой замкнутой линии, Н. обхода в поле, при этом условии должен равняться нулю:

$$\oint\boldsymbol{H}\,d\boldsymbol{r}=0.$$

В этом случае Н. вдоль данной линии зависит только от положения начальной и конечной точек данной линии и м. б. выражено как разность значений скалярной функции, называемой *потенциалом* (см.) этих точек. Т. о. Н. может быть выражено в виде разности потенциалов только в безвихревом поле.

Электрическое Н.—линейный интеграл вектора напряженности электрического поля. Международной единицей электрического Н. является один вольт. В настоящее время для промышленных испытаний построены лаборатории, где регулярно получается Н. до 2 000 000 V; с другой стороны, например в тонких физических исследованиях приходится встречать Н., измеряемые в микровольтах. В технике весьма неудобно иметь дело с Н., зависящим от пути, соединяющего данные точки. Поэтому в большинстве случаев электрическое Н. стараются изображать в виде разности потенциалов. Так например, при изучении явлений переменного тока, когда вектор напряженности поля обладает завихрениями, сплошь и рядом приходится иметь дело с электрич. Н., зависящим от пути. В этом случае обычно в цепи электрич. тока рассматривают отдельно Н. на зажимах и вводят понятие индуктированной эдс для того, чтобы изображать вихревое электрич. поле в виде потенциального (см. *Индукции закон*).

За последнее время, особенно в герм. литературе, перестают говорить об индуктированной эдс и вместо этого применяют термин индуктированное электрическое Н. Электрич. Н. измеряется при помощи вольтметров или электрометров, а на линиях высокого Н. также при помощи клайдонографов (см. *Осциллограф*).

Магнитное Н., или магнитодвижущая сила,—линейный интеграл вектора напряженности магнитного поля. Международной единицей магнитного напряжения является один ампер или ампер-виток. Магнитное Н. может быть выражено в виде разности магнитных потенциалов в той части поля, где отсутствуют завихрения вектора напряженности магнитного поля, т. е. там, где отсутствуют электрич. токи. Магнитное Н. измеряется баллистич. методом при помощи пояса Роговского. Постоянное магнитное Н. не оказывает заметного действия на человеческий организм. **Я. Шпильрейн.**

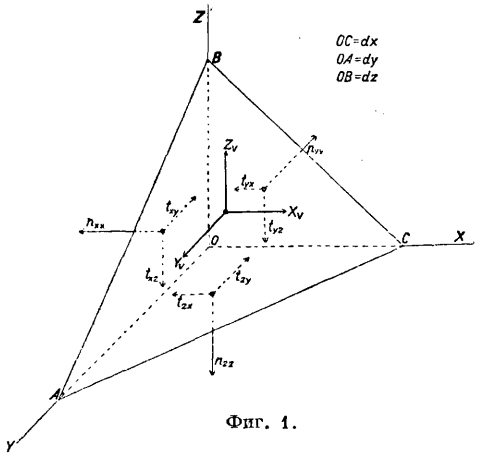
НАПРЯЖЕНИЕ в механике, см. *Напряженное состояние*.

НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, такое состояние тела, при к-ром деформация его под действием уравновешенных внешних сил прекратилась и все частицы тела пришли в равновесие. Если в теле, находящемся в таком состоянии, провести мысленно разрез, то обе части его должны находиться в равновесии, что возможно только при условии, что по поверхности разреза будут действовать какие-то внутренние силы, равнодействующая к-рых будет уравновешивать действие внешних сил, приложенных к каждой части тела. Эти внутренние силы называют внутренними силами упругости и соответственно Н. с. тела часто—состоянием упругого равновесия. В общем случае внутренние силы распределяются по поверхности сечения конечных размеров неравномерно, но если мы выделим вокруг точки A на поверхности сечения v очень малую площадку $\Delta\omega$, то в пределах такой площадки можно допустить, что силы распределены равномерно. Деля на площадь этой площадки передаваемую через нее часть ΔR общей равнодействующей внутренних сил R, получим среднее значение напряжения для площадки $\Delta\omega$. Уменьшая эту площадку до нуля и притом так, чтобы контуры площадки заключали в себе точку A, мы для $\frac{\Delta R}{\Delta\omega}$ в пределе получим напряжение в точке A:

$$\sigma = \lim_{\Delta\omega\to 0}\left(\frac{\Delta R}{\Delta\omega}\right) = \frac{dR}{d\omega}, \qquad (1)$$

к-рое т. о. для данного сечения v при неравномерном распределении напряжений определяет интенсивность внутренних сил упругости в точке A.

Величина равнодействующей R определяется из условия равновесия ее с внешними силами, приложенными к рассматриваемой части тела. За направление напряжения σ принимается направление равнодействующей, относящейся к данной точке; т. к. направление это вообще неизвестно, то при изучении Н. с. изучают слагающие напряжения: n—нормальное к поверхности площадки и t—касательное к ней. Нормальные напряжения вызывают растяжение или сжатие материала в точке, а касательные—сдвиг или срезывание. В общем случае напряжение в точке характеризуется слагающими по трем осям координат, для чего вводятся следующие условные обозначения. Напряжение, относящееся к площадке, перпендикулярной к оси x-ов и параллельное самой оси, обозначается двумя одинаковыми индексами n_{xx}; очевидно, что это напряжение, нормальное к площадке. Напряжения, относящиеся к той же площадке, но параллельные другим осям, обозначаются также двумя значками, причем первый определяет площадку, к к-рой относится напряжение, а второй — направление напряжения: t_{xy}, t_{xz} и т. п. Эти напряжения очевидно являются касательными к площадке, нормальной к оси x-ов (фиг. 1). При определении направления этих напряжений принимают нормальные напряжения растягивающими, т. е. вы-



Фиг. 1.

ходящими из сечения; направления же касательных напряжений принимают по соображению с направлением нормального напряжения; если последнее направлено в сторону положительного направления оси, то направление касательных напряжений принимается по положительному направлению двух других осей; если же направление нормального напряжения принято по отрицательному направлению оси, то и направление касательных напряжений принимается по отрицательным направлениям соответствующих осей (фиг. 1).

Через любую точку тела можно провести бесчисленное множество различно направленных площадок, но напряжение по любой из этих площадок м. б. найдено, если известны напряжения по трем взаимно перпендикулярным площадкам, проходящим через ту же точку, что вытекает из условия равновесия тетраэдра $OABC$, к-рый можно представить себе вырезанным из тела в рассматриваемой точке O плоскостью v (ABC) и тремя плоскостями по направлению координатных осей, на к-рых плоскость v отсекает бесконечно малые грани dx, dy и dz, стремящиеся к нулю, что позволяет считать напряжения во всех четырех плоскостях тетраэдра отнесенными к точке O тела. Если обозначить площадь грани ABC через ω_v, то пло-

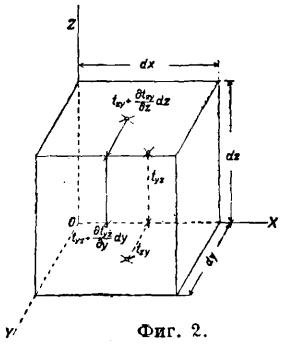
щади остальных граней тетраэдра определятся величинами

$$\omega_v \cos(x, v),\ \omega_v \cos(y, v),\ \omega_v \cos(z, v).$$

Из условия проекции на каждую из осей после сокращения на ω_v получаем:

$$\left.\begin{aligned} X_v &= n_{xx}\cos(x,v)+t_{yx}\cos(y,v)+t_{zx}\cos(z,v)\\ Y_v &= n_{yy}\cos(y,v)+t_{xy}\cos(x,v)+t_{zy}\cos(z,v)\\ Z_v &= n_{zz}\cos(z,v)+t_{yz}\cos(y,v)+t_{xz}\cos(x,v)\end{aligned}\right\}. \quad (2)$$

Таким образом слагающие напряжения по плоскости v определяются девятью слагающими напряжений по координатным плоскостям тетраэдра. Из рассмотрения прямоугольн. параллелепипеда (фиг. 2), который вырезан из тела у той же точки, следует, что существует такая взаимность по равенству касательных напряжений между собой:



Фиг. 2.

$$t_{xy} = t_{yx};\ t_{yz} = t_{zy};\ t_{zx} = t_{xz}. \quad (3)$$

Действительно, из условия моментов всех сил, приложенных к параллелепипеду, относительно осей, проходящих через ц. т. его, для оси параллельной оси x-ов имеем:

$$t_{yz}\,dxdz\cdot\frac{dy}{2}+\left(t_{yz}+\frac{\partial t_{yz}}{\partial y}dy\right)dxdz\cdot\frac{dy}{2}-$$
$$-t_{zy}\,dydx\cdot\frac{dz}{2}-\left(t_{zy}+\frac{\partial t_{zy}}{\partial z}dz\right)dxdy\cdot\frac{dz}{2}=0.$$

Пренебрегая бесконечно малыми высшего (4-го) порядка, получим:

$$t_{yz}\,dxdzdy - t_{zy}\,dxdzdy = 0,$$

откуда

$$t_{yz} = t_{zy}.$$

Аналогично может быть доказано, что

$$t_{xy} = t_{yx} \text{ и } t_{zx} = t_{xz}.$$

Эта взаимность между касательными напряжениями приводит к тому, что для определения слагающих напряжений в любой плоскости надо знать шесть элементов составляющих напряжений в трех координатных плоскостях.

Проекция напряжения в плоскости v на нормаль к этой плоскости определится как сумма проекций составляющих

$$n_{vv} = X_v\cos(v, x) + Y_v\cos(v, y) + Z_v\cos(v, z), \quad (4)$$

или, подставив значение X_v, Y_v и Z_v и сделав приведение, получим:

$$n_{vv} = n_{xx}\cos^2(v, x) + n_{yy}\cos^2(v, y) + n_{zz}\cos^2(v, z) + 2t_{xy}\cos(v, x)\cos(v, y) + 2t_{yz}\cos(v, y)\cos(v, z) + 2t_{xz}\cos(v, x)\cos(v, z). \quad (5)$$

Если площадка v поворачивается вокруг точки O и если в соответствии с ее поворотом откладывать по нормали к площадке отрезки $\varrho = 1:\sqrt{n_{vv}}$, то координаты концов этого отрезка будут:

$$x = \varrho\cos(v, x);\ y = \varrho\cos(v, y);\ z = \varrho\cos(v, z). \quad (6)$$

Подставив значения косинусов в выражение (5) напряжения n_{vv}, получим:

$$n_{xx}x^2 + n_{yy}y^2 + n_{zz}z^2 + 2t_{xy}xy + 2t_{yz}yz + 2t_{yx}xz = 1, \quad (7)$$

т. е. уравнение второго порядка. Изменяя направление координатных осей, можно выбрать такое направление их, что коэф-ты при членах с произведением координат будут равны 0. Для таких осей слагающие касательные напряжения будут равны нулю, и останутся только нормальные напряжения. Плоскости, к к-рым относятся эти оси, носят названия **главных плоскостей сечения**, а относящиеся к ним нормальные напряжения—**главными нормальными напряжениями** n_{11}, n_{22} и n_{33}. Величины этих нормальных напряжений определяются корнями кубического ур-ия:

$$-n^3 + (n_{xx} + n_{yy} + n_{zz})n^2 - (n_{xx}n_{yy} + n_{yy}n_{zz} + n_{zz}n_{xx} - t_{yz}^2 - t_{xy}^2 - t_{zx}^2)n + (n_{xx}n_{yy}n_{zz} + 2t_{xy}t_{xz}t_{yz} - n_{xx}t_{yz}^2 - n_{yy}t_{xz} - n_{zz}t_{yx}^2) = 0. \quad (8)$$

Оно получается из ур-ия (2) подстановкой в него вместо величин X_v, Y_v, Z_v значений их, к-рые выражены через главные напряжения n:

$$X_v = n\cos(v, x);\ Y_v = n\cos(v, y);\ Z_v = n\cos(v, z)$$

и исключением из полученных этим путем трех ур-ий косинусов углов, связанных между собой условием

$$\cos^2(v, x) + \cos^2(v, y) + \cos^2(v, z) = 1. \quad (9)$$

Из выражений (6) и (7) непосредственно видно, что сумма нормальных напряжений независимо от направления координатных осей есть величина постоянная:

$$n_{xx} + n_{yy} + n_{zz} = n_1 + n_2 + n_3 = \text{Const}.$$

Если отложить отрезок n_{vv} по направлению нормали к плоскости v от начала координат главных плоскостей, то координаты вершины отрезка будут:

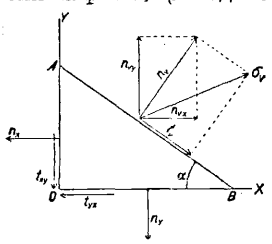
$$x = n_{vx} = n_1\cos(v, x);\ y = n_{vy} = n_2\cos(v, y);\ z = n_{vz} = n_3\cos(v, z);$$

но так как косинусы углов связаны условием (9), то

$$\frac{x^2}{n_1^2} + \frac{y^2}{n_2^2} + \frac{z^2}{n_3^2} = 1;$$

след. при вращении площадки полное нормальное напряжение к ней при различных положениях ее определяется отрезками, вершины к-рых очерчивают поверхность эллипсоида, называемого **эллипсоидом напряжений**. Когда одно из главных напряжений обращается в нуль, то эллипсоид обращается в эллипс, и напряжения для всех положений площадки будут лежать в одной плоскости; такое состояние тела называется **плоским напряженным состоянием** (плоская задача). Если два главных напряжения обращаются в нуль, то получится **линейное напряженное состояние**. Большинство технич. задач приводится к плоскостному и линейному Н. с., которые представляются более простыми для решения, чем пространственные, и рассматриваются в курсах сопротивления материалов. Вопросы о пространственном напряженном состоянии рассматриваются в курсах теории упругости.

При плоскостном Н. с. тетраэдр, показанный на фиг. 1, приводится к треугольн. призме (фиг. 3) с бесконечно малыми сторонами dx и dy и длиной по оси z, равной единице. В этом случае напряжения $n_{zz}=t_{zx}=t_{zy}=0$. Если же обозначить угол наклона площадки v к оси x-ов через α, то напряжение n_v, нормальное к этой площадке, определится следующим выражением:



Фиг. 3.

$$n_v = n_{vx}\sin\alpha + n_{vy}\cos\alpha = \\ = n_x\sin^2\alpha + n_y\cos^2\alpha + t_{xy}\sin 2\alpha, \quad (10)$$

и напряжение t_v, касательное к ней, определится выражением:

$$t_v = n_{vx}\cos\alpha - n_{vy}\sin\alpha = \\ = \frac{1}{2}(n_x - n_y)\sin 2\alpha + t_{xy}\cos 2\alpha. \quad (11)$$

Наибольшие значения нормального и касательного напряжений определяются из условий:

$$\frac{dn_v}{d\alpha} = 0 \quad \text{и} \quad \frac{dt_v}{d\alpha} = 0.$$

По первому из этих условий будем иметь:

$$2n_x\cos\alpha_1\sin\alpha_1 - 2n_y\sin\alpha_1\cos\alpha_1 + 2t_{xy}\cos 2\alpha_1 = 0,$$

откуда следует, что площадка с наибольшим нормальным напряжением наклонена к оси x-ов под углом

$$\operatorname{tg} 2\alpha_1 = -\frac{2t_{xy}}{(n_x - n_y)}. \quad (12)$$

Выразив величины $\cos^2\alpha$ и $\sin^2\alpha$ в функции угла $2\alpha_1$, из (10) получим:

$$n_v = \frac{1}{2}(n_x + n_y) - \frac{1}{2}(n_x - n_y)\cos 2\alpha_1 + t_{xy}\sin 2\alpha_1. \quad (13)$$

Подставив в него значение $\cos 2\alpha_1$ и $\sin 2\alpha_1$ из (12), получим выражения главных напряжений, максимального—n_1 и минимального—n_2 в таком виде:

$$n_1 = \frac{1}{2}(n_x + n_y) + \frac{1}{2}\sqrt{(n_x - n_y)^2 + 4t_{xy}^2};$$

$$n_2 = \frac{1}{2}(n_x + n_y) - \frac{1}{2}\sqrt{(n_x - n_y)^2 + 4t_{xy}^2}; \quad (14)$$

оба напряжения n_1 и n_2 взаимно перпендикулярны. Из сложения их вытекает, что

$$n_1 + n_2 = n_x + n_y = \text{Const}.$$

Из выражения (11) касательного напряжения t_v видно, что для главных плоскостей течения $t=0$. Наибольшее значение касательного напряжения определяется из условия $\frac{dt_v}{d\alpha} = 0$, т. е.

$$(n_x - n_y)\cos 2\alpha_2 - 2t_{xy}\sin 2\alpha_2 = 0,$$

которое удовлетворяется при условии

$$\operatorname{tg} 2\alpha_2 = \frac{(n_x - n_y)}{2t_{xy}} = -\frac{1}{\operatorname{tg} 2\alpha_1}, \quad (15)$$

из чего следует, что площади сечения с наибольшим и наименьшим значениями касательного напряжения направлены под углом $\alpha_2 = \alpha_1 + 45°$ и $\alpha_2 = \alpha_1 + 135°$ к координатным плоскостям или под углом 45° и 135° к главным плоскостям сечения. Величина наибольшего t_1 и наименьшего t_2 касательного напряжения определится после подстановки значения $\operatorname{tg} 2\alpha_2$ в выражение (11):

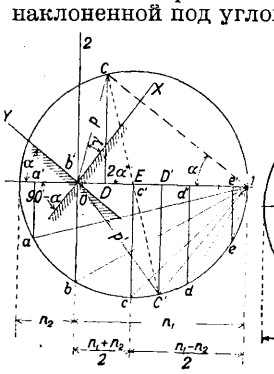
$$t_1 = \frac{1}{2}\sqrt{(n_x - n_y)^2 + 4t_{xy}^2}; \quad t_2 = -t_1. \quad (16)$$

Величины напряжений по различным плоскостям сечений, проходящих через точку, м. б. определены графически при помощи круга Мора. На фиг. 4 построен круг Мора на главных напряжениях n_1 и n_2 (в данном частном случае значения n_1 и n_2 взяты разных знаков, а именно: n_1—положительное, а n_2 — отрицательное). Разность этих напряжений $[n_1 - n_2]$ образует диаметр круга. Если взять какую-либо точку C круга и опустить из нее перпендикуляр на диаметр, то из чертежа нетрудно видеть, что

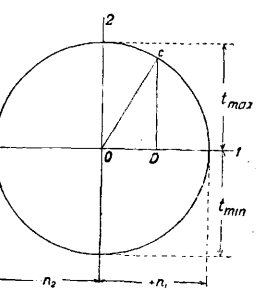
$$\overline{OD} = \frac{1}{2}(n_1 + n_2) - \frac{1}{2}(n_1 - n_2)\cos 2\alpha = n_y,$$

$$\overline{CD} = \frac{1}{2}(n_1 - n_2)\sin 2\alpha = t_{xy},$$

т. е. отрезок OD по диаметру круга, как абсцисса точки C, определяет величину нормального напряжения n_y в плоскости $C1$, наклоненной под углом α к главной оси (13),



Фиг. 4.



Фиг. 5.

и отрезок CD определяет величину касательного напряжения t_{yx} в той же плоскости (11). Напряжения n_x и t_{xy} в плоскости перпендикулярной определяются отрезками OD' и $D'C'$. Из чертежа видно, что истинное положение и величина напряжений в этих площадках определяются отрезками

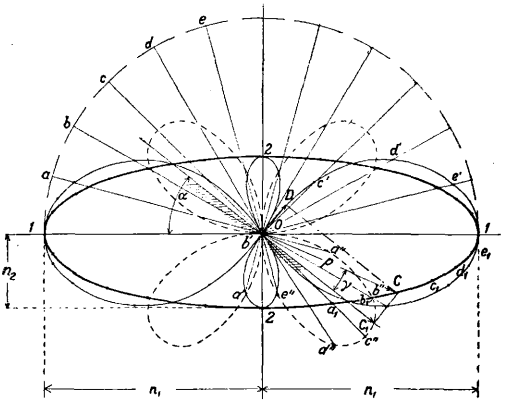
$$p = \sqrt{n_y^2 + t_{yx}^2} \quad \text{и} \quad p' = \sqrt{n_x^2 + t_{xy}^2}.$$

На фиг. 5 показан круг Мора для случая чистого сдвига, когда

$$t_{max} = \frac{1}{2}[n_1 - (-n_2)] = n_1. \quad (17)$$

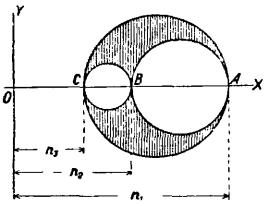
На фиг. 6 сделано построение эллипса напряжений на полуосях $\overline{O1} = n_1$ и $\overline{O2} = n_2$ и кривых (роза), характеризующих развитие нормальных и касательных напряжений по направлению любых плоскостей. Для построения этих кривых проводим на круге Мора ряд плоскостей сечений $1-a$, $1-b$, ..., $1-e$ и такие же плоскости проводим через центр эллипса. Откладывая по направлению перпендикуляра к каждой из этих плоскостей отрезки Oa', Ob', ..., Oe', получаем по ним кривые $2\,a'\,b'\,Oc'\,d'\,e'1$, характеризующие изменение величин наибольших нормальных напряжений. Откладывая в самих плоскостях отрезки Oa'', Ob'', ..., Oe'', получим кривую $Oa''\,b''\,c''\,d''\,e''\,O$ (на фигуре 6—пунктирная), определяющую величины касательных напряжений в различ-

ных плоскостях. Указанным построением такие кривые могут быть получены для каждой четверти. Проведя например плоскость под углом α к главной оси *1—1*, получим в пересечении ее с пунктирной кривой точку C_1, определяющую величину касательного напряжения $\overline{OC}_1 = t_{yx}$; проведя к той же плоскости перпендикуляр, получим в пересечении его со сплошной кривой точку D, определяющую величину нормального напряжения $\overline{OD} = n_y$. Отрезком $\overline{OC} = p$, вершина которого лежит на эллипсе напряжений,

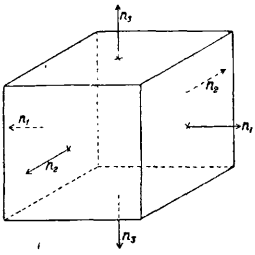


Фиг. 6.

определяются величина и направление напряжения p в рассматриваемой плоскости сечения (точки эллипса напряжений, соответствующие плоскостям a, b,...e отмечены буквами a_1, b_1, ..., e_1). В общем же случае Н. с. какой-либо точки тела, определяемого напряжениями $n_1 > n_2 > n_3$ по трем главным плоскостям, зависимость между напряжениями в любых плоскостях определяется тремя кругами (фиг .7): для плоскости сечения, параллельной плоскости *1 — 2*, — кругом AB, для плоскости сечения, параллельной плоскости *1—3*,—кругом AC и для пло-



Фиг. 7.



Фиг. 8.

скости, параллельной *2 — 3*, — кругом BC. Для плоскостей, пересекающих все три координатных оси, напряжения в них изображаются координатами точек, лежащих в заштрихованной площади.

Выведенные выше величины наибольших суммарных напряжений выражены в функции слагающих напряжений, определяемых по равнодействующим и моментам, вызываемым в сечении действием внешних сил. Но по закону Гука всякое напряжение является линейной ф-ией от *деформации* (см.). В телах изотропных, имеющих одинаковые упругие свойства во всех направлениях, эта линейная зависимость упрощается (см. *Деформация*, ф-лы 9 и 10), что позволяет величины наибольших напряжений по направлению главных осей, обозначенные условно через $[n]$, выразить следующими ф-лами (фиг. 8):

$$\left.\begin{aligned} [n_1] &= Ee_1 = n_1 - \eta(n_2 + n_3) \\ [n_2] &= Ee_2 = n_2 - \eta(n_1 + n_3) \\ [n_3] &= Ee_3 = n_3 - \eta(n_1 + n_2) \end{aligned}\right\}. \qquad (18)$$

Эти напряжения в главных плоскостях, выраженные через суммарную деформацию, носят название **приведенных главных напряжений**; в них η—коэфициент Пуассона. При плоскостном действии сил $n_3 = 0$, потому приведенные напряжения определяются выражениями:

$$[n_1] = n_1 - \eta n_2 \quad \text{и} \quad [n_2] = n_2 - \eta n_1, \qquad (19)$$

к-рые после подстановки в них величин n_1 и n_2 по ф-лам (14) приводятся к виду:

$$\begin{aligned} [n_1] &= \tfrac{1}{2}(1-\eta)(n_x + n_y) + \\ &+ \tfrac{1}{2}(1+\eta)\sqrt{(n_x - n_y)^2 + 4t_{xy}^2}, \\ [n_2] &= \tfrac{1}{2}(1-\eta)(n_x + n_y) - \\ &- \tfrac{1}{2}(1+\eta)\sqrt{(n_x - n_y)^2 + 4t_{xy}^2}. \end{aligned} \qquad (20)$$

Величины касательных напряжений определяются по углам сдвига e_{xy}, e_{yz}, e_{zx} (см. *Деформация*, ф-ла 9):

$$t_{xy} = Ge_{xy}; \quad t_{yz} = Ge_{yz}; \quad t_{xz} = Ge_{xz}, \qquad (21)$$

где G—модуль упругости при сдвиге.

Входящие в выражения наибольших нормальных и касательных напряжений величины напряжений n_{xx}, n_{yy}, n_{zz}, t_{xy}, t_{xz}, t_{yz} в координатных плоскостях определяются из условий равновесия тела при рассечении его по направлениям этих плоскостей. Для их определения сложное действие внешних сил на тело расчленяют на простые: действие продольной силы (растяжение и сжатие), действие поперечной силы (сдвиг и срезывание), поперечный изгиб и кручение (см. *Изгиб*, *Кручение*). При действии продольной силы N, направленной вдоль оси бруса и приложенной в центре тяжести сечения его, напряжения в сечении, нормальном к оси бруса, будут $t_{xy} = 0$, $n_x = \pm\frac{N}{\omega} = n_1$, из чего следует, что нормальное напряжение в этом сечении является главным и $n_2 = 0$. В плоскостях, наклоненных под любым углом α к оси, напряжения будут определяться выражениями (формулы 10 и 11):

$$n = n_1 \cos^2\alpha = \frac{N}{\omega}\cos^2\alpha; \quad t_\alpha = \frac{1}{2}\frac{N}{\omega}\sin 2\alpha.$$

Наибольшее касательное напряжение имеет место в сечениях, наклоненных под углом $\alpha = 45°$ к оси бруса, когда $t = \frac{1}{2}n_1$. При действии поперечной силы Q, направленной перпендикулярно к оси бруса, деформация бруса всегда сопровождается не только сдвигом сечения одно относительно другого, но и изгибом. В отдельных случаях практики (срезывание в заклепках, во врубках и т. п.) принимают, что касательное напряжение в сечении, нормальном оси, распределяется равномерно по сечению и определяется величиной $t_{xy} = \frac{Q}{\omega}$, причем в этом сечении $n_x = n_y = 0$, что соответствует случаю чистого сдвига (ф-ла 17). Наибольшие и наименьшие нормальные напряжения имеют место в пло-

скостях, наклонных под углами $\pm 45°$ к оси; величина их (ф-ла 14): $n_1 = -n_2 = t = \frac{Q}{\omega}$.

При кручении, возникающем под влиянием момента M_z, плоскость к-рого нормальна к оси бруса, в сечениях бруса, нормальных к оси, развиваются только касательные напряжения, к-рые для брусьев круглого сечения определяются величинами (см. *Кручение*):

$$t_{xy} = \frac{M_z}{I_\varrho} r, \quad n_x = n_y = 0,$$

что соответствует случаю чистого сдвига (ф-ла 17) (I_ϱ – полярный момент инерции площади поперечного сечения). Наибольшие нормальные напряжения имеют величину (ф-ла 14):

$$n_1 = + t_{xy} = \frac{M_z}{I_\varrho} r, \quad n_2 = -n_1$$

и относятся к сечению, наклоненному под углом 45° к оси бруса (ф-ла 15).

Напряжение при чистом изгибе, вызываемое действием сил, лежащих в одной из плоскостей, совпадающих с направлением главных осей поперечного сечения бруса (фиг. 9), определяется выражением (см. *Изгиб*):

$$n_x = \frac{M_z}{I_z} y \text{ или } n_x = \frac{M_y}{I_y} z \text{ и } n_y = 0,$$

в к-рых I_z и I_y—моменты инерции сечения, а y и z—координаты рассматриваемой точки. Очевидно, что наибольшие напряжения имеют место в крайних точках сечения

$$n_x = \frac{M_z}{W_z} \text{ или } n_x = \frac{M_y}{W_y},$$

в к-рых W_z и W_y—моменты сопротивления сечения. В большинстве случаев практики изгиб сопровождается действием поперечной силы, и тогда напряжения в отдельных точках сечения определяются величинами:

$$n_x = \frac{M_z}{I_z} y, \quad n_y = 0, \quad t_{xy} = \frac{Q \cdot S_{h-y}}{I_z \cdot b_y},$$

в к-рых S_{h-y}—статич. момент части сечения от уровня рассматриваемой точки O до контура сечения (фиг. 9), b_y—ширина сечения на уровне точки. Одновременное действие изгибающего момента и поперечной силы является одним из наиболее распространенных случаев комбинированного действия сил. Величина наибольших нормальных и касательных напряжений, определяемых по формулам (14) и (16), будет меняться в зависимости от положения точки в сечении. Для точек, наиболее удаленных от оси сечения, напряжения будут:

$$n_1 = \frac{M}{W}; \; n_2 = 0; \; t = 0;$$

для этих точек сечение, нормальное к оси бруса, является главным сечением; и т. к. для него $n_2 = 0$, то эллипс напряжений в этих точках обращается в прямую линию (фиг. 10, *1—1* в крайней верхней точке сечения и *2—2* в нижней). Для точек, расположенных на оси бруса,

$$n_1 = n_2 = 0, \; t_{max} = -t_{min} = \frac{QS_0}{I_z b_0};$$

для этих точек в сечении, нормальном к оси, имеет место чистый сдвиг; эллипс напряжения в этих точках превращается в круг. Для всех остальных точек сечения главные напряжения определяются величинами (14):

$$n_{1,2} = \frac{M}{I} \pm \frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{M}{I} y\right)^2 + 4\left(\frac{QS_{h-y}}{Ib_y}\right)^2}$$

и наибольшие касательные величиной (16):

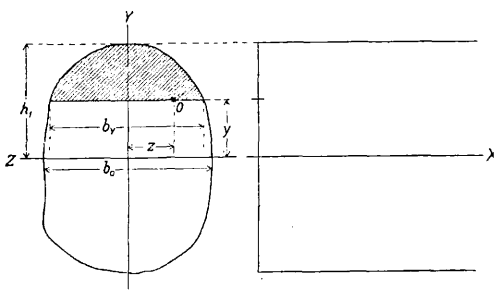
$$t_{max,\, min} = \pm \frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{M}{I} y\right)^2 + 4\left(\frac{QS_{h-y}}{Ib_y}\right)^2},$$

причем нормальное напряжение будет направлено под углом α_1 (13):

$$\operatorname{tg} 2\alpha_1 = -\frac{2QS_{h-y}I}{I \cdot b_y \cdot M \cdot y} = \frac{-2QS_{h-y}}{M \cdot b_y\, y}.$$

На фиг. 10 показано приближенное очертание и направление осей эллипса напряжений в этих точках.

При сложном действии внешних сил и моментов, вызывающих каждое в отдельности нормальные напряжения, величина сум-



Фиг. 9.

марного нормального напряжения определяется на основании закона о независимости действия сил простым алгебраич. сложением по величине и знаку. Так напр., при внецентренном действии продольной силы, приложенной к точке с координатами a и b, что сопровождается действием в сечении бруса продольной силы N и моментов $M_x = Na$ и $M_y = Nb$, нормальное напряжение для любой точки сечения с координатами x и y определяется выражением:

$$n = \frac{N}{\omega} + \frac{M_x}{I_x} y + \frac{M_y}{I_y} x = \frac{N}{\omega}\left(1 + \frac{ay}{\varrho_x^2} + \frac{bx}{\varrho_y^2}\right), \quad (22)$$

где ϱ_x и ϱ_y—соответственные радиусы инерции, из чего следует, что в общем случае действия силы и моментов нормальное напряжение распространяется по сечению по закону плоскости. При одновременном действии на брус круглого сечения изгибающего и закручивающего моментов, что сопровождается развитием в сечениях бруса нормальных к оси напряжений

Фиг. 10.

$$n_x = \frac{M_z}{I_z} y, \quad t_{изг.} = \frac{QS_{h-y}}{I_z b_y}, \quad t_{кр.} = \frac{M}{I_\varrho} r,$$

величины наибольшего и наименьшего нормальных напряжений будут иметь место в точках, наиболее удаленных от нейтрального слоя (фиг. 11), и определяются из следующих выражений (14):

$$n_1 = \frac{1}{2}\frac{M_z}{W_z} + \frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{M_z}{W_z}\right)^2 + \left(\frac{M_{кр.}r}{I_z}\right)^2} =$$

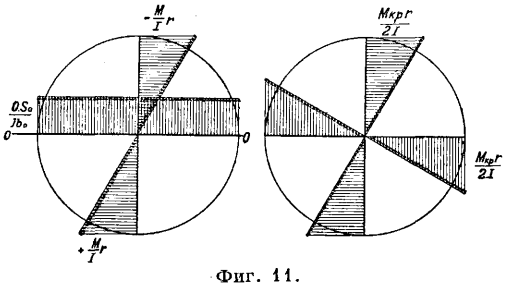
$$= \frac{1}{2W_z}\left(M_z + \sqrt{M_z^2 + M_{кр.}^2}\right);$$

$$n_2 = \frac{1}{2W_z}\left(M_z - \sqrt{M^2 + M_{кр.}^2}\right).$$

Наибольшее касательное напряжение в той же точке будет (16)

$$t_{max} = \frac{1}{W_z}\sqrt{M_z^2 + M_{кр.}^2}.$$

Наибольшее же касательное напряжение в крайних точках нейтрального слоя определяется из суммирования касательных на-



Фиг. 11.

пряжений (фиг. 11), имеющих в этих точках одинаковое направление как при изгибе, так и при скручивании (16):

$$t_{max} = \frac{1}{2}\sqrt{4\left(\frac{QS_0}{2rI_z} \pm \frac{M_{кр.}r}{I_z}\right)^2} = \frac{QS_0}{2rI_z} \pm \frac{M_{кр.}r}{I_z}.$$

В качестве условия прочности при рассмотрении комбинированного действия кручения и изгиба чаще пользуются ф-лой приведенных главных напряжений (20), по к-рой наибольшее нормальное приведенное напряжение определяется величиной:

$$[n_1] = \frac{1}{W_z}\left(\frac{1-\eta}{2}M_z + \frac{1+\eta}{2}\sqrt{M_z^2 + M_{кр.}^2}\right);$$

при $\eta = 0{,}3$ это выражение принимает вид:

$$[n_1] = \frac{1}{W_z}\left(0{,}35M_z + 0{,}65\sqrt{M_z^2 + M_{кр.}^2}\right),$$

выражение, известное под названием ф-лы Сен-Венана.

Вопрос изучения Н. с. тела имеет своей целью определение необходимых размеров тела по условиям прочного сопротивления материала самого тела. Условием прочного сопротивления всякого тела, входящего в состав машины или сооружения, является сохранение им первоначальной своей формы, т. е. отсутствие в теле остаточных линейных и угловых деформаций; отсюда следует, что напряжения в частях тела д. б. таковы, чтобы наличие их в теле не сопровождалось появлением остаточных деформаций. В связи с этим выбор размеров каждого тела или каждой детали машины ограничивается величиной допускаемого напряжения. Величина допускаемого нормального напряжения n_0 выбирается как некоторая доля от временного сопротивления R материала или его предела упругости, т. е. $n_0 = \frac{1}{k}R$, где k—коэфициент запаса прочности, величина которого изменяется сообразно с однородностью упругих свойств материала и работой машины или сооружения. Самый расчет прочности делается по одной из формул напряжений в соответствии с тремя теориями прочности (см. *Прочность*). Если расчет делается по первой теории прочности, т. е. по величине наибольшего напряжения, что справедливо для случая линейного действия сил на тело, то используется формула (14) главных напряжений, и напряжение n_1 д. б. $\leqslant n_0$. Когда расчет прочности делается из условия, что линейная деформация не должна превосходить известного предела, то в случае пространственного действия сил используется формула (18), по которой

$$[n_1] = n_1 - \eta(n_2 + n_3) \leqslant n_0.$$

При плоскостном действии сил определение напряжения делается по ф-лам (19) или (20), по к-рым

$$[n_1] = n_1 - \eta n_2 \leqslant n_0.$$

Если расчет производится по третьей теории прочности из условия, что в теле не д. б. остаточных угловых деформаций, то допускаемое напряжение на сдвиг t_0 определяется из выражения касательного напряжения через главные (ф-ла 11 при $\alpha = 45^\circ$)

$$2t_0 = n_1 - n_2 \leqslant n_0.$$

Расчетное напряжение определяется по ф-ле (16) из условия $t_{max} \leqslant 0{,}5\ n_0$.

Изучение Н. с. при сложном действии сил не всегда разрешимо при существующем развитии теории упругости и сопротивления материалов. Существенную помощь в этом изучении при плоскостном действии сил оказывает оптический метод (см. *Деформация*), основанный на том, что запаздыванием лучей, пропускаемых через напряженную пластинку, определяется разность главных напряжений, т. е. величина наибольших касательных напряжений $2t = n_1 - n_2$. При пропуске через пластинку белого света последний в силу явления хроматич. поляризации разлагается на ряд цветов (кольца Ньютона), которые оттеняют распределение напряжений по пластинке; так, одноцветность показывает, что разность $(n_1 - n_2)$ одна и та же; это дает возможность проследить развитие в теле т. н. траекторий напряжений (см. *Деформация*, вкл. лист). Места, остающиеся на пластинке обесцвеченными, показывают, что в них отсутствуют сдвиги, т. е. $t = 0$, а это соответствует равенству главных напряжений. При наличии эталона, подвергающегося одновременно растяжению определенными силами и в соответствии с этим изменяющего свою окраску, представляется возможным определить разность напряжений $(n_1 - n_2)$ по хроматич масштабу (см. *Деформация*). Наконец, измеряя при помощи точнейших приборов (в сотых долях μ) изменение $\Delta\delta$ толщины пластинки в изучаемой точке, можно определить сумму главных напряжений из условия:

$$n_1 + n_2 = -\frac{E}{\eta}\cdot\frac{\Delta\delta}{\delta},$$

где E—модуль упругости материала пластинки, а η—коэфициент Пуассона для нее. Таким образом при помощи оптического метода выявляются: направление главных напряжений и величины $(n_1 - n_2)$ и $(n_1 + n_2)$, чем они вполне определяются.

Лит.: Митинский Н., Строительная механика, СПБ. 1914; Тимошенко С., Теория упругости, ч. 1, СПБ, 1914; Зайцев А., Оптич. метод изучения напряжений, Л., 1927; Love A., A Treatise on the Mathematical Theory of Elasticity, Cambridge, 1928; Föppl A., Vorlesungen über technische Mechanik, 4 Aufl., B. 5, B.—Lpz., 1922; Coker E., Föppl A. u. Föppl L., Drang u. Zwang, B. 1, 2 Aufl., Mch.—B., 1924, B. 2, Mch.—B., 1920; Coker E., The Determination by Photo-Elastic Methods of the Distribution of Stress, «Trans. of the Inst. of Naval Archit.», L., 1911. **И. Прокофьев.**

НАПРЯЖЕННОСТЬ (сила) поля, вектор, характеризующий электрич. или магнитное состояние данной части пространства. Н. электрическая определяется также как сила, действующая на единицу положительного электрич. заряда. В международных единицах Н. измеряется в V/*см*. Максимальное возможное значение Н. электрического поля определяется диэлектрич. крепостью среды. Воздух при нормальных условиях выдерживает около 28 kV/*см*. При дальнейшем повышении Н. наступает пробой. В вакууме при крайнем разрежении может существовать Н. в несколько миллионов V/*см*. При наличии электрич. поля в проводниках в них появляется электрич. ток, причем плотность этого тока пропорциональна Н. поля. Этим объясняется опасность сильных электрич. полей для человека, т. к. возникающий электрич. ток в теле человека уже при силе в 0,1 А может оказаться смертельным. Существует ряд различных способов для измерения Н. электрического поля, но по большей части Н. поля определяется на основании измерения потенциала в поле. До сих пор терминология в отношении Н. электрич. поля еще не установилась окончательно. Нередко Н. поля называют напряжением поля, или градиентом. Однако это наименование неправильно, так как под напряжением понимают линейный интеграл вектора напряженности электрич. поля, а градиентом можно называть только безвихревой вектор, тогда как вектор Н. электрич. поля часто не имеет потенциала.

Напряженность магнитного поля, или сила магнитного поля, — это вектор, характеризующий магнитное состояние среды. Формально он м. б. определен как сила, действующая на единицу положительного магнитного «заряда». Вектор Н. магнитного поля связан с электрич. током. Напряжение обхода (линейный интеграл вектора напряженности магнитного поля) вдоль замкнутого контура равно полной силе тока, протекающей через поверхность, окаймленную этим контуром

$$\oint \boldsymbol{H}\,d\boldsymbol{r} = \Sigma I,$$

где Н. поля измеряется в А/*см*, а сила тока — в амперах. На пленарном заседании Международного электротехнического комитета (IEC) в Осло 9 июля 1930 г. было предложено для абсолютной электромагнитной единицы *CGS* напряженности магнитного поля название «эрстед» (Oersted). **Я. Шпильрейн.**

Н. поля в радиотехнике. Н. электрического поля электромагнитной волны в радиотехнике — основная величина, характеризующая как закон распространения электромагнитной энергии (см. *Волны электромагнитные*), так и практич. расчеты радиосвязи между определенными пунктами, дальность действия радиовещательных например станций и т. д. Т. к. в радиотехнике пользуются всегда очень слабыми Н., то последние измеряются в μV/*м*, значительно реже в mV/*м*.

Соотношения между различными системами мер:
а) для Н. электрич. поля E:

$$1\,CGSM = 3\cdot 10^{10}\,CGSE = 10^{-8}\,\text{V/см} = 1\,\mu\text{V/м};$$

б) для Н. магнитного поля H:

$$1\,CGSM = 3\cdot 10^{10}\,CGSE = 1 \text{ гаусс} = 0{,}79577\ \text{AW/см};$$

как всегда: $E = c\cdot H$, где c — скорость света, если E и H выражены в системе $CGSM$; вообще Н. электрич. поля выражается в системе $CGSE$ тем же числом, каким Н. магнитного поля — в системе $CGSM$. В практике пользуются почти исключительно Н. электрич. поля.

Н. электрич. поля волны для случая длинных и средних волн (см. *Несущая волна*), когда допустимо предположение, что электрическое поле волны перпендикулярно к поверхности земли в месте приема, где имеется определенная приемная антенна с вертикальным снижением и действующей высотой $h_д$ (см. *Антенна*), с достаточной для практики точностью характеризует напряжение E' в антенне (см. *Излучение и прием*): $E' = Eh_д$. Во всех прочих случаях, в частности при промежуточных и коротких волнах, где имеется достаточно выраженная горизонтальная поляризация электрического поля волны (см. *Волны короткие*), необходимо оперировать с вертикальной и горизонтальной составляющими Н. того же поля или — что нагляднее — с величиной вертикальной составляющей (так же как и в предыдущем случае) и затем отношением между вертикальной и горизонтальной составляющими Н. того же электрич. поля.

Теоретически наибольшая мощность, полученная из поля приемной антенной, зависит только от Н. и длины волны λ: а) для приема без обратной связи (см. *Ламповый приемник*): $P_{max} = \frac{E^2\lambda^2}{640\pi^2}$, б) то же при приемнике с обратной связью: $P_{max} = \frac{E^2\lambda^2}{160\pi^2}$ практически вследствие неосуществляемости равенства активного сопротивления антенны и сопротивления излучения ($R_s' < R$) $P \ll P_{max}$, достигая единиц — десятков % от P_{max}.

Нахождение величины Н. электрич. поля радиоволны на данном расстоянии от излучающей системы является конечной практич. целью законов распространения электромагнитных волн, и эта задача пока еще не решена полностью; для Н. поля (амплитуды) вблизи передатчика (область относительно сильного для радиотехников поля) действительна «идеальная» формула радиопередачи, по которой

$$E = 3\sqrt{20}\cdot\frac{\sqrt{P_s'}}{d},$$

где P_s' — мощность, излученная по полусфере радиусом d. Для области слабого поля некоторое приближение к практике дают полуэкспериментальные формулы (см. *Волны электромагнитные*). В виду недостаточной удовлетворительности существующих способов определения излучающей способности радиостанций (первичная мощность, мощность в антенне, момент тока антенны, мощность, подводимая к анодам последнего лампового каскада — вольтамперный способ). Ин-том радиоинженеров в Нью Йорке (IRE) предложено осенью 1929 г. характеризовать в частности радиовещательные станции величиной Н. электрич. поля волны последних, измеренной в 8 равноудаленных (по кругу) точках, радиусом в 5 миль (8 *км*) от пере-

датчика; среднее из восьми измерений напряжений на расстоянии 5 миль (8 *км*) от передатчика и должно характеризовать (радиовещательную) станцию.

Норм Н., международно установленных, пока еще не существует. Однако для радиосвязи имеются рекомендации предварительной Вашингтонской конференции (1921 г.), по которым требуются следующие Н. электрического поля:

1) Радиотелеграфный слуховой прием:
   А) Незатухающие колебания:
      а) возможный . . . . . $E = 10$ μV/*м*
      б) уверенный . . . . . $E = 50$ »
   Б) Затухающие колебания . . . . . $E = 250$ »
2) Радиотелефонный прием . . . . . $E = 150$ »

О нормах для радиотелеграфного автоматического приема см. *Быстродействующие радиопередача и радиоприем* и *Атмосферные помехи*. Для радиовещания большинство авторов дает следующие нормы из опыта: 1) наибольшая, определяющая наименьшее расстояние радиовещательной станции от окраины населенного центра Н. (в среднем) должна быть в 100 000 μV/*м* [1]; при очень сильных местных помехах (в индустриальных центрах, в тропич. широтах) этот предел Н. может колебаться от 100 000 до 1 000 000 μV/*м* [5]; 2) для т. н. площади «А» (в к-рой прием свободен от помех на 99% даже в случае расположения приемника в промышленном центре; иногда местные грозы и трамваи могут все же помешать) Н. должна быть больше 10 000 μV/*м*; 3) для т. наз. площади «В» (в к-рой прием обычно свободен от помех, в деревенских или пригородных местностях; помехи появляются при установке приемника вблизи трамвайных проводов; атмосферные разряды вызывают перерыв в слушании

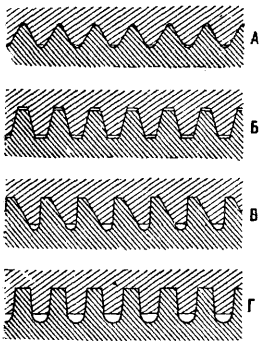
в среднем 5% общего времени передачи) Н. должна быть в пределах примерно от 5 000 до 10 000 μV/*м*; 4) для т. н. площади «С» (в к-рой получается прием, слегка страдающий от помех, но вполне доступный для слушателей в деревенских и полудеревенских местностях; атмосферные разряды вызывают перерыв в слушании в среднем 20% общего времени слушания, преимущественно летом) Н. должна быть в пределах от 2 500 до 5 000 μV/*м* [2]. Эккерслей тоже считает, что прием на кристаллический *детектор* (см.) при антенне 9 *м* высотой, состоящей из 45 *м* провода, и хорошем заземлении возможен только на участках «А» и «В».

Измерение Н. электрич. поля производится для слабых полей *компараторами* (см.), а в области сильных полей—рамкой или опытной антенной, сила тока или напряжение в к-рых измеряется при помощи соответствующих термоамперметров или вольтметров [3, 4]. На фиг. приводится для иллюстрации серия кривых Н. электрич. поля в Москве от радиостанции Туккертон (штат Нью-Джерсей, США, $\lambda = 16\,700$ *м*, расстояние от Москвы 7 600 *км*), измеренных лабораторией радиоприема Всесоюзного электротехнич. ин-та аудиокомпаратором конструкции В. И. Баженова и А. И. Данилевского.

Лит.: 1) Reports of I. R.E. Committee on Broadcasting, «Proc. of the Inst. of Radio Eng.», N. Y., 1930, v. 18, *1*; 2) Eckersley P. P., Service Area of Broadcast Stations, ibid., *7*; 3) Баженов В. И., Измерение излучения, «ТиТбП», 1928, т. 9, *2* (*47*) и *4* (*49*); 4) Баженов В. И. и Свистов Н. К., Методы измерения напряженности электромагнитного поля и аудиокомпарирование, «Вестник теоретич. и эксперим. электротехники», М., 1928, т. 1, *8*; Баженов В. И., Основы теории радиоприема, вып. 1, Москва, 1930; 5) Goldsmith A. N., «Proc. of the Inst. of Radio Eng.», N. Y., 1926, v. 14, *5*.

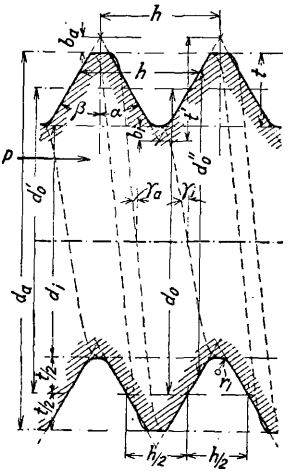
НАРЕЗКА винтовая, винтообразные выступы постоянных сечения и шага, расположенные на поверхности цилиндрич. или же слабо конических стержней (винтов) или отверстий (гаек). За исключением винтов, являющихся частью червячной передачи (т. наз. червяк, или бесконечный винт), винт всегда работает в соответствующей гайке, и поэтому вопрос о Н. сводится к определению тех условий, когда винт и гайка в совокупности наилучшим образом выполняют предъявляемые к ним требования. Подавляющее большинство винтов применяется в качестве скреплений; к Н. их предъявляют след. требования: 1) обязательное и надежное самоторможение; 2) прочность нарезки на изгиб и срезывание, не меньшая прочности самого тела винта на растяжение; 3) легкость изготовления Н. обычными применяемыми в машиностроении способами (преимущественно при посредстве метчиков, плашек и сродных им инструментов, реже на токарном станке); 4) возможно малое ослабление тела винта как непосредственным уменьшением рабочего сечения его, так и путем создания острых входящих углов и резких переходов сечения, уменьшающих прочность винта; 5) возможность легкого контролирования размеров. Этим условиям удовлетворяет всего лучше треугольная Н. с углом подъема $\leqslant 6°$, с углом при вершине сечения Н., выбранным т. о., чтобы обеспечить выполнение 2-го и 4-го условий, с закруглением на дне Н. достаточно большого радиуса и с прямолинейным очертанием верхней части сечения нарезки (фиг. 1, А). К Н. винтов, передающих движение, предъявляют следующие требования: 1) возможно большой кпд, достигаемый путем увеличения угла подъема винтовой линии и уменьшения давления на опорные поверхности Н., 2) достаточная прочность Н. и ее жесткость во избежание появления нежелательных деформаций Н., 3) возможно малое ослабление прочности стержня винта; 4) возможно более равномерный и незначительный износ; 5) в нек-рых случаях возможность передачи усилий в обе стороны, иногда же лишь в одну; 6) легкая возможность точного изготовления. Следует установить различие между винтами, передающими гл. обр.

движение при сравнительно незначительных усилиях (напр. ходовые винты металлообрабатывающих станков), и винтами, передающими главн. обр. усилия при максимальном использовании прочности материала (например винты прессов): тогда как в первых основными условиями являются 4-е и 6-е, 1-е желательно, а 2-е, 3-е и 5-е б. или м. безразличны, в Н. прессовых винтов основными условиями являются требования 1-е, 2-е и 3-е, а передача силы совершается б. ч. всегда в одном направлении. Условиям Н. для винтов, передающих движение, всего лучше удовлетворяет Н. с трапецевидным, симметричным профилем, с углами у основания, немного отличающимися от 90°, с закруглениями небольшого радиуса в глубине Н. или даже без них (фиг. 1, Б). Для прессовых винтов, передающих усилие всегда в одном направлении, подходящим типом является Н., изображенная на фиг. 1, В, с профилем, приблизительно имеющим очертания тела равного сопротивления на изгиб, с наклоном рабочей грани настолько близким к 90°, насколько это позволяет условие легкой обрабатываемости, и с закруглением на дне нарезки возможно большего радиуса. Для того случая, когда приходится передавать значительные усилия переменного направления и почти равной величины, наиболее подходящей является Н. типа фиг. 1, Г. Кроме упомянутых существует целый ряд Н. специальных профилей—для ж.-д. стяжек, для винтовой резьбы на стекле, фарфоре и изоляционных материалах, для винтов, давленных из листового металла, и т. д.

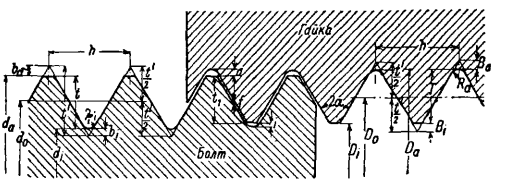


Фиг. 1.

В дальнейшем примем следующие обозначения для Н. винта (фиг. 2): d—номинальный диам. Н., т. е. ее условное обозначение, иногда (напр. в газовой Н.) этот диам. вообще не выражает собой какого-либо фактич. диаметра соответствующей Н.; d_a—наружный диам., т. е. диам. цилиндра, описанного вокруг Н. (в гайке этот диам. проходит по углублениям, в винте по выступам Н.); d_i—внутренний диам., т. е. диам. цилиндра, вписанного в Н.; d_0—средний диам.; определение этого диам., имеющего весьма важное значение, затруднительно; обычно его определяют как среднее арифметическое из внешнего и внутреннего диам. (d_0'), иногда (Berndt) как перпендикулярное к оси винта расстояние между двумя противолежащими точками боковых поверхностей Н. (d_0''); первое определение зависит от способа образования вершин и впадин Н., и по этому определению средний диам. гайки при идеально плотном соприкасании в случае Н. с игрой в гребнях будет больше, чем средний диам. винта; второе определение не применимо к Н. с несимметричным профилем. Мы принимаем за d_0 диам. цилиндра, образующая которого делится боковыми сторонами Н. на отрезки равной длины (d_0 на фиг. 2); t—глубина Н., $t = 0{,}5(d_a - d_i)$; h—шаг Н., параллельное оси винта расстояние между двумя обращенными в одну сторону боковыми сторонами Н. (шаг Н. необходимо отличать от шага винта $H_в = n'h$, где n'—число ниток Н.); α и β—углы Н. (в симметричных профилях $\alpha = \beta$ и 2α называется углом Н.), причем угол α (рабочий угол Н.) относится к стороне Н., передающей постоянное по направлению усилие к рабочей стороне Н., а β—к другой, задней стороне Н. (задний угол Н.); γ—угол подъема винтовой линии на данном диам. Н.; $\operatorname{tg}\gamma = \frac{h}{\pi d}$, т. е. γ меняется для данной Н. в зависимости от диаметра, на котором его измеряют; γ снабжается индексами a, i и o для соответственных диам.; t'—теоретич. глубина Н., т. е. глубина остроконечной Н., касательной к боковым сторонам данной; b_a и b_i—внешнее и внутреннее притупления Н., т. е. расстояния между вершинами теоретической и действительной Н.; r_a и r_i—радиусы закруглений Н. на внешнем и внутреннем диам.; z—число ниток на 1 дм.; z_l—число ниток на указанную каждый раз особо длину l; $S = \frac{\pi d_i^2}{4}$—площадь опасного сечения болта. Все указанные выше обозначения относятся к болту, для



Фиг. 2.



Фиг. 3.

гайки же приняты те же буквенные обозначения, но с прописными буквами, за исключением углов, к-рые обычно одинаковы, а в противном случае отмечаются индексами (′). Кроме этих обозначений для исследования работы винта в гайке приняты следующие обозначения (фиг. 3): t_1—глубина соприкосновения Н., на к-рой боковая поверхность Н. болта прилегает к таковой же гайки; a, i, f—игра на наружном и внутреннем гребнях и на сторонах, измеренные перпендикулярно оси винта (f—при равномерном распределении ее на обе смежные стороны Н.).

Между основными элементами болта и гайки существуют следующие зависимости:

$$D_0 = d_0 + 2f;\ D_a = d_a + 2(b_a + f - B_a);$$
$$D_i = d_i + 2(B_i + f - b_i);$$
$$a = b_a + f - B_a;\ i = B_i + f - b_i;$$
$$d_0 = \frac{1}{2}(d_a + d_i + 2b_a - 2b_i),$$
$$D_0 = \frac{1}{2}(D_a + D_i + 2B_a - 2B_i),$$
$$h = \frac{25{,}401}{z}\ мм;\ T' = t' = \frac{h}{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\beta};$$
$$t = t' - (b_a + b_i);\ T = t' - (B_a + B_i).$$

Обозначая $b_a = \frac{t'}{n}$; $b_i = \frac{t'}{m}$; $B_a = \frac{T'}{N}$, $B_i = \frac{T'}{M}$,

$$1 - \left(\frac{1}{n} + \frac{1}{m}\right) = p,\ 1 - \left(\frac{1}{N} + \frac{1}{M}\right) = q,$$

имеем:

$$t = \frac{h}{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\beta}p;\ T = \frac{h}{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\beta}q;\ t_1 = t' - (f + b_a + B_i).$$

Последняя ф-ла для t_1 справедлива лишь для нарезок со срезанными по прямой вершинами (способ образования впадин при этом значения не имеет). Для Н. с закругленными вершинами ф-ла эта значительно усложняется. При $\alpha \neq \beta$ глубина соприкосновения получает различные значения для обеих сторон Н., а именно для стороны с углом наклона α:

$$t_1 = t' - f - (b_a + B_i)\frac{\cos\frac{\alpha+\beta}{2}\cos\alpha}{\cos\frac{\alpha-\beta}{2} - \sin\frac{\alpha+\beta}{2}},$$

а для стороны с углом наклона β:

$$t_1 = t' - f - (b_a + B_i)\frac{\cos\frac{\alpha+\beta}{2}\cos\beta}{\cos\frac{\alpha-\beta}{2} - \sin\frac{\alpha+\beta}{2}}.$$

В случае равенства углов α и β ф-лы эти упрощаются и приобретают вид:

$$t_1 = t' - f - (b_a + B_i)\frac{\cos^2\alpha}{1 - \sin\alpha};$$

$$r_e = b_e\frac{\sin\frac{\alpha+\beta}{2}}{\cos\frac{\alpha-\beta}{2} - \sin\frac{\alpha+\beta}{2}};\ R_e = B_e\frac{\sin\frac{\alpha+\beta}{2}}{\cos\frac{\alpha-\beta}{2} - \sin\frac{\alpha+\beta}{2}},$$

где r_e, b_e и R_e, B_e—сопряженные пары значений притуплений и радиусов закруглений; т. е. e м. б. заменено на a или i.

При $\alpha = \beta$ эти ф-лы значительно упрощаются:

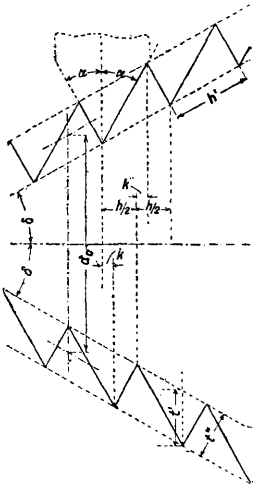
$$T' = t' = \frac{h}{2}\operatorname{ctg}\alpha;\ t = \frac{hp}{2}\operatorname{ctg}\alpha;\ T = \frac{hq}{2}\operatorname{ctg}\alpha;$$

$$r_e = b_e\frac{\sin\alpha}{1 - \sin\alpha} = \frac{h}{2n}\cdot\frac{\cos\alpha}{1 - \sin\alpha};\ R_e = B_e\frac{\sin\alpha}{1 - \sin\alpha} = \frac{h}{2N}\cdot\frac{\cos\alpha}{1 - \sin\alpha}.$$

В случае конич. Н. выбор обозначений усложняется тем обстоятельством, что все диам. становятся переменными по длине. Существуют два способа нарезания конич. Н.: 1) т. н. американский—с средней осью равнобочного резца, перпендикулярной к оси конуса (фиг. 4); в этом случае $\alpha = \beta$; шаг (измеряемый в этом случае параллельно оси) остается неизменным по длине Н., но вершины гребней резьбы отстоят от впадин не на $\frac{h}{2}$, как в цилиндрич. Н., а попеременно на $0{,}5h(1 + \operatorname{tg}\alpha\operatorname{tg}\delta)$ и $0{,}5h(1 - \operatorname{tg}\alpha\operatorname{tg}\delta)$; равным образом вершина впадины сдвинута относительно соответствующей ей вершины гребня на противоположной стороне на величину $k = 0{,}5h\operatorname{tg}\alpha\operatorname{tg}\delta$; глубины Н. t и t' измеряются в этом случае по перпендикуляру к оси конуса, конусная глубина Н. t'' и конусный шаг h' связаны с h и t' ур-иями:

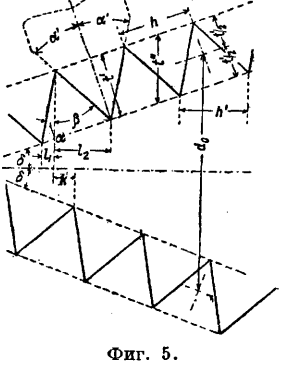
$$h' = \frac{h}{\cos\delta}\ и\ t'' = t'\cos\delta;$$

таким образом фактически относительная глубина резьбы $\frac{t''}{h'} = \frac{t'}{h}\cos^2\delta$, т. е. в $1 : \cos^2\delta$ раз меньше номинальной; 2) т. н. английский—со средней осью равнобочного резца, перпендикулярной к направляющей конуса (фиг. 5); в этом случае номинальный шаг h считается по образующей конуса, $h' = h\cos\delta$; номинальные глубины нарезки t' и t измеряются по перпендикуляру к образующей конуса, $t'' = \frac{t'}{\cos\delta}$; углы Н. получаются различные: $\alpha = \alpha' - \delta$, $\beta = \alpha' + \delta$, где $2\alpha'$—угол резца; аксиальное отстояние вершины гребня одной нитки от ее впадины: $l_1 = 0{,}5h\cos\delta - t'\sin\delta$, $l_2 = 0{,}5h\cos\delta + t'\sin\delta$; вершина впадины на одной стороне нарезки сдвинута относительно соответствующего ей выступа на противоположной стороне на $k = t'\sin\delta$. Средний диам. d_0 данного (по длине конуса) сечения в обоих случаях определяется как диам. в том же сечении среднего конуса, т. е. конуса, образующая к-рого делится сторонами Н. на ряд отрезков равной длины.



Фиг. 4.

Идеальная пригонка болта и гайки изображена на фиг. 6; как видим, для этого необходимо и достаточно выполнение следующих условий: $h = H$, $\alpha = \alpha'$, $\beta = \beta'$, $d_0 = D_0$, $d_a \leq D_a$, $d_i \leq D_i$; для винтов, постоянно нагруженных в одном направлении, как напр. большинство скрепляющих винтов, вполне достаточна посадка по фиг. 7, для осуществления которой должны быть выполнены следующие условия:

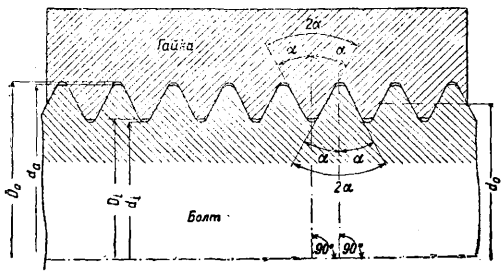


Фиг. 5.

$$h = H,\ \alpha = \alpha',\ \beta = \beta',\ d_0 \leq D_0,\ d_a \leq D_a,\ d_i \leq D_i.$$

Отсюда видно, что основными требованиями для правильной работы всякого винта с гайкой являются условия равенства шага и углов Н.; желательно достижение равенства средних диам., что же касается крайних диам., то величина их подчинена лишь тому требованию, чтобы обе Н. не врезались друг в друга и чтобы глубина соприкосновения

не была меньше допускаемого по соображениям прочности предела. Несколько случаев неправильной Н., особо интересных тем, что они по отсутствию «хлябания» и по хорошей тугой посадке могут очень легко ввести в заблуждение и заставить предполагать, что налицо имеется очень точная пригонка, приведены на фиг. 8—11. Н. болта принята во всех трех случаях совершенно правиль-

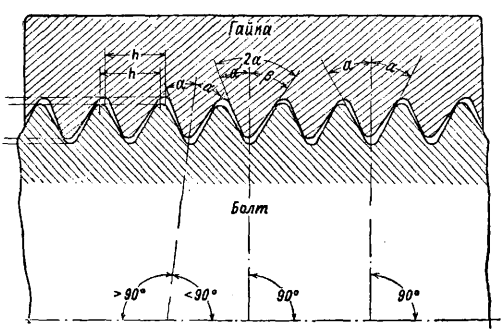


Фиг. 6.

ной, Н. же гайки имеет следующие недостатки: на фиг. 8—неправильные углы нарезки, обусловленные неправильным положением резца при нарезании резьбы гайки, на фиг. 9—неправильный шаг, на фиг. 10—слишком малый внутренний диам., на фиг.

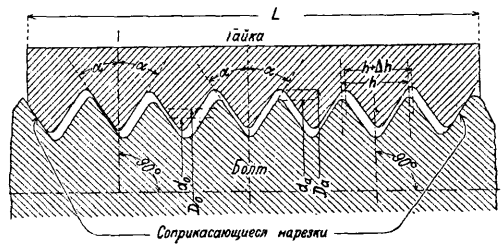
Фиг. 7.

11—углы Н. гайки больше углов Н. болта, а $D_a=d_a$. Из фиг. 10 и 11 ясно, почему Н. должна нести исключительно на сторонах, вершины же гребней не должны доставать до впадин. Из сказанного можно сделать следующее, кажущееся парадоксальным, утверждение: при данной величине игры, на сторонах Н. f (фиг. 3) и по обоим диам. a и i, чем сильнее хлябает гайка, тем лучше, т. к. это лишь доказывает правильность шага и углов Н., и максимальное хлябание будет у абсолютно точной резьбы; всякая ошибка



Фиг. 8.

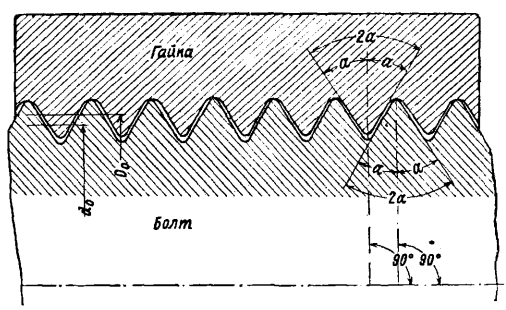
в ходе и углах будет это хлябание лишь уменьшать. Интересный случай, когда Н. болта и гайки делаются со слегка разнящимся шагом, представляют собою сильно нагруженные болты шатунных головок тяжелых дизелей, у к-рых разница шага (шаг болта делается меньше шага гайки) выбирается таким образом, что она компенсирует упругие деформации, которые возникают в



Фиг. 9.

болте и гайке при нормальных условиях затяжки и работы. Следствием этого является более равномерное распределение нагрузки на отдельные нитки резьбы; понятно, что этот способ для достижения положительных результатов требует весьма высокой точности работы.

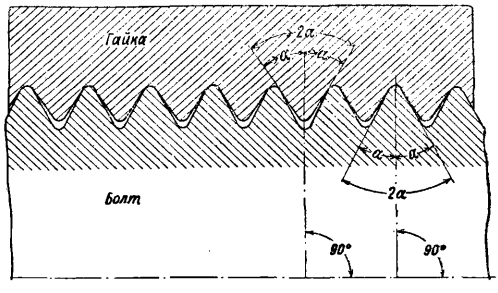
Одним из главных требований, предъявляемых к Н. для скрепляющих винтов, является требование взаимозаменяемости; для того чтобы всякий болт мог быть ввинчен в любую гайку данного номинального размера, необходимо лишь, чтобы на протяжении длины, равной высоте гайки, т. е. на протяжении рабочей длины Н., действительные поверхности Н. болта и гайки



Фиг. 10.

оставались по разные стороны теоретической основной поверхности Н. (фиг. 12,*а*). Условие это является необходимым и достаточным для достижения взаимозаменяемости, но совершенно не выясняет получающейся при этом посадки. Для обеспечения соответствующей каждому отдельному случаю посадки и д. б. установлены минимальные и максимальные значения игры, как по обоим диам., так и на сторонах Н., т. е. определены *допуски* (см.). Из сказанного выше ясно, что для достижения наилучшей совместной работы винта и гайки наиболее точно д. б. выдержаны шаг и углы Н.; величина игры на сторонах определяет степень тугости навинчивания, а игра на диам. необходима, но абсолютная величина ее особо существенного значения не имеет. Опытами, поставленными в США, установлено, что Н. с глубиной соприкосновения в 0,5 t_1 при высоте гайки, равной d, достаточно прочна, т. к. при испытании на выдергивание болта всегда разры-

вался последний, Н. же никогда не страдала; кроме того тогда же было доказано, что Н. с глубиной соприкосновения, равной 0,75 t_1, лишь на 20% прочнее, чем с 0,5 t_1, и нисколько не слабее, чем Н. полного теоретич. профиля. Поэтому правильные системы допусков Н. устанавливают наименьшие допуски для углов и шага Н., несколько различных, но довольно тесных допусков для средних диам., в зависимости от требуемой посадки, и значительно бо́льшие допуски для обоих крайних диаметров; можно лишь отметить, что в существующих системах как раз эти последние допуски обыкновенно назначаются слишком малыми и могли бы без вреда для дела быть увеличены.



Фиг. 11.

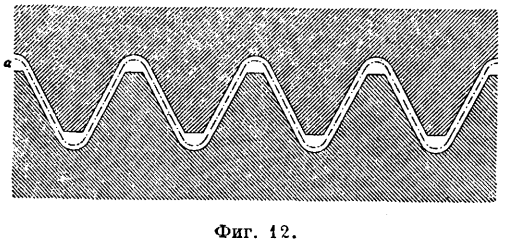
Угол наклона сторон Н. определяет, при данном угле подъема винтовой линии, кпд и условия самотормо́жения винта. Сила P, которую необходимо приложить на среднем диаметре винта для уравновешения силы Q, направленной вдоль оси болта (при прямоугольной резьбе, т. е. $\alpha = 0°$):

$$P = Q \operatorname{tg}(\gamma \pm \varrho) = Q \frac{h \pm \mu\pi d_0}{\pi d_0 \mp \mu h},$$

где $\mu = \operatorname{tg}\varrho$—коэф. трения (в зависимости от скорости μ меняется от 0,07 при высоких скоростях до 0,15; при высоком давлении на площадь соприкосновения нарезки и медленном движении μ возрастает до 0,40); для остроугольной Н.

$$P = Q \operatorname{tg}(\gamma \pm \varrho'), \text{ где } \varrho' = \frac{\mu}{\cos\alpha}.$$

Из этих уравнений видно, что для винтов, передающих работу, где значительное трение является нежелательным, надо стремиться



Фиг. 12.

увеличивать h и уменьшать α, т. е. применять по возможности многоходовые винты с прямоугольной или пилообразной Н. (фиг. 1, В и Г); для Н. скрепляющих винтов наоборот выгодны малые значения h и большие значения угла α, т. е. выгодно применять мелкую однониточную Н.

Влияние различных элементов Н. на прочность болтового соединения м. б. выяснено следующим рассуждением. Допускаемое усилие на болте при работе на растяжение и закручивание (k_z—допускаемое напряжение на растяжение)

$$P = \frac{3\pi d_i^2 k_z}{16}(1 + \eta),$$

где η—увеличение прочности болта вследствие участия в работе материала винтовой резьбы ($\eta \cong 0{,}1 \div 0{,}15$); т. о. $P = 0{,}65\, d_i^2 \cdot k_z$, следовательно из соображений прочности желательна возможно меньшая глубина Н. t. С другой стороны, опорная площадь, воспринимающая давление,

$$F = \frac{\pi}{4}(d_a^2 - D_i^2)\frac{L}{h},$$

где L—длина рабочей части Н. (т. е. высота гайки), равная обычно d_a; заменяя D_i через $d_a - t_1$, имеем:

$$F = \frac{\pi d_a t_1}{h}(d_a - t_1);$$

подставляя $t_1 = \frac{hp'}{2}\operatorname{ctg}\alpha$, где $p' = 1 - \frac{f + b_a + B_i}{t'}$, получаем окончательно:

$$F = \frac{\pi}{2} d_a p' \left(d_a - \frac{hp'}{2}\operatorname{ctg}\alpha\right)\operatorname{ctg}\alpha.$$

Это выражение имеет максимум при

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{hp'}{d_a} = p' \cdot \pi \cdot \operatorname{tg}\gamma,$$

т. к. γ не может принимать значений бо́льших 6°, то считая $\operatorname{tg}\gamma = 0{,}1$, имеем максимум F при: $2\alpha = 34°\,50'$ для остроконечной нарезки с $p' = 1$; $2\alpha = 26°\,30'$ для нарезки типа метрической с $p' = 0{,}75$; $2\alpha = 18°\,20'$ для нарезки типа Витворта (DIN) с $p' = 0{,}512$. Отсюда мы видим, что это требование противоречит предыдущим и требует сравнительно очень острого угла Н.; однако, проследив изменение F в зависимости от α, увидим, что с увеличением 2α до 50—60° уменьшение F не особенно значительно (25—35% для метрич. Н.). Сопротивление Н. на срезывание не зависит ни от величины шага ни от угла α, а исключительно от отношения рабочей длины Н. к внутреннему диам. d_i. Допустимая нагрузка болта на растяжение

$$P = 0{,}65 d_i^2 k_z.$$

Сопротивление Н. срезыванию (считая, что работает лишь $^2/_3$ всех витков)

$$P' = \frac{2\pi}{3} d_i L k_s,$$

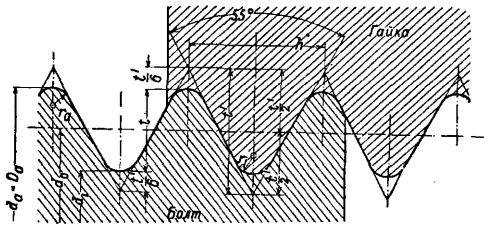
где k_s—допускаемое напряжение на срезывание. При полном использовании сопротивления Н. срезыванию

$$L = 0{,}415 d_i \cong 0{,}35 d_a,$$

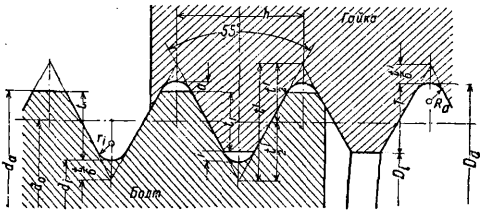
считая $d_i \cong 0{,}85\, d_a$. Для работы при переменной нагрузке наиболее выгодной формой Н. является треугольная с возможно большим значением угла α и радиусов закругления в глубине Н. r_i и R_a. Для нарезания как на токарном станке, так и при помощи метчиков и плашек наиболее удобным является также профиль с большими углами и радиусами закругления Н. Из всего сказанного ясно, что всякое решение вопроса о форме Н. будет представлять собою компромисс между изложенными выше и часто противоречащими друг другу требованиями.

Формы существующих Н.

А. Треугольные Н. 1) Витворта (оригинальная, без игры на гребнях). Форма—с закруглениями как на вершинах, так и во впадинах Н.; угол Н. $2\alpha = 55°$ (фиг. 13), прочие элементы: $d = d_a$; $t' = 0{,}96049h$; $b_a = B_a = b_i = B_i = \frac{1}{6}t' = 0{,}16008h$; $t = T = 0{,}64033h = \frac{2}{3}t'$; $r_a = r_i = R_a = R_i = 0{,}13733h$. Градация диаметров: от $^1/_{32}$ до $^1/_4$ дм. через $^1/_{32}$; от $^1/_4$ до 1 дм. через $^1/_{16}$; от 1 до 3 дм. через $^1/_8$ и от 3 до 6 дм. через $^1/_4$. Число



Фиг. 13.



Фиг. 14.

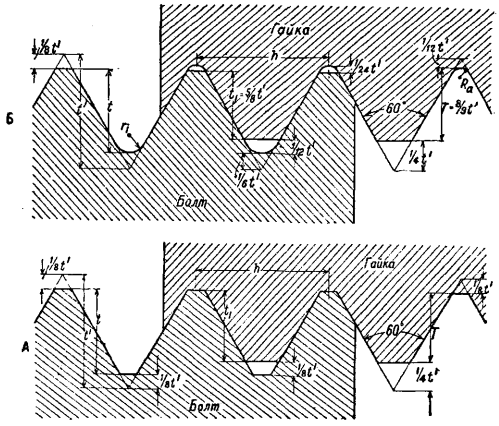
ниток на 1 дм. и величина хода в *мм* для различных диаметров Н. даны в табл. 1.

Табл. 1.—Основные данные Н. Витворта.

d, мм . .	$^1/_{32}$	$^1/_{16}$	$^3/_{32}$	$^1/_8$	$^5/_{32}$	$^3/_{16}$—$^7/_{32}$	$^1/_4$
z, на 1 дм.	150	60	48	40	32	24	20
h, мм . .	0,1693	0,423	0,529	0,635	0,794	1,058	1,270
d, мм . .	$^5/_{16}$	$^3/_8$	$^7/_{16}$	$^1/_2$—$^9/_{16}$	$^5/_8$—$^{11}/_{16}$	$^3/_4$—$^{13}/_{16}$	$^7/_8$—$^{15}/_{16}$
z, на 1 дм.	18	16	14	12	11	10	9
h, мм . .	1,411	1,588	1,814	2,117	2,309	2,540	2,822
d, мм . .	1—$1^1/_{16}$	$1^1/_8$—$1^5/_{16}$	$1^3/_8$—$1^9/_{16}$	$1^5/_8$—$1^{13}/_{16}$	$1^7/_8$—$2^1/_8$	$2^1/_4$—$2^5/_8$	$2^3/_4$—$3^1/_8$
z, на 1 дм.	8	7	6	5	$4^1/_2$	4	$3^1/_8$
h, мм . .	3,175	3,629	4,233	5,080	5,645	6,350	7,257
d, мм . .	$3^1/_4$—$3^5/_8$	$3^3/_4$—4	$4^1/_4$—$4^1/_2$	$4^3/_4$—5	$5^1/_4$—$5^1/_2$	$5^3/_4$—6	
z, на 1 дм.	$3^1/_4$	3	$2^7/_8$	$2^3/_4$	$2^5/_8$	$2^1/_2$	
h, мм . .	7,817	8,467	8,835	9.237	9,677	10,160	

2) Витворта с игрой на гребнях Н. (по герм. нормам, принята также в СССР, ОСТ 33-б). Форма—с закругленными впадинами и срезанными гребнями, угол Н. $2\alpha = 55°$ (фиг. 14); взаимозаменяема с оригинальной Н. Витворта; элементы Н.: $d = D_a$; $t' = 0{,}96049h$; $b_i = B_a = \frac{1}{6}t' = 0{,}16008h$; $b_a = B_i = 0{,}24371t' = 0{,}23408h$; $t_1 = 0{,}49233h$; $r_i = R_a = 0{,}13733h$; $d_a = d - 0{,}148h$; число ниток то же, что и в оригинальной Н. Витворта. Градация диам. несколько изменена: от $^3/_{16}$ до $^1/_2$ дм. (по ОСТ—до $^5/_8$ дм.) через $^1/_{16}$; от $^1/_2$ до 2 дм. через $^1/_8$; от 2 до 6 дм. (по ОСТ—до 4 дм.) через $^1/_4$.

3) Витворта мелкая. По германским нормам предусмотрено два рода мелкой Н. с профилем, как у предыдущей, а именно: а) Витворта мелкая 1 для винтов $d = 56 \div 499$ *мм* и с одинаковым для всех d шагом $h = \frac{1}{4}$ дм. $= 6{,}3502$ *мм* и б) Витворта мелкая 2 для винтов $d = 20 \div 189$ с градацией числа ниток на 1 дм. и ходов, приведенной в табл. 2.



Фиг. 15.

Табл. 2.—Основные данные мелкой Н. Витворта.

d, мм	20—33	36—52	56—189
z на 1 дм.	10	8	6
h, мм	2,5401	3,1751	4,2335

Форма Н. та же, что и у предыдущей. Градация диаметров у обеих Н.: от 20 до 24 *мм* через 2; от 24 до 48 *мм* через 3; от 48 до 84 *мм* через 4; от 84 до 299 *мм* через 5 и от 299 до 499 *мм* через 10.

4) Американская стандартная Н. (Селлерса, AST, USST или USSt-Thread). Нарезка по стандарту с игрой только лишь на гребнях гаечных ниток; профиль треугольный со срезанными прямолинейно вершинами и впадинами (фиг. 15, А); допускается также закругление впадин как у болта, так и у гайки, в последнем случае с небольшой игрой (фиг. 15, Б), угол нарезки $2\alpha = 60°$; элементы нарезки: а) стандартной $d = d_a = D_a$: $t' = 0{,}866025h$; $t = 0{,}75t' = 0{,}6495h$; $B_a = b_a = b_i = 0{,}125t'$; $B_i = 0{,}25t'$; $T = 0{,}625t' = 0{,}5413h = t_1$; б) допускаемой: $d = d_a t' = 0{,}866025h$; $t = 0{,}70822t' = 0{,}6134h$; $T = {}^1/_3 t = 0{,}5772h$; $b_i = {}^1/_6 t' = 0{,}144337h$; $b_a = {}^1/_8 t' = 0{,}108253h$; $B_i = {}^1/_4 t' = 0{,}216506h$; $B_a = {}^1/_{12} t' = 0{,}072168h$; $r_i = 0{,}1443h$; $R_a = 0{,}0722h$; $a = {}^1/_{24} t'$; $i = {}^1/_{12} t'$; число ниток на 1 дм. для различных диам. показано в табл. 3 (малые диам. округлены по стандарту до сотых долей дм. и обозначаются по номерам). Градация диам.: от

Табл. 3.—Основные данные америк. стандартной Н.

d, дм	0,0730	0,0860	0,0990	0,1120	0,1250	0,1380	0,1640	0,1900	0,2160
d, №	1	2	3	4	5	6	8	10	12
z	64	56	48	40	40	32	32	24	24
h, *мм*	0,3969	0,4536	0,5292	0,6350	0,6350	0,7938	0,7938	1,0584	1,0584
d, дм	$^1/_4$	$^5/_{16}$	$^3/_8$	$^7/_{16}$	$^1/_2$	$^9/_{16}$	$^5/_8$	$^3/_4$	$^7/_8$
z	20	18	16	14	13	12	11	10	9
h, *мм*	1,270	1,4112	1,5876	1,8144	1,9539	2,1168	2,3092	2,5401	2,8223
d, дм	1	$1^1/_8$—$1^1/_4$		$1^1/_2$	$1^3/_4$		2—$2^1/_4$	$2^1/_2$—3	
z	8	7		6	5		$4^1/_2$	4	
h, *мм*	3,1751	3,6287		4,2335	5,0802		5,6447	6,3502	

$^1/_4$ до $^5/_8$ дм. через $^1/_{16}$; от $^5/_8$ до $1^1/_4$ дм. через $^1/_8$; от $1^1/_4$ до 3 дм. через $^1/_4$.

5) Американская стандартная мелкая Н. (USS-или USSt-Fine Thread). Форма, градация диам. и элементы—те же, что и у предыдущей, разница заключается лишь в числе ниток на 1 дм. (см. табл. 4).

Табл. 4.—Основные данные мелкой стандартной америк. Н.

d, дм.	0,0600	0,0730	0,0860	0,0990	0,1120	0,1250	0,1380	0,1640	0,1900	0,2160
d, №	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12
z	80	72	64	56	48	44	40	36	32	28
h, *мм*	0,3175	0,3528	0,3669	0,4536	0,5292	0,5773	0,6350	0,7056	0,7938	0,9072
d, дм.	$^1/_4$	$^5/_{16}$—$^3/_8$		$^7/_{16}$—$^1/_2$		$^9/_{16}$—$^5/_8$	$^3/_4$	$^7/_8$—1	$1^1/_8$—$2^3/_4$	3
z	28	24		20		18	16	14	12	10
h, *мм*	0,9072	1,0584		1,2700		1,4112	1,5876	1,8144	2,1168	2,5401

6) Американская остроконечная Н. (V-Thread). Теоретически Н. имеет острые углы как на вершинах, так и в углублениях, без игры (фиг. 16); практически же допускаются притупления: $b_i = b_a = B_i = B_a = 0{,}0400h = 0{,}04619t'$; угол Н. $2\alpha = 60°$; элементы Н.: $d = d_a = D_a$ для теоретич. Н.; для допускаемой—$d = D_a$, $d_a = D_a - 0{,}04h$; $t' = 0{,}86603h$; $t = T = 0{,}82063h = 0{,}90762t'$; число Н. на 1 дм. в общем почти то же, что и в USSt-Н., как указано в табл. 5.

Табл. 5.—Элементы америк. остроконечной Н.

d, дм.	$^1/_{16}$	$^3/_{32}$	$^1/_8$	$^5/_{32}$	$^3/_{16}$	$^7/_{32}$	$^1/_4$	$^5/_{16}$
z	72	56	40	32	24	24	20	18
h, *мм*	0,3528	0,4536	0,6350	0,7938	1,0584	1,0584	1,2705	1,4112
d, дм.	$^3/_8$	$^7/_{16}$	$^1/_2$—$^9/_{16}$	$^5/_8$—$^{11}/_{16}$	$^3/_4$—$^{13}/_{16}$	$^7/_8$—$^{15}/_{16}$	1	$1^1/_8$—$1^1/_4$
z	16	14	12	11	10	9	8	7
h, *мм*	1,5876	1,8144	2,1168	2,3092	2,5401	2,8223	3,1751	3,6287
d, дм.	$1^3/_8$—$1^1/_2$	$1^5/_8$—$1^3/_4$	$1^7/_8$—$2^3/_8$	$2^1/_2$—$2^7/_8$	3—$3^1/_4$	$3^3/_8$—$3^5/_8$	$3^3/_4$—4	
z	6	5	$4^1/_2$	4	$3^1/_2$	$3^1/_4$	3	
h, *мм*	4,2335	5,0802	5,6447	6,3502	7,2574	7,8157	8,4670	

Градация диам.: от $^1/_{16}$ до $^1/_4$ дм. через $^1/_{32}$; от $^1/_4$ до 2 дм. через $^1/_{16}$; от 2 до 4 дм. через $^1/_8$; от 4 до 6 дм. через $^1/_4$.

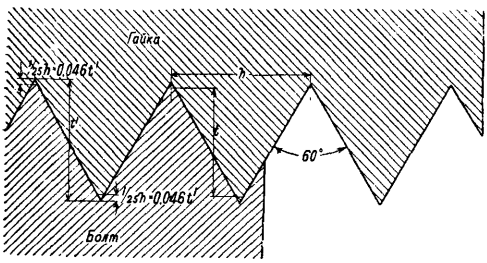
7) Американского общества инженеров-механиков (ASME-Н.). Эта Н. весьма распространена в США наряду с USSt-Н. в общем машиностроении для мелких винтов. Основная форма Н.—Селлерса (фиг. 17); на вершинах Н. предусмотрена игра, образованная в обоих случаях увеличением крайних диаметров гайки на $a = i = \frac{0{,}112}{z+40}$ дм. $= \frac{2{,}845}{z+40}$ *мм*; угол Н. $2\alpha = 60°$; элементы: $d = d_a$, $t' = 0{,}86603h$; $t = T = 0{,}75t' = 0{,}6495h$; $b_a = b_i = \frac{1}{8}t' = 0{,}10826h$; $B_a = \frac{1}{8}t' - a$; $B_i = \frac{1}{8}t' + a$; имеется два ряда Н. с одинаковыми элементами, но с разным числом ниток на 1 дм., обозначенных ниже z_1 (основной ряд) и z_2; диаметры обозначены номерами; число ниток на 1 дм. указано в табл. 6.

Табл. 6.—Элементы нарезки ASME.

d, №	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d дм.	0,060	0,073	0,086	0,099	0,112	0,125	0,138	0,151	0,164	0,177	0,190
z_1	80	72	64	56	48	44	40	36	36	32	30
z_2	—	64	56	48	40 и 36	40 и 36	36 и 32	32 и 30	32 и 30	30 и 24	32 и 24
d, №	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
d, дм.	0,216	0,242	0,268	0,294	0,320	0,346	0,372	0,398	0,424	0,450	
z_1	28	24	22	20	20	18	18	16	14	14	
z_2	24	20	20	18	18	16	18	14	16	16	

8) Американского общества автомобильн. инженеров (SAE-Н.). Н. широко применяется в автомобильной

промышленности США, форма стандартная Селлерса (фиг. 18), игра не предусмотрена, угол Н. $2\alpha = 60°$, $d_a = D_a = d$; $t' = 0{,}86603\ h$; $t = T = 0{,}75t' = 0{,}6495h$; $b_a = b_i = B_a = B_i = \frac{1}{8}t' = 0{,}10826h$; имеются два ряда Н. с различным числом ниток на 1 дм.: основной—z_1 и мелкий—z_2. Градация диам.: от $^1/_4$ до $^3/_4$ дм.



Фиг. 16.

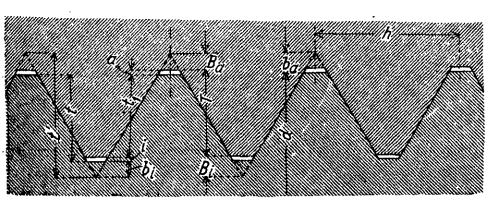
через $^1/_{16}$; от $^3/_4$ до 6 дм. через $^1/_8$. Число ниток на 1 дм. приведено в табл. 7.

Табл. 7.—Элементы нарезки SAE.

d, дм.	$^1/_4$	$^5/_{16}$—$^3/_8$	$^7/_{16}$—$^1/_2$	$^9/_{16}$—$^5/_8$	$^{11}/_{16}$	$^3/_4$
z_1	28	24	20	18	16	16
h_1, мм	0,9072	1,0584	1,2700	1,4112	1,5876	1,5876
z_2	36	32	28	24	24	20
h_2, мм	0,705	0,7938	0,9072	1,0584	1,0584	1,2700

d, дм.	$^7/_8$—1	$1^1/_4$—$1^5/_8$	$1^3/_4$—$2^7/_8$	3—$5^7/_8$	⩾6	
z_1	14	12	12	10	8	
h_1, мм	1,8144	2,1168	2,1168	2,5401	3,1751	
z_2	20	18	16	16	16	
h_2, мм	1,2700	1,4112	1,5876	1,5876	1,5876	

9) Английская нормальная витвортовская Н. (BSW-Н.). Форма Н. тождественная с оригинальной Н. Витворта (1); единственное отличие состоит в том,



Фиг. 17.

что BSW-Н. имеет игру $a = i = f = 0.002$ дм. $= 0{,}0508$ мм независимо от абсолютной величины d; $D_a = d_a + a$; $D_i = d_i + a$; $D_0 = d_0 + f$; $d = d_a$. Число ниток на 1 дм. то же, что и в (1). Градация диам.: от $^1/_4$ до 1 дм. через $^1/_{16}$; от 1 до 6 дм. через $^1/_8$.

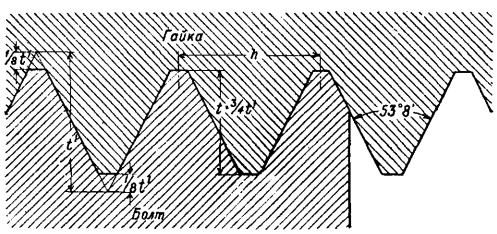
10) Английская нормальная тонкая Н. (BSF-Н.). Отличается от BSW лишь отсутствием нек-рых значений номинальных диаметров и более мелкой резьбой. Градация диам.: от $^7/_{32}$ до $^5/_{16}$ дм. через $^1/_{32}$; от $^5/_{16}$ до $^7/_8$ дм. через $^1/_{16}$; от $^7/_8$ до $1^3/_4$ дм. через $^1/_8$; от $1^3/_4$ до 3 дм. через $^1/_4$. Число ниток на 1 дм. указано в табл. 8.

Табл. 8.—Элементы мелкой английской нормальной Н.

d, дм.	$^7/_{32}$	$^1/_4$—$^9/_{32}$	$^5/_{16}$	$^3/_8$	$^7/_{16}$	$^1/_2$—$^9/_{16}$	$^5/_8$—$^{11}/_{16}$	$^3/_4$—$^{13}/_{16}$
z	28	26	22	20	18	16	14	12
h, мм	0,9072	0,9770	1,1546	1,2700	1,4112	1,5876	1,8144	2,1168

d, дм.	$^7/_8$	1	$1^1/_8$—$1^1/_4$	$1^3/_8$—$1^5/_8$	$1^3/_4$—2	$2^1/_4$—$2^3/_4$	3	
z	11	10	9	8	7	6	5	
h, мм	2,3092	2,5401	2,8223	3,1751	3,6287	4,2335	5,0802	

11) Британской ассоциации поощрения наук (BA-Н.). Метрич. Н., широко применяемая в Англии и З. Европе для мелких винтов в часовом деле и точной механике; игры на вершинах стандартом не предусмотрено; форма—симметричная с одинаковыми закруглениями на вершинах и во



Фиг. 18.

впадинах (фиг. 19); угол Н. $= 47°30'$; $d = d_a = D_a$; $t' = 1{,}13635h$; $t = T = 0{,}60000h$; $b_a = b_i = B_a = B_i = 0{,}2360t' = 0{,}26818h$; $r_a = r_i = R_a = R_i = 0.18085h \cong \frac{2}{11}$. Диаметры обозначаются по номерам; соответственные диаметры, а также шаг Н. указаны в табл. 9.

Табл. 9.—Элементы нарезки BA.

d, №	0	1	2	3	4	5	6	7	8
d, мм	6,0	5,3	4,7	4,1	3,6	3,2	2,8	2,5	2,2
h, мм	1,00	0,90	0,81	0,73	0,66	0,59	0,53	0,48	0,43

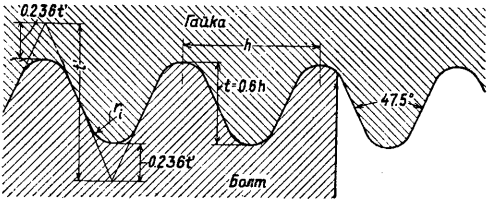
d, №	9	10	11	12	13	14	15	16	17
d, мм	1,9	1,7	1,5	1,3	1,2	1,0	0,90	0,79	0,70
h, мм	0,39	0,35	0,31	0,28	0,25	0,23	0,21	0,19	0,17

d, №	18	19	20	21	22	23	24	25
d, мм	0,62	0,54	0,48	0,42	0,37	0,33	0,29	0,25
h, мм	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07

12) Нарезка Тюри (Thury) применяется главным обр. в Швейцарии для часов и точных приборов; совершенно аналогична предшествующей и имеет одинаковые значения №№ и хода Н.; единственное отличие заключается в том, что Н. сделана несимметричной относительно среднего диаметра, а именно; $b_a = B_a = 0{,}21455t' = 0{,}24380h$; $b_i = B_i = 0{,}25745t' = 0{,}29256h$; $r_a = R_a = 0{,}16667h$; $r_i = R_i = 0{,}20000h$.

13) Интернациональная метрическая Н. (SI-Н.), принятая на международном конгрессе в Цюрихе (так наз. цюрихская нарезка), широко распространена в З. Европе. Н. имеет срезанные по прямой

гребни и округленные впадины (фиг. 20) с игрой на вершинах, угол Н. $2\alpha = 60°$; элементы нарезки $d = d_a$; $t' = 0.866025h$; $t = T = \frac{13}{16}t' = 0{,}70366h$; $t_2 = \frac{3}{4}t' = 0{,}64952h$; $b_a = B_i = \frac{1}{8}t' = 0{,}10845h$; $b_i = B_a = \frac{1}{16}t' = 0{,}05423h$; $a = i = r_i = R_a = \frac{1}{16}t' = 0{,}05423h$. Градация диаметров: от 6 до 12 *мм* через 1; от 12 до 24 *мм*



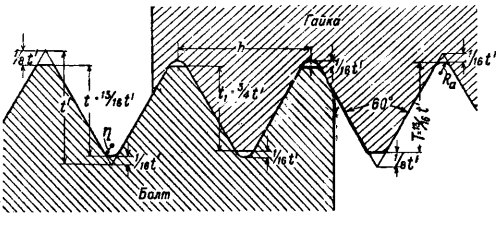
Фиг. 19.

через 2; от 24 до 48 *мм* через 3; от 48 до 80 *мм* через 4. Шаг Н. приведен в табл. 10.

Табл. 10.—Значения шага интернациональной метрич. Н.

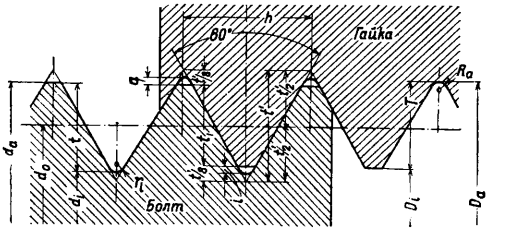
d, мм	6—7	8—9	10—11	12	14—16	18—22	24—27	30—33
h, мм	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5
d, мм	36—39	42—45	48—52	56—60	64—68	72—76	80	
h, мм	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	

14) Германская стандартная метрическая Н. (DIN 13 и 14, принята в СССР; ОСТ 94, 32 и 193). Аналогична предыдущей и отличается от нее незначитель-



Фиг. 20.

ными изменениями в величине игры (фиг. 21), принятой немного меньшей, чем в предыдущей; $a = i = 0{,}04500h \cong \frac{1}{19}t'$, $r_i = R_a = 0{,}0635h$; в остальном она совпадает и взаимозаменяема с SI-Н. в пределах $d = 6 \div 68$ *мм*; дан-



Фиг. 21.

ная Н. расширена вниз до $d = 1{,}0$ *мм* и вверх до $d = 149$ *мм*; (ОСТ 94 : $d = 1 \div 5$ *мм*; ОСТ 32 : $d = 6 \div 68$ *мм*; ОСТ 193 : $d = 72 \div 600$ *мм*). Градация диаметра до 84 *мм*, как у предыдущей (выше 84 *мм*—через 5); шаг Н. приведен ниже в табл. 11.

Табл. 11.—Элементы германской стандартной метрич. Н.

d, мм.	1,0—1,2	1,4	1,7	2,0—2,3	2,6	3,0	3,5
h, мм.	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,6
d, мм.	4,0	4,5	5,0	5,5	(далее, как у SI)		72—149
h, мм.	0,7	0,75	0,8	0,9			6,0

15) Германская стандартная мелкая метрическая Н. 1 (DIN 241, ОСТ 193 — расширено до 600 *мм*) представляет собой продолжение предыдущей для $d = 154 \div 499$ *мм*; для всей этой области установлен постоянный шаг $h = 6{,}0$ *мм*; форма идентична с предыдущей.

16) Германская стандартная мелкая метрическая Н. 2 (DIN 242), во всем аналогична предыдущей за исключением шага Н., сделанного еще более мелким, как это видно из табл. 12.

Табл. 12.—Значения шага мелкой германской метрич. Н. 2.

d, мм	24—33	36—52	56—189
h, мм	2,0	3,0	4,0

17) Метрическая мелкая 1 (ОСТ 271). Форма нарезки в точности соответствует (14); градация диаметра: от 1 до 1,4 *мм* через 0,2; от 1,4 до 2,6 *мм* через 0,3; от 3 до 6 *мм* через 0,5; от 6 до 12 *мм* через 1; от 12 до 24 *мм* через 2; от 24 до 48 *мм* через 3; от 48 до 80 *мм* через 4; от 80 до 300 *мм* через 5; от 300 до 400 *мм* через 10. Шаг Н. приведен в табл. 13.

Табл. 13.—Значения шага мелкой метрической Н. 1 по ОСТ 271.

d, мм . .	1,0—1,7	2,0—2,3	2,6—3,5	4,0—5,5	6—7	8—11
h, мм . .	0,2	0,25	0,35	0,5	0,75	1,0
d, мм . .	12	14—22	24—33	36—52	56—400	
h, мм . .	1,25	1,5	2,0	3,0	4,0	

18) Метрическая мелкая 2 (ОСТ 272). Форма Н. и градация—как у предыдущей. Шаг Н. указан в табл. 14.

Табл. 14.—Значения шага мелкой метрической Н. 2 по ОСТ 272.

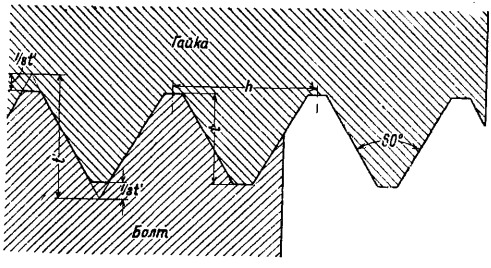
d, мм	24—33	36—52	56—300
h, мм	1,5	2,0	3,0

19) Германская стандартная мелкая метрическая Н. 3 (DIN 243); форма Н. аналогична предыдущим; шаг Н. приведен в табл. 15.

Табл. 15.—Значения шага мелкой германской стандартной Н. 3.

d, мм	1—2,0	2,3—2,6	3—4	4,5—5,5	6—8
h, мм	0,20	0,25	0,35	0,50	0,75
d, мм	9—11	12—52	53—100	102—190	192—300
h, мм	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0

20) Германские стандартные мелкие метрические Н. 4, 5, 6, 7, 8 и 9 (соответственно: DIN 516, 517, 518, 519, 520 и 521). Кроме приведенных выше мелких Н. 1, 2 и 3, герм. стандарты устанавливают



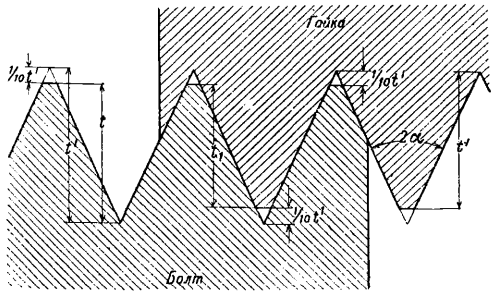
Фиг. 22.

еще ряд мелких Н., с формой резьбы аналогичной (14) и с постоянным для всех диаметров одной серии шагом. Значения шага приведены в табл. 16.

Табл. 16.—Значения шага для мелких германских стандартных Н.

Серия . .	4	5	6	7	8	9
Пределы диам., мм	12—250	9—82	6—80	4,5—80	3—50	2,3—22
Шаг, мм	1,5	1,0	0,75	0,50	0,35	0,25

21) Н. Левенгерца (Löwenherz) распространена в странах герм. культуры для мелких винтов оптич. инструментов. Н. со срезанными вершинами, без игры, с углом



Фиг. 23.

$2\alpha = 53° 7^3/_4{}'$, симметричная относительно линии среднего диаметра (фиг. 22): элементы: $d = d_a = D_a$; $t' = h$; $t = T = 0{,}75h$; $b_a = b_i = B_a = B_i = 0{,}125h$; шаг Н. указан в табл. 17.

Табл. 17.—Элементы Н. Левенгерца.

d, мм . . .	1,0—1,2	1,4	1,7	2,0—2,3	2,6	3,0	3,5	
h, мм . . .	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	
d, мм . . .	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
h, мм . . .	0,70	0,75	0,80	0,90	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4

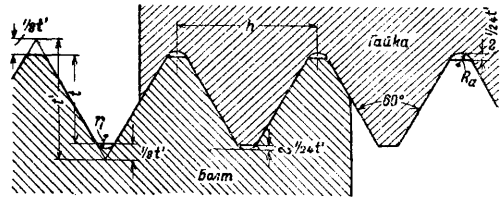
22) Патронная Н. Гаманна (Hamann) применяется для латунных и других металлич. труб в точном аппаратостроении и оптич. приборах (гл. обр. микроскопах); связь с диам. не установлена и нормирована лишь форма резьбы. Форма Н.—во впадинах остроугольная, на гребнях срезанная (фиг. 23), угол меняется (у большинства резьб $2\alpha = 50°$); постоянная величина $b_a = B_i = 0{,}1t'$. Различается Н. по номерам, их характеристики приведены в табл. 18.

Табл. 18.—Основные данные для патронной Н. Гаманна.

№ . . .	1	2	3	4	5	6	7
h, мм . .	3,907	3,092	2,739	1,953	1,546	1,270	1,154
z	$6^1/_2$	$8^3/_4$	$9^3/_{11}$	13	$16^3/_7$	20	22
2α . . .	50°	50°	50°	50°	50°	50°	50°
t' : h . .	1,0723	1,0723	1,0723	1,0723	1,0723	1,0723	1,0723

№ . . .	8	9	10	12	12fl	12tf	13
h, мм . .	0,976	0,873	0,705	0,635	0,461	0,461	0,288
z	26	$29^1/_{13}$	36	40	55	55	88
2α	50°	50°	50°	64°	76°	50°	50°
t' : h . .	1,0723	1,0723	1,0723	0,8002	0,6400	1,0723	1,0723

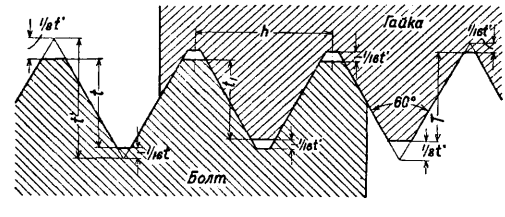
23) Французская система Н. (SF-Н.) распространена в романских стра-



Фиг. 24 А.

нах З. Европы наряду с SI-Н. Основная форма Н. та же, что и в Н. Селлерса с углом Н. $2\alpha = 60°$ (фиг. 24); по нормам игры на вершинах Н. не предусмотрено, но зачастую Н. снабжают игрой в двух вариантах: 1) $a = i \cong \frac{1}{24} t'$ путем соответственного углубления впадин Н. как в гайке, так и в болте, радиусами закруглений $r_1 = R_a = 0{,}0722h$ (фиг. 24 А, тонкой чертой), или 2) путем углубления впадин с прямолинейным ограничением притупления резьбы (фиг. 24 Б); элементы второго варианта: $d = d_a$; $t' = 0{,}86603h$; $b_a = B_i = \frac{1}{8} t' = 0{,}10825h$; $b_i = B_a = \frac{1}{16} t' = 0{,}5413h = a = i$; $t = T = \frac{13}{16} t' = 0{,}70365h$; $t_1 = \frac{3}{4} t' = 0{,}64952h$; шаг Н. приведен в табл. 19.

24) Английская велосипедная Н. (CCI-Н.)—см. *Велосипедное производство*.



Фиг. 24 Б.

25) Н. для газовых кранов (для баллонов со сжатыми и сжиженными газами)—см. *Сжижение газов*.

26) Швейцарская стандартная метрическая Н. (VSM 12002/4) совершенно аналогична германской Н. (14) с той разницей, что $a = i = 0{,}050h = 0{,}0433t'$, а $r_i = R_a = 0{,}058h = 0{,}05023t$; шаг равен шагу в Н. (14); Н. взаимозаменяема с (14).

Табл. 19.—Элементы французской стандартной Н.

d, №	0	—	1	—	2	—	3	—	—	4	—	—
d, мм	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
h, мм	1,0	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0
d, №	5	—	—	6	—	—	7	—	—	8	—	9
d, мм	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	56
h, мм	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0	5,5
d, №	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	—	
d, мм	64	72	80	88	96	106	116	126	136	148	160	
h, мм	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	

27) Австрийская стандартная метрическая Н. (Önorm 150 1/2) совершенно аналогична предыдущей.

28) Швейцарская стандартная мелкая метрическая Н. (VSM 12005—12007) по профилю тождественна с (24), а по шагу отличается от германской, как видно из табл. 20.

Табл. 20.—Значения шага мелкой швейцарской стандартной Н.

d, мм	1,0—1,4	1,7	2,0—2,6	3,0—3,5	4,0—5,5	6—7
h, мм	0,12	0.20	0,25	0,35	0,50	0,75
d, мм	8—11	12—16	18—24	27—48	52—129	134—149
h, мм	1,00	1,25	1,5	2,0	2,5	3,0

29) Швейцарская стандартная часовая Н. (HNS 56100), симметричная относительно линии среднего диам. Н. с игрой на гребнях и закругленными углублениями, а в малых диаметрах также с закругленными гребнями (без указания радиуса), имеет два различных профиля (фиг. 25, А и Б) для меньших диам. 0,3—0,9 (А) и для больших 1,0—2,0 (Б). Элементы Н. типа А: угол нарезки $2\alpha = 50°$; $d = d_a$; $t' = 1{,}07226h$; $t = T = 0{,}6995h$; $t_1 = 0{,}6495h$; $a = i = 0{,}0500$; $b_a = B_i = 0{,}21138h$; $b_i = B_a = 0{,}16138h$; $r_i = R_a = 0{,}1181h$. Элементы нарезки типа Б: угол нарезки $2\alpha = 60°$; $d = d_a$; $t' = 0{,}86603h$; $a = i = 0{,}05h$; $b_a = B_i = \frac{1}{8}t' = 0{,}10825h$; $b_i = B_a = 0{,}05825h$; $t = T = 0{,}6995h$; $t_1 = 0{,}6495h$; $r_i = R_a = 0{,}05825h$. Шаг Н. приведен в табл. 21.

Табл. 21.—Значения шага швейцарской стандартной часовой Н.

d, мм	0,30—0,35	0,40—0,45	0,50—0,55	0,60	0,7	0,80
h, мм	0,075	0,100	0,125	0,150	0,175	0,200
d, мм	0,9	1,0—1,2	1,3—1,5	1,6—1,8	2,0	
h, мм	0,225	0,25	0,30	0,35	0,40	

30) Нормальная цилиндрическая трубная нарезка Витворта (DIN 259, BSP Straight, OCT 266). Цилиндрическая нарезка, форма которой совершенно идентична со стандартной Н. Витворта (1). Истинный диаметр d_a не тождественен с d, который является только рыночным обозначением данной нарезки. Величины d, d_a, z и h приведены ниже в табл. 22 (d_r—наружный диаметр трубы в дм.).

Табл. 22.—Элементы нормальной цилиндрич. трубной Н. Витворта.

d, дм.	1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1
d_r, дм.	13/32	17/32	11/16	27/32	15/16	1 1/16	1 7/32	1 11/32
d_a, мм	9,729	13,158	16,663	20,956	22,912	26,442	30,202	33,250
z	28	19		14				11
h, мм	0,907	1,337		1,814				2,309
d, дм.	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2	1 5/8	1 3/4	2	2 1/4
d_r, дм.	1 17/32	1 11/16	1 25/32	1 29/32	2 1/8	2 5/32	2 3/8	2 5/8
d_a, мм	37,898	41,912	44,325	47,805	51,990	53,748	59,616	65,712
z	11							
h, мм	2,309							
d, дм.	2 3/8	2 1/2	2 3/4	3	3 1/4	3 1/2	3 3/4	4
d_r, дм.	—	3	3 1/4	3 1/2	3 3/4	4	4 1/4	4 1/2
d_a, мм	69,400	75,185	81,537	87,887	93,984	100,334	106,684	113,034
z	11							
h, мм	2,309							
d, дм.	4 1/2	5	5 1/2	6	7	8	9	10
d_r, дм.	5	5 1/2	6	6 1/2	7 1/2	8 1/2	9 1/2	10 1/2
d_a, мм	125,735	138,435	151,136	163,836	189,237	214,638	240,039	265,440
z	11				10			
h, мм	2,309				2,540			
d, дм.	11	12	13	14	15	16	17	18
d_r, дм.	11 1/2	12 1/2	13 3/4	14 3/4	15 3/4	16 3/4	17 3/4	18 3/4
d_a, мм	290,841	316,212	347,485	372,886	398,287	423,688	449,089	474,490
z	8							
h, мм	3,175							

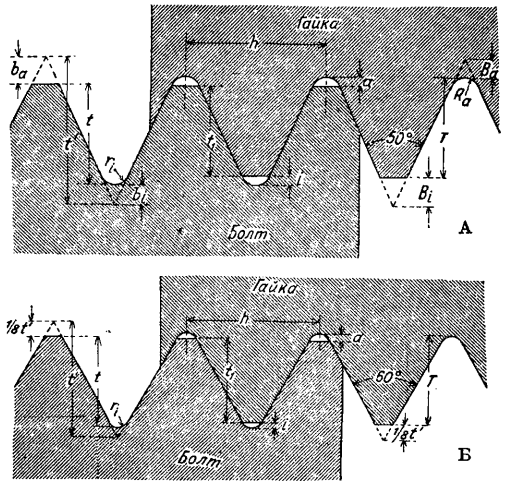
31) Германская стандартная трубная Н. Витворта с игрой на вершинах (DIN 260) идентична с предыдущей (30), за исключением формы профиля, к-рый у нее одинаков с (2), и основного диам. d_a в (30), за который в этой Н. принят наружный диаметр нарезки гайки D_a.

32) Нормальная коническая трубная нарезка Витворта (BSP Taper-H.). Конич. треугольная Н. с осью симметрии профиля, расположенной перпендикулярно к образующей конуса. Конус с углом при вершине $2\delta = 3° 34' 47''$, $\operatorname{tg}\delta = \frac{1}{32} = 0{,}03125$ (фиг. 26); форма Н., основные диам. в мерном сечении и шаг идентичны с нормальной трубной Н. Витворта (30); из стандарта исключены диам. $1^1/_8$, $1^3/_8$, $1^5/_8$ и $2^3/_8$ дм.; для точного определения размеров необходимо указать расстояние l_1 мерного сечения от торца трубы (см. табл. 23); длина полностью нарезанной части трубы не должна быть меньше $L = \sqrt[5]{d^2} - \frac{1}{8}$ дм. $\cong 25{,}4\sqrt[5]{d^2} - 3{,}2$ *мм*.

33) Американская стандартная коническая трубная Н. (Н. Бриггса, ASTP-H., NSP-H., American Briggs Standard-H.). Конич. Н. с углом при вершине конуса $2\delta = 3° 34' 47''\left(\operatorname{tg}\delta = \frac{1}{32} = 0{,}03125\right)$; форма Н. треугольная с прямолинейными притуплениями (фиг. 27), без игры и без закруглений; угол Н. $2\alpha = 60°$; ось симметрии профиля Н. перпендикулярна к оси конуса; полная длина нарезанной части трубки $L = (0{,}8d + 6{,}8)h$, причем две последних нитки могут иметь неполный профиль на вершинах; расстояние мерного сечения B от торца Н. l_1 дано ниже; элементы Н.: $t' = 0{,}86603h$; $b_a = b_i = B_i = B_a = 0{,}03301h \cong \frac{1}{26}t'$; $t = T = 0{,}8000h = t_1$; $d_1 = D_0 = d_a = 0{,}8000h$; номинальный и действительный диаметры Н. и соответствующие значения шага приведены в табл. 24.

34) Американская стандартная цилиндрическая трубная Н. (ASSP-H., NSSP-H., American Briggs Standard Straight-H.), цилиндрич. Н. с формой профиля идентичной с Н. (33), равным образом идентичны и d_0 и z.

35) Американская стандартная трубная Н. для контргаек (ASP Lock-Hut-H., National Lock-Hut-H.) применяется в том случае, когда труба должна быть снабжена конической Н., переходящей затем в цилиндрическую (фиг. 28); цилиндрич. Н. с профилем идентичным с Н. (33); диам. винта и гайки равны максимальным диам., полученным на конце конич. Н. (33) и м. б. вычислены (обозначая d_0, указанное в (33), через d_{0n}) по ф-лам: $d_0 = d_{0n} + 0{,}25h$; $D_0 = d_{0n} + 0{,}3125h$; остальные элементы как в Н. (33).



Фиг. 25.

Табл. 23.—Значения расстояния мерного сечения от торца трубы для конич. трубной Н. Витворта.

d, дм.	$^1/_8$	$^1/_4$	$^3/_8$—$^1/_2$	$^3/_4$—1	$1^1/_4$—$1^1/_2$	$1^3/_4$—2	$2^1/_4$—$2^1/_2$	$2^3/_4$—3
l_1, дм.	$^5/_{32}$	$^3/_{16}$	$^1/_4$	$^3/_8$	$^1/_2$	$^5/_8$	$^{11}/_{16}$	$^{13}/_{16}$
l_1, *мм*	3,97	4,76	6,35	9,53	12,70	15,88	17,46	20,64

d, дм.	$3^1/_4$—$3^3/_4$	4—$4^1/_2$	5	$5^1/_2$	6—7	8—9	10—13	14—15	16	17—18
l_1, дм.	$^7/_8$	1	$1^1/_8$	$1^1/_4$	$1^3/_8$	$1^1/_2$	$1^5/_8$	$1^3/_4$	$1^7/_8$	2
l_1, *мм*	22,23	25,40	28,58	31,75	34,93	38,10	41,28	44,45	47,63	50,80

36) Специальная Н. для стальных панцырных трубок Бергмана (DIN VDE 430). Треугольная Н., с углом

Табл. 24.—Элементы американской стандартной конической трубной Н.

d, дм.	$^1/_8$	$^1/_4$	$^3/_8$	$^1/_2$	$^3/_4$	1	$1^1/_4$
d_r, *мм*	10,3	13,7	17,2	21,3	26,7	33,4	42,2
d_0, *мм*	9,519	12,443	15,926	19,772	25,117	31,461	40,21
z	27	18	18	14	14	$11^1/_2$	$11^1/_2$8
l, *мм*	4,55	5,12	6,1	8,15	8,6	10,15	10,65

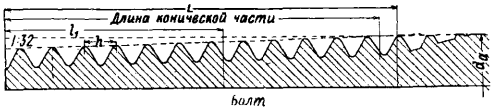
d, дм.	$1^1/_2$	2	$2^1/_2$	3	$3^1/_2$	4	$4^1/_2$
d_r, *мм*	48,3	60,3	73,0	88,9	101,6	114,3	127,0
d_0, *мм*	46,287	58,325	70,159	86,068	98,776	111,433	124,103
z	$11^1/_2$	$11^1/_2$	8	8	8	8	8
l, *мм*	10,65	11,1	17,3	19,45	20,85	21,45	22,25

d, дм.	5	6	7	8	9	10	11
d_r, *мм*	141,3	168,3	193,7	219,1	244,5	273,1	298,5
d_0, *мм*	138,412	165,252	190,560	215,901	241,249	269,772	295,133
z	8	8	8	8	8	8	8
l, *мм*	23,8	24,35	25,4	27,0	28,7	30,75	32,65

d, дм.	12	14	15	16	17	18	20
d_r, *мм*	323,9	355,6	381,0	406,4	431,8	457,2	508,0
d_0, *мм*	320,493	352,365	377,805	403,245	428,626	454,026	504,707
z	8	8	8	8	8	8	8
l, *мм*	34,55	39,7	42,85	46,05	48,25	50,8	54,0

d, дм.	22	24	26	28	30
d_r, *мм*	558,8	609,6	660,4	711,2	762,0
d_0, *мм*	555,388	606,069	656,750	707,431	758,112
z	8	8	8	8	8
l, *мм*	57,15	60,35	63,5	66,7	69,85

$2a = 80°$, без игры, с округленными вершинами и впадинами профиля (фиг. 29); элементы: $t' = 0{,}59587h$; $b_a = b_i = B_a = B_i = 0{,}1t' = 0{,}05959h$; $r_a = r_i = R_a = R_i = 0{,}107h$; $t = T = 0{,}8h = 0{,}4767h$, различается Н. по номи-



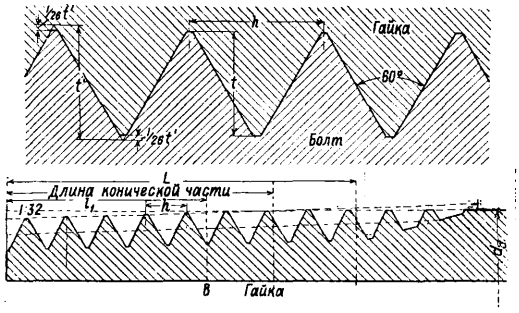
Фиг. 26.

нальным диам. d, обозначающим просвет трубки в *мм*. Элементы этой Н. приведены в табл. 25.

Табл. 25.—Элементы Н. для панцырных трубок Бергмана.

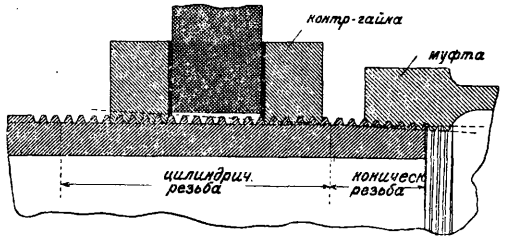
d, *мм*	9	11	13,5	16	21	29	36	42
d_a, *мм*	15,20	16,80	20,40	22,50	28,30	37,00	47,00	54,00
z . .	18	18	18	18	16	16	16	16
h, *мм*	1,4112	1,4112	1,4112	1,4112	1,5876	1,5876	1,5876	1,5876

Б. Трапецоидальные Н. 37) Германская стандартная трапецоидальная Н. (DIN 103, 378 и 379). Стандартизованы: од-



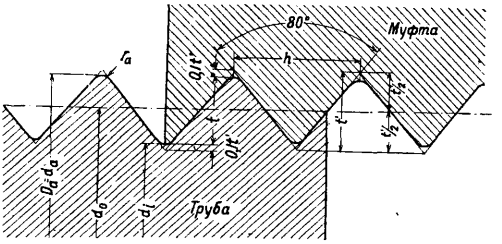
Фиг. 27.

ниточные Н.—мелкая (DIN 378), нормальная, или средняя (DIN 103) и крупная (DIN 379), отличающиеся друг от друга лишь величиной шага h; профиль Н. трапецоидальный, без закруглений, с углом Н. $2a = 30°$, симметричный (фиг. 30); величина игры на вершинах и впадинах меняется скачками и равна: для $h = 2 \div 4$ *мм* $a = 0{,}25$, $i = 0{,}5$ *мм*;



Фиг. 28.

для $h = 5 \div 12$ *мм* $a = 0{,}25$, $i = 0{,}75$ *мм*; для $h = 14 \div 48$ *мм* $a = 0{,}5$, $i = 1{,}5$ *мм*. Градация шага: от 2 до 10—через 1 *мм*; от 10 до 28 через 2 *мм*: от 28 до 48 через 4 *мм*. Элементы Н.: $d = d_a$; $t' = 1{,}8660h$; $d_0 = D_0 = d_a - 0{,}5000h$; $d_i = d_a - h - 2i$; $D_i = d_a - h + 2(b - a)$; $D_a = d_a + 2a$; $t = 0{,}5h + a$; $T = 0{,}5h + 2a - b$; $t_1 = 0{,}5h - (b - a)$; допускается закругление углов дна Н. радиусом $r_i = a$. Шаг нарезки приведен в табл. 26: для мелкой нарезки—h_f, средней—h_m и крупной—h_g. Градация d_a:



Фиг. 29.

от 10 до 50 *мм* через 2; от 50 до 100 *мм*—целые числа, оканчивающиеся на 0, 2, 5, 8; от 100 до 200 *мм* через 5, от 200 до 300 *мм* через 10; от 300 до 640 *мм* через 20.

Табл. 26.—Элементы германской стандартной трапецоидальной Н.

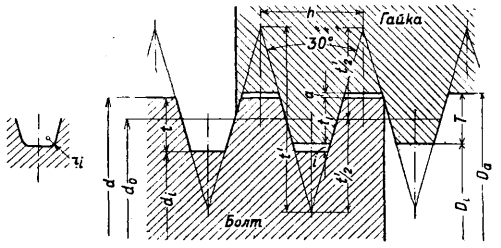
d, *мм*	10—12	14—20	22—28	30—36	38	40—44	46—52	55—62
h_f, *мм*	2	2	3	3	3	3	3	3
h_m, *мм*	3	4	5	6	7	7	8	9
h_g, *мм*	—	—	8	10	10	12	12	14

d, *мм* .	65—82	85—98	100—110	115—130	135—145	150—155
h_f, *мм* .	4	4	4	6	6	6
h_m, *мм* .	10	12	12	14	14	16
h_g, *мм* .	16	18	20	22	24	24

d, *мм*	160—175	180	185—200	210—230	240	250—260	270—280
h_f, *мм*	6	8	8	8	8	12	12
h_m, *мм*	16	18	18	20	22	22	24
h_g, *мм*	28	28	32	36	36	40	40

d, *мм* .	290	300	320—340	360—400	420—500	520—640
h_f, *мм* .	12	12	12	12	18	24
h_m, *мм* .	24	26	—	—	—	—
h_g, *мм* .	44	44	44	48	—	—

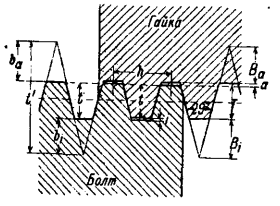
38) Нарезка Акме (Acme-Н.), трапецоидальная Н., весьма распространенная в странах англосаксонской культуры; профиль Н.



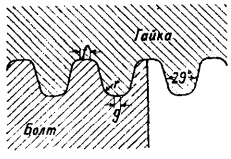
Фиг. 30.

симметричный; на гребнях и в углублениях предусмотрена постоянная для всех h игра $a = i = 0{,}01$ дм. $= 0{,}254$ *мм*; угол нарезки $2a = 29°$ (фиг. 31). Элементы Н.: $d = d_a$, $d_0 = D_0 = d_a - 0{,}5h$; $t' = 1{,}9333h$; $t = T = 0{,}5h + 0{,}254$ *мм* $= 0{,}5h + 0{,}01$ дм.; $a = i = 0{,}01$ дм. $= 0{,}254$ *мм*; градация z—числа ниток на 1 дм. (от 1 до 6 через $^1/_2$, от 6 до 10 через 1, затем 12 ниток на 1 дм.). Ход Н. $h = \frac{25.401}{z}$ *мм* не связан с определенными диам. и выбирается по желанию. Для винтов, передающих значительные усилия, Н. делается с закруглен-

ными углами у впадин и выступов (фиг. 32), радиус $r_a = R_a = r_i = R_i = 0.1850h$, причем между закруглениями остаются на гребнях



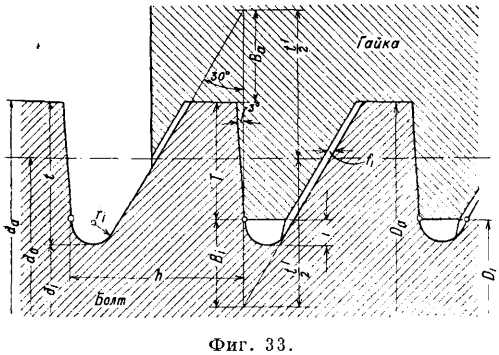
Фиг. 31.



Фиг. 32.

Н. прямые участки длиной $f = 0{,}0842h$, а в углублении—$g = 0{,}0842h - 0{,}0052$ дм. $= 0{,}0842h - 0{,}131$ *мм*.

39) Германская стандартная пилообразная Н. (DIN 513, 514 и 515), несимметричная трапецоидальная Н. с углами Н. $\alpha = 3°$ и $\beta = 30°$ (фиг. 33) с игрой по углублениям болта и по спинке нитки Н.; элементы Н.: $d = d_a = D_a$; $t' = 1{,}58791h$; в герм. стандарте за основную Н. принята условная с углами $\alpha = 0°$ и $\beta = 30°$, проходящая через точку касания гребня гаечной резьбы и поверхности груди нитки болта. При выводе элементов нарезки эта условная Н. принята за основную. Элементы Н.: $t'_{фикт.} = 1{,}73205h$; $b_a = B_a = 0.52507h$; $b_i = 0{,}33921$; $B_i = 0{,}45698h$;



Фиг. 33.

$a = 0$: $i = 0.11777h$; $t = 0{,}86777h$; $T = t_1 = 0.75000h$; $r_i = 0.12427h$; $d_0 = d_a - 0{,}68191h$; $D_0 = d_a - 0{,}68191h + 1{,}732f_1$; $f_{1min} = 0.2$ *мм*. Градация шага нарезки h: от 2 до 10 через 1 *мм*; от 10 до 28 через 2 *мм*, от 28 до 48 через 4 *мм*; минимальный диаметр болта—22 *мм*, градация диам. и распределение шага по диам. для мелкой h_f (DIN 514), средней или нормальной h_m (DIN 513) и крупной h_g (DIN 515) тождественны с Н. (37).

В. Круглые Н. 40) Германская стандартная круглая Н. (DIN 405). Треугольная симметричная Н. со столь большими радиусами закруглений, что прямая часть стороны нарезки почти совсем исчезла; Н. имеет игру на вершинах и во впадинах, угол Н. $2\alpha = 30°$ (фиг. 34). Элементы Н.: $d = d_a$; $D_a = d_a + 0{,}05000h$; $t' = 1{,}86603h$; $b_i = b_a = 0{,}68301h$; $B_i = 0{,}63301h$; $B_a = 0{,}73301h$; $t = T = 0.50000h$; $t_1 = 0.0835h$; $r_a = r_i = 0{,}23851h$; $R_i = 0{,}25597h$; $R_a = 0{,}22105h$; минимальный диаметр Н.—8 *мм*, максимальный—200; градация d_a—та же, что и у Н. (37); распределение шага по диам. указано в табл. 27.

Табл. 27.—Элементы германской стандартной круглой Н.

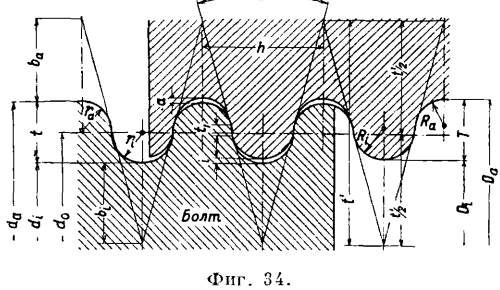
d, *мм*	8—12	14—38	40—100	105—200
z, ниток на 1 дм.	10	8	6	4
h, *мм*	2,5401	3,1751	4,2335	6,3502

41) Нарезка Эдисона для цоколей электрических ламп. Круглая Н., профиль которой состоит из одних дуг окружности; имеется игра, одинаковая для вершин и впадин и изменяющаяся с диам. (фиг. 35); размеры обозначаются названиями цоколей; радиус закругления может быть вычислен по формуле $r = \frac{h^2 + 4t^2}{16t}$; элементы Н. приведены в табл. 28.

Табл. 28.—Элементы Н. Эдисона для цоколей электрических ламп.

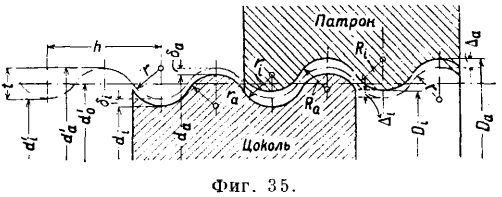
Тип	d_a		$t = T$		$a = i$		z	$r_a = R_a$	
	дм.	*мм*	дм.	*мм*	дм.	*мм*		дм.	*мм*
Лилипут	0,3750	9,525	0,020	0,508	0,0025	0,064	14	0,021	0,532
Миньон	0,465	11,811	0,025	0,635	0,005	0,127	10	0,031	0,794
Нормальная	1,037	26,341	0,033	0,838	0,008	0,203	7	0,047	1,191
Голиаф	1,555	39,499	0,050	1,270	0,01	0,254	4	0,091	2,305

42) Германская нормальная Н. для цоколей электрических ламп (Германская Н. Эдисона, VDE 400)—по форме



Фиг. 34.

подобна предыдущей, но отличается от нее слегка размерами, взаимозаменяема с оригинальной за исключением E 14 (миньон) и E 33



Фиг. 35.

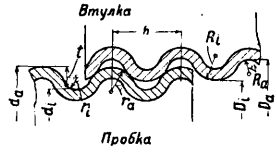
(нет в оригинальной Н. Эдисона). Элементы идеальной (средней теоретической) Н. (δ_a, δ_i, Δ_a, Δ_i—допуски Н. цоколя и патрона

по наружному и внутреннему диаметрам) указаны в табл. 29.

Табл. 29.—Элементы германской стандартной Н. для цоколей электрич. ламп.

	E10 Лилипут	E14 Миньон	E27 Нормальн.	E33 Крупная	E40 Голиаф
d_a, *мм*	9,60	13,93	26,60	33,10	39,55
d_0, *мм*	9,10	13,13	25,45	31,80	37,75
d_i, *мм*	8,60	12,33	24,30	30,50	35,95
t, *мм*	0,50	0,80	1,15	1,30	1,80
z, ниток на 1 дм.	14	9	7	6	4
h, *мм*	1,814	2,822	3,629	4,233	6,350
r, *мм*	0,530	0,825	1,00	1,19	1,85
$\delta_a=\delta_i$	−0,03 / −0,20	−0,03 / −0,23	−0,05 / −0,40	−0,05 / −0,45	−0,05 / −0,50
$\Delta_a=\Delta_i$	+0,03 / +0,20	+0,03 / +0,23	+0,05 / +0,40	+0,05 / +0,45	+0,05 / +0,50

43) Стандартная Н. для пробок радиаторов. (Герм. стандарт); круглая Н. неканонич. формы, но имеющая то преимущество, что м. б. выдавлена из листового металла для болта и гайки одним и тем же набором инструментов (фиг. 36); изготовляется трех размеров; элементы Н. для пробок (в *мм*) приведены в табл. 30.



Фиг. 36.

Табл. 30.—Элементы Н. для пробок радиаторов.

d_a	d_i	D_a	D_i	$t=T$	h	$r_a=R_i$	$r_i=R_a$	$\delta=-\Delta$
48	45,4	49	46,4	1,3	4	1,4	0,6	−0,35
62	59,0	62,5	59,5	1,5	5	1,4	0,6	−0,40
72	69,0	72,5	69,5	1,5	5	1,4	0,6	−0,40

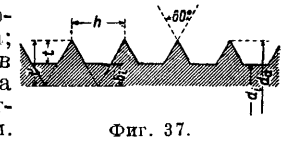
Г. Специальные Н. 44) Германская стандартная Н. для шурупов, трехугольная остроконечная Н. с весьма большим притуплением в углублении резьбы винта (фиг. 37), угол $2\alpha=60°$, элементы Н. в соответствии с грубым способом производства сильно округлены, теоретические значения таковы: $d=d_a$; $h\cong 0{,}45d_a$; $t'=0.8660h$; $b_i=0{,}533h$; распределение шага по диам. и действительные элементы Н. даны в табл. 31.

Табл. 31.—Элементы германской Н. для шурупов для дерева.

d, *мм*	1,3	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,5	4,0
h, *мм*	0,6	0,6	0,8	1,0	1,1	1,2	1,35	1,6	1,8
t, *мм*	0,20	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,55	0,6
d, *мм*	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7	8	9	10
h, *мм*	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,2	3,5	4,0	4,5
t, *мм*	0,7	0,75	0,85	0,9	1,0	1,05	1,2	1,35	1,5

45) Американская Н. для шурупов — стандарта не имеется; форма Н. не определена точно, приблизительно подобна предыдущей, угол Н. делают иногда меньше 30°; существуют два распространенных ряда нарезок с одинаковой нумерацией и наружными диам., но с различными числами z_1 и z_2 ниток на 1 дм., величина Н. определяется номером; распределение шага по диаметру указано в табл. 32.

46) Н. для стеклянных консервных банок. Специальная Н. с криволинейным очертанием боков профиля и весьма большой игрой, вызываемой самым способом производства; для всех диаметров форма Н. постоянна (фиг. 38), обозначается нарезка по диам. в свету d стеклянной банки; элементы Н.: $D_a=d_a+0{,}5$ *мм*, $D_i=d_i+0{,}5$ *мм*, $h=7$ *мм*, $t=T=3{,}5$ *мм*; градация d и соответствующие им d_a приведены в табл. 33.

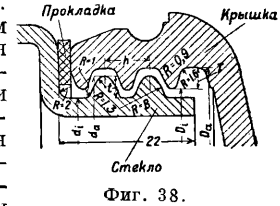


Фиг. 37.

Табл. 33.—Элементы Н. для стеклянных консервных банок.

d	63,0	70,0	85,0	108,0	123,5	141,5	176,5 *мм*
d_a	77,0	84,0	99,0	122,0	137,5	155,5	190,5 *мм*

Приведенный выше, далеко не полный обзор различных типов Н. с наглядностью показывает хаотич. состояние, в котором в настоящее время находится этот чрезвычайной важности вопрос. Усилия отдельных лиц и стран ввести на всей земле однообразные типы нарезки обречены на неудачу при существующем в капиталистическом мире антагонизме интересов и остроте борьбы за завоевание и удержание рынков сбыта.



Фиг. 38.

Табл. 32.—Элементы американской Н. для шурупов.

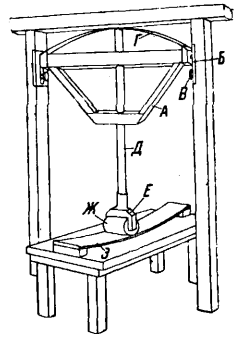
d, №	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
d_a, дм.	0,058	0,071	0,084	0,097	0,110	0,124	0,130	0,150	0,163	0,176	0,189	0,203	0,216	0,229	0,242	0,255
d_a, *мм*	1,47	1,80	2,13	2,46	2,79	3,15	3,30	3,81	4,14	4,47	4,80	5,16	5,49	5,82	6,15	6,48
z_1	32	28	26	24	22	20	18	16	15	14	13	12	11	11	10	10
z_2	30	28	26	24	22	20	18	17	15	14	13	12½	12	11	10	9½
d, №	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
d_a, дм.	0,268	0,282	0,295	0,308	0,321	0,334	0,347	0,361	0,374	0,387	0,400	0,413	0,426	0,439	0,453	
d_a, *мм*	6,81	7,16	7,49	7,82	8,15	8,48	8,81	9,17	9,50	9,83	10,16	10,49	10,82	11,15	11,51	
z_1	9	9	8	8	8	8	7	7	7	7	6	6	6	6	6	
z_2	9	8½	8	8	7½	7½	7½	—	7	—	6½	—	6½	—	6	

Лит.: Саверин М., Стандарты металлоизделий и металлов, «Библиотека ОСТ», *3*, Москва, 1928; его же, Стандарты металлоизделий и металлов, вып. 2, «Библиотека ОСТ», *7*, М., 1929; Гордон В., Стан-

дарты чертежей для всех видов машиностроения, «Библиотека ОСТ», *17*, М., 1930; Мертц Л. А., Нормальные винтовые резьбы и их калибровка, Москва, 1926; Berndt G., Die Gewinde, ihre Entstehung, ihre Messung u. ihre Toleranzen, Berlin, 1925; Berndt G., Die Gewinde, Erster Nachtrag, Berlin, 1926; Schuchardt und Schütte, Technisches Hilfsbuch, 7 Auflage, Berlin, 1928; Mahr C., Die Gewindelehre und der Gewinde-Austauschbau, Esslingen a/N., 1928; Schlesinger G., Gewinde, DIN-Bücher, *2*, 2 Aufl., B., 1929; DIN-Taschenbuch 1, Grundnormen, 3 Aufl., Berlin, 1929; Garbotz G., Vereinheitlichung in d. Industrie, Berlin—Mch., 1921; Schlesinger G., Vereinheitlichung d. Schraubengewinde, «Mitt. Forsch.», B., 1913, H. 142; Berndt G., Die deutschen Gewindetoleranzen, B., 1929; Mütze K., Die Festigkeit d. Schraubenverbindung in Abhängigkeit v. d. Gewindetoleranz, B., 1929; Delisle C., Über Gewindesysteme für scharfgängige Schrauben, 2 Aufl., B., 1876; Delisle C., Peters Th. u. Ludewig H., Die metrischen Gewindesysteme für scharfgängige Schrauben, B., 1876; Dettmar G., *Normalien, Vorschriften* u. Leitsätze d. VDE, B., 1923; Machinery's Encyclopedia, v. 5, 6, N. Y., 1917—25; Machinery's Handbook, 7 ed., N. Y., 1928; Whitworth J., Papers on Mechanical Subjects, v. 1, London, 1882; BESC (British Engineering Standards Committee), Combined Reports on British Standard Screw Threads, *39*, L., 1908; BESC, Report on British Standard Screwing for Marine Boiler Stays, *62*, L., 1913; BESA (British Engineering Standards Association) Interim Report on British Standard Whitworth (BSW) Screw Threads a. their Tolerances (M. 7270), London, 1919; BESA, Report on British Standard Fine (BSF) Screw Threads a. their Tolerances, *84*, London, 1918; BESA, Interim Report on British Association (BA) Screw Threads with Tolerances for № 0 to 15 BA (M. 7271), L., 1919; Sellers W., «Journal of Franklin Institute», Philadelphia, 1864, v. 47, p. 344; «Trans. of the Amer. Soc. of Mechanical Engineers», New York, 1908, v. 29, p. 99; SAE-Handbook (Society of Automotive Engineers), v. 1, New York, 1918; Thury, Systématique des vis horlogères, Genève, 1878; Thury, Notice sur le système des vis de la filière suisse, Genève, 1880; «Miscell. Publications of the Bureau of Standards», Wsh., 1921, *42*, p. 109; American Standard Screw Thread, «Publicat. of American Engineering Standards Committee», Publ. B. 1a, Washington, 1924; Löwenherz, «Ztschr. f. Instrumentenkunde», B., 1890, Jg. 10, p. 301; Protokoll d. Konferenz zur Vereinheitlichung d. Gewindesysteme u. Lehren am 2 März, 1897, Zürich, 1897; Protokoll des Internationalen Kongresses zur Vereinheitlichung d. Gewinde am 3 u. 4 Oktober, 1898, Zürich, 1899; периодические издания стандартных комитетов соответств. стран, как то: «Вестник стандартизации», М.; «Промстандарты», М.; «Mitteilungen des NDI (Normenausschuss d. deutschen Industrie)», B., выходящие как приложение к журн. «Maschinenbau», Berlin; «Publications of the AESC», Wsh.; «Publications of the Bureau of Standards», Washington; «Reports of the British Engineering Standards Association», L.; «Publications de Commission permanente de standartisation», P.; «Pubblicazione di Comit. Gener. por l'unificazione nell'Industria Meccanica» (UNIM), приложение к журналу «L'Industria Meccanica»; кроме того имеется обширная журнальная литература в общих машиностроительных журналах, в частности: «Maschinenbau», B.; «Machinery», L.; «Machinery», N. Y.; «Engineering», L.; «American Machinist», L.; «Transactions of the ASME», N. Y.

НАРЕЗНЫЕ КОЖЕВЕННЫЕ МАШИНЫ, машины, нарезывающие на лице кожи искусственную мерею. Рабочей частью всех таких машин является медный вращающийся на оси валик с выгравированным на его поверхности рисунком. В зависимости от того, какие кожи, для чего и какие изделия подвергаются нарезке мереи, рисунок этот бывает различен. Посадные изделия, вытяжка, яловочные голенища и др. нарезываются рисунком в виде выпуклых круглых мелких возвышений (яловочная шагрень), коневые голенища—рисунком из возвышений, напоминающих мелкие овсяные зерна (коневая шагрень). Крупный овсяный рисунок валика дает так наз. овсянку. Овсянкой нарезывается яловочная вытяжка. Крупная круглая шагрень нарезывается на шорно-седельной юфти. Для галантерейных и мебельных кож имеются особые специальные рисунки. Нарезные машины бывают ручные и приводные, последние—трех типов: 1) машины с наклонным столом и ползушкой, в к-рой укрепляется рабочий валик, 2) машины с маятником или лощильно-шагренировальные и 3) шагренировальные прокатные прессы.

Ручная шагренировальная нарезная машина, изображенная на фиг. 1. Имеющая форму трапеции верхняя ось качается в подшипниках *Б*, укрепленных в неподвижных стойках. Подшипники делаются или неподвижными или скользящими по чугунным салазкам, причем они зажимаются на требуемой высоте винтами *В*. Пружинящаяся доска *Г*, к-рая соединена своими концами посредством железных хомутов с основным бруском коробки, нажимает на прикрепленное к ней посередине водило *Д*, к-рое свободно двигается сквозь отверстия в верхнем и нижнем брусках коробки. На нижний конец водила надевается вилка *Е*, в к-рую вставлен медный валик *Ж* с выгравированным на нем рисунком. Стол имеет пружинящую деревянную подкладку *З*. Для работы на пружинящую подкладку кладут подготовленную к нарезке кожу лицом вверх. Рабочий берет в правую руку водило с надетым на него валиком и начинает качать его вперед и назад. Во время своего движения водило валиком касается поверхности кожи, прижимая последнюю к пружинящей подкладке, и т. о. давлением нарезывает рисунок. Ручные нарезные машины употребляются только в кустарном посадном производстве для нарезки мереи на вытяжке и голенищах.



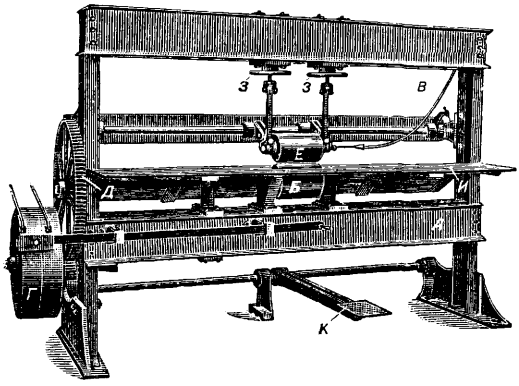
Фиг. 1.

Приводная нарезная шагренировальная машина с наклонным столом и ползушкой—см. *Лощение*.

Приводная нарезная машина с маятником—лощильно-шагренировальная. Число об/м. 120. Потребная мощность 1Р. Обслуживание—1 чел. Производительность около 100 пар голенищ в час. Машина может служить как для нарезки мереи, так и для лощения. Для работы кожу кладут на стол лицом вверх, и рабочий, нажимая педаль, пускает машину в ход. При помощи шатуна маховик заставляет качаться маятник, который, касаясь лежащей на столе кожи валиком, нарезывает мерею.

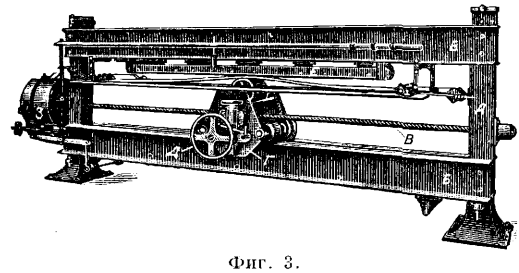
Шагренировальный прокатный пресс «Прима» (фиг. 2). Машина состоит из станины *А*, резинового валика *Б*, вращающегося на главном валу машины, который приводится в движение при помощи шкива *Г*, через шестерню *Д*, медного гравированного валика *Е*, подогреваемого паром через трубку *В*, двух регуляторов *З*, стола *И*, педали для пуска машины *К* и приспособления для быстрого разъединения резинового и гравированного валиков в про-

цессе работы. Машина строится двух размеров. Занимаемое место для крупного размера 2 600 × 3 600 *мм*. Вес машины около 1 800 *кг*. Размер шкива 600 × 100 *мм*. Число об/м. 75—80. Потребная мощность 0,5 Hp. Обслуживание—1 чел. Производительность ок. 170 пар голенищ в час. Для работы кожу кладут на стол лицом вверх и подводят краем к валикам. Рабочий нажимает педаль и пускает машину в ход. Вращаясь, валики втягивают кожу и протаскивают ее между собою, вследствие чего на лице нарезывается отчетливый рельефный рисунок.



Фиг. 2.

Кроме перечисленных машин за последнее время для нарезки мереи стали применять машины, работа которых основана на другом принципе: мерея получается не от накатки кожи гравированным валиком, а вследствие оттиска подогретой гравированной плиты, к которой кожа прижимается снизу сильным давлением гладкого прессовального вала, движущегося в особой тележке. Для нарезки мереи на посадных изделиях из этого типа машин применяется машина «Глория» (фиг. 3). Она состоит из двух чугунных стоек *А*, скрепленных вверху и внизу парами двутавровых балок *Б*, ходового винта *В*, который приводит в движение взад и вперед тележку



Фиг. 3.

Г с гладким прессовальным валом и регулятором *Д*, головки *Е*, к к-рой снизу привинчена гравировальная плита, и шкива *З*. Головка имеет электрич. подогрев для нагревания гравированной плиты. Вдоль всей машины между валом тележки и плитою головки натянута кожано-войлочная лента. Тележка в концах машины путем поворота рычага автоматически переключается и получает обратное движение. Машины строят четырех размеров. Занимаемое место—для машины большого размера 6 400 × 1 300 *мм*; вес 3 800 *кг*. Размер шкива 450 × 110, число об/м. 160. Потребная мощность 1,5—2,5 Hp. Обслуживание—1—2 человека. Производительность около 200 пар голенищ в час. Для работы кожу накладывают на кожано-войлочную ленту лицом вверх. Затем рабочий пускает машину в ход. Лента вместе с кожей прижимается к гравированной плите головки снизу прессовальным валом. Вследствие совместного действия давления вала и $t°$ плиты на коже отпечатывается требуемый рисунок. Дойдя до конца машины, тележка останавливается, а рабочий передвигает кожу т. о., чтобы под гравированной плитой оказалась следующая полоса обрабатываемой кожи.

Лит.: см. *Лощение*.

НАРКОТИЧЕСКИЕ РАСТЕНИЯ, растения, содержащие вещества, вызывающие наркоз, т. е. понижение возбудимости центральной или периферич. нервной системы, наконец временную утрату сознания (общий или местный паралич). Действующие начала Н. р.—преимущественно алкалоиды, гораздо реже спирты и другие соединения; многие из этих начал обладают рядом ценных фармакологич. свойств и имеют поэтому большое значение в медицине как лекарства; наряду с давно известными, хорошо изученными Н. р., есть Н. р., совершенно не исследованные в отношении химич. состава действующих начал и их фармакологии (напр. безвременник Colchicum autumnale L.); есть даже такие растения, видовое определение к-рых до сих пор еще точно не установлено (растения, дающие наркотич. напиток Jagé, и др.). Н. р. принадлежат к самым различным семействам и встречаются почти во всех широтах. Особенно богаты Н. р. Мексика и Ю. Америка (Перу, Боливия и др.) и вообще тропич. страны.

Главнейшие по своему значению Н. р. следующие. *Мак* (см.) снотворный (опийный)—Papaver somniferum L.—содержит во всех своих частях млечный сок, в состав к-рого входит до 22 различных б. или м. близких между собой *алкалоидов* (см.). В СССР работы по культуре опийного мака и заготовке, сбыту и экспорту опия сосредоточены во Всесоюзном объединении Лектехсырье; культура осуществляется путем создания крупных совхозов и контрактации среди туземного населения; в центре культуры — Караколе — имеется опытная станция; изучение сортового ассортимента опийных маков ведет Всесоюзный ин-т растениеводства, а методику химич. анализов—Научно-исследовательский химико-фармацевтич. ин-т. К тому же семейству маковых принадлежат: Chelidonium majus L. (чистотел), Stylophoron diphyllum, содержащие алкалоид х е л и д о н и н, по наркотич. действию на большой мозг аналогичный морфину.

Растения семейства п а с л е н о в ы х (Solanaceae) богаты алкалоидами группы тропина; из них с к о п о л а м и н (гиосцин) по наркотич. действию занимает первое место; он встречается у Duboisia myoporoides наряду с гиосциамином, у белены (Hyoscyamus sp. sp.), дурмана (Datura Metel и D. meteloides во всем растении, а у D. stramo-

nium L. в корнях), красавки (Atropa belladonna L.), мандрагоры (Scopolia carniolica Jacq.) и др.

Кока, кокаиновое дерево (Erythroxylon Coca Lam.)—кустарник, растущий в Америке (Перу, Боливия), содержит в листьях алкалоид кокаин. Опыты культуры кока в СССР пока не удавались.

Индийская конопля (Cannabis sativa, var. indica)—давно известное Н. р.; экстракт его смолы (гашиш) давно применялся в медицине как заменяющее морфин средство. В медицине его применение ограничено, т. к. действующие начала его нестойки и легко разрушаются, почему действие препарата неодинаково; попытки культуры в Европе и на Аравийском полуо-ве дают низкого качества продукт. В Советских среднеазиатских республиках индийская конопля культивируется для курения, и получаемая смола известна под именем «анаша», продукта по качествам аналогичн. гашишу.

Аналогично жеванию листьев кока у южноамериканских индейцев с целью возбуждения и опьянения—действие напитка, изготовляемого туземцами Мексики из кактусов Echinocactus Williamsii Peyotl = Anhalonium Williamsii и A. Lewinii, содержащих целую группу алкалоидов; из 6 выделенных алкалоидов A. Williamsii содержит пеллотин, а A. Lewinii — мецкалин как основные; опьянение от употребления их сопровождается световыми, цветовыми галлюцинациями. Наркотич. напиток индейцев р. Амазонки—Jagé—по всем описаниям дает такую же картину опьянения, как и жевание листьев кока и напиток из Echinocactus; исходный продукт для его приготовления—лианы рода Banisteria (B. Caapi Spruce и B. quitensis Niedenzu). Алкалоид телепатин, выделенный из листьев южноамерик. лианы Banisteria sp., фармакологически близок (по характеру действия и силе) новокаину; другой также близкий телепатину, по позднейшим данным тождественный с телепатином, алкалоид банистерин идентичен с гарминoм. алкалоидом гармалы. Гармала (могильник), Peganum Harmala L., степное сорное растение Крыма, Закавказья и среднеазиатских степей, применяемое туземным населением как лекарственное растение, также д. б. отнесено к Н. р. Недавние исследования гармалы вызывают к ней большой интерес, как к новому ценному Н. р. На островах Полинезии туземцы пользуются растением Macropiper methysticum, приготовляя из него напиток (Kawa); действующее начало его близко гашишу с более сильной анестезирующей способностью. Kawa входит в некоторые патентованные препараты. Растущее на Ямайке Piscidia erithrina имеет некоторое применение как болеутоляющее.

Растение наших широт—ядовитый латук, Lactuca virosa L. (собственно его млечный сок лактукарий), содержит болеутоляющие вещества. В листьях Pylocarpus Jaborandi и других видов (из сем. рутовых, Rutaceae) содержится алкалоид пилокарпин, антагонист атропина; его инъекции вызывают сильное выделение пота (до 2 *кг* в течение 2 часов); после первоначального возбуждения наступает паралич сосудодвигательного нерва и центров дыхания в случае больших доз.

Широко известны табак и махорка (Nicotiana tabacum и N. rustica), курение листьев которых распространено всюду и связано с наркотизирующим действием содержащегося в них алкалоида—никотина. Это—сильный яд, вызывающий в конечном итоге паралич сосудодвигательного и дыхательного нервов. При курении наблюдается хронич. отравление никотином.

Безвременник (Colchicum autumnale L.)—растение, содержащее в семенах алкалоид колхицин (2—4%), являющийся сильным ядом, парализующим центральную нервную систему; точно не изучен и обоснования лечебных свойств не имеет.

Различные виды аконита, или борца (Aconitum, особенно A. nappelus L.), содержат (главн. обр. в клубнях) алкалоид аконитин, сильнейший яд: доза в 3—4 *мг* смертельна. Тинктуры аконита применяются в гомеопатической практике; наружное применение аконитина вызывает местное возбуждение нервных окончаний (повышенное ощущение тепла, жжение и наконец анестезию) с последующим параличом. С давних времен употребляют как успокаивающее средство при нервном возбуждении высушенные корни валерианы (Valeriana officinalis L.); действующие части ее вероятно содержатся в эфирном масле, к-рое легко распадается, почему экстракты и тинктуры валерианы обладают непостоянным действием. Эфирное валериановое масло понижает возбудимость спинного и головного мозга. Действующее начало—борнеол и эфиры борнеола и жирных кислот, особенно изовалериановой. Этим эфирам приписывают слабое, но ясно доказываемое наркотич. действие; таково же действие многочисленных препаратов из валерианы.

Лит.: Свирловский Э. П., Культура мака и добывание опия в Семиречьи, П., 1917; Скворцов В. И., Курс фармакологии, 3 изд., М.-Л., 1928; Гаммерман А. Ф., Материалы по изучению наркотиков южных стран, Jagé—наркотик индейцев Амазонского района, «Труды по прикладной ботанике, селекции и генетике», Л., 1929, т. 22, 4; Meyer H., Gottlieb H. u. R., Die Experimentelle Pharmakologie als Grundlage der Arzneibehandlung, 7 Aufl., B.-W., 1925; Zender J., La question de l'opium, P., 1929. **Н. Львов.**

НАРОДНОЕ ИСКУССТВО, народное производственное искусство, служащее украшением предметов быта, в своем художественно-технич. оформлении является результатом творчества не одного лица, а целого ряда поколений отдельной народности. Вещи, обслуживающие быт деревни, прежде чем стать предметом торговли, выполнялись в порядке «самообслуживания». Условия жизни, зависящие от порядка труда и климатич. условий, в связи со свойствами материалов, находящихся в данном районе, способствовали созданию предметов своеобразных и характерных для нуждопределенной местности как в своей приспособляемости к окружающей природе, так и в своем художественном оформлении. Все эти положения создавали вид искусства целесообразного, чисто производственного характера, в к-ром искусство было неразрывно связано с техникой и зависело от приемов его исполнения.

Естественное стремление украсить свой быт содействовало развитию производственного искусства, разнообразию вариантов узоров и орнаментов, их тонкости художественного выполнения и даже изощренности. Вещь делалась прочно, целесообразно и по-своему красиво, и поэтому тщательно вырабатывались не столько само украшение, его орнамент, его узор, как его конструкция, порядок технич. приемов и качество применяемого материала. С течением времени в порядке этих работ откидывались все излишние формы или их детали, а также и все приемы, осложнявшие технику или не дававшие исчерпывающей красоты в своем художественно-технич. сочетании. Каждая вещь в своем совершенствовании проходила длительный многолетний путь, в развитии которого участвовал не один человек, а постепенно целый ряд мастеров, создававших в результате тип предмета, являвшегося как бы наследием искусства и техники многих. Последовательное участие многих мастеров в выработке одного и того же типа предмета создавало своеобразную проверку выполняемого. Все это делало то, что при минимуме затрат материала и труда получался максимум удовлетворения быта. Строгая конструктивность предмета, его украшений и практичность являются характерными признаками действительно подлинного образца произведения Н. и.

Предметы быта, приходившие к нам из стран зарубежных, были приемлемы нашим бытом лишь постольку, поскольку они соответствовали нашим условиям жизни, труда и понятиям красоты. Техника исполнения наших украшений и затейливое разнообразие орнамента в СССР говорят о крупном и длительном влиянии Азии. Запад с более далекой от нас культурой, с ранее создавшейся городской жизнью, с чуждыми для нас условиями климата, с особой изощренностью роскоши быта классов привилегированных и богатых, давал сравнительно мало полезных нам примеров, отвечающих условиям нашего существования. Влияние как Востока, так и Запада в приходивших к нам образцах обычно претерпевало сильные изменения. Техника упрощалась в зависимости от наличия материала (сырье), а также и по недостатку чисто технических приспособлений и инструментов. Элементы чуждого нам орнамента, попадая к нам в нашу северную резьбу или роспись, естественно д. б. подчиниться условиям, зависящим от сырья и несложного набора инструментов, которыми пользовался мастер деревни, и сложившимся от этого характерным особенностям навыков ручного художественного труда. Особенно наглядно это бывало, когда орнамент—украшение, выполненное из одного материала,—в другом случае делался из иного, например орнамент из меди, перенесенный на дерево, теряет свои особенности. Многоцветный узор парчи Византии, сотканный из шелка и нитей золота, вылился у нас в двухколерную, много—трехколерную, набойку по холсту. Наша обработка металла (в его художественной ковке по железу) зависела лишь от умения рук или от талантливости мастера, пользовавшегося самым малым количеством применяемых инструментов. Подобной же простотой по тем же причинам отличалась и резьба по дереву. Классы привилегированные и люди богатые стремились пользоваться товарами привозными из чужих земель, трудящийся же класс самообслуживался, применяя имевшийся в его распоряжении материал.

Многочисленны в своем разнообразии применения «природных» материалов. Айны первые нашли и стали применять в своей жизни волокна крапивы для одежды, а также для жилья. Гольды для одежды использовали кожу рыбы. Самоед широко пользуется мехом оленя, сшивая шкуры его же сухожилиями; из этого же меха вырезывает орнаменты, украшающие одежду. Лось дает тунгусу прекрасную замшу. Моржевая кость обслуживает северного резчика. Шерсть барана в самом разнообразном применении обслуживает кочевника. Почти без особой выделки шерсть верблюда идет на предметы быта казака и т. д.

Понятие о Н. и. объединяется и с художественными промыслами, воспроизводимыми пока в своем большинстве ручным способом. Такие производства хотя и не всегда являются прямым следствием Н. и., но благодаря технике ручного труда и тому, что исполнителями этих работ продолжают быть кустари деревни, сохранившие всю свою оригинальность в технич. разрешениях своего искусства, действительно много данных, чтобы ввести и художественные кустарные промыслы в общее понятие, в область производственного Н. и. Тем более, что приемы и способы художественно-технич. их оформления исходят от навыков Н. и., которое, пройдя через период самообслуживания, стало промыслом; в будущем же ему предстоит механизироваться, что постепенно и выполняется под властным требованием условий нового быта. Поскольку Н. и. постепенно входит и нашло свое выражение в художественных кустарных промыслах, постольку важна и необходима для его дальнейшего процветания и установка организованности труда работников, к-рые заняты в промыслах. Путь этот настойчиво требует исчерпывающего объединения мастеров по цехам, без чего немыслимы улучшение качества продукции и повышение квалификации работающего. Н. и. давно уже по праву труда и широкого обслуживания населения своей продукцией принадлежало значительное место в экономике страны и ее социальной культуре. При кооперировании кустарных промыслов особое внимание оказывается производствам «художественно-культурным», чем вновь поднимается значение Н. и.; и эти новые пути Н. и. сильно разнятся от того, что было в дореволюционный период.

Производство экспортных товаров во многих случаях обосновано на Н. и., привлекая к себе иноземных потребителей своей оригинальностью, самобытностью и качественностью в работе. Для экспорта идут художественные изделия из бывших губерний Владимирской, Костромской, Калужской, Нижегородской, Рязанской, Тверской, Ярославской и друг., Средне-Азиатских республик, Кавказа, Закавказья и Украины. Эк-

спортируются: резьба по дереву и роспись, игрушки, узорчатые ткани, вышивание, кружева, изделия из папье-маше, ковры, золотошвейное производство, набойка и прочее. Начинает давать свои изделия и Сибирь. В виду того, что современному быту Европы и Америки часто бывают чужды готовые предметы, когда-то обслуживавшие быт нашего крестьянства, во многих случаях экспортируются отдельные вышивки, кружева, ткани не в формах, отвечающих нашему быту, а как элементы производственного искусства, из к-рых иноземный потребитель создает для себя украшения и одежды своего быта.

Большинство орнаментов Н. и., созданных из самых различных материалов, до сих пор весьма мало использовано. Вместе с тем выполнение их м. б. с крупным успехом механизировано, показателем чего является широко применяемая сейчас специализация в порядке работы и деление труда вплоть до работы конвейером, начинающее сейчас уже применяться во многих художественных промыслах (особенно в труде женском). При дальнейшей работе взаимодействие и согласование достижений производственного искусства отдельных национальностей Союза выработают новые украшения, используя вековой опыт многочисленного трудового населения СССР. Н. и.—ценнейший, почти совсем не использованный еще материал, на котором могут и должны создаваться новые формы украшений нашего нового быта.

Художественные промыслы.

Дерево и его роспись. Изобилие лесов в СССР, сравнительная легкость и несложность обработки дерева сделали то, что это последнее было самым употребительным материалом в быту деревни. При помощи главного своего инструмента, и почти единственного,—топора, этого универсального в то время инструмента деревни, плотник создавал весьма красивые постройки, разрешал сложные архитектурные задачи (напр. при постройках церквей, до сих пор служащих примером конструктивного искусства в плотничной технике). В деревообделочную работу пила вошла сравнительно недавно; о широком ее применении крестьянство в конце 18 в. еще и не знало. Вся работа производилась «на глазок». Плотничество положило начало резному по дереву мастерству. При помощи топора, двух-трех долот и остро отточенного ножа создавалось декоративное великолепие крестьянской резьбы.

Наружные украшения жилищ, многочисленных предметов быта в гармоничном изобилии покрывались самой разнообразной резьбой. Плотник из центральных районов и с русского севера, несмотря на своеобразие своих достижений в старинной крестьянской архитектуре, в большей степени был остроумнейшим конструктором и в меньшей—художником. Резчик же был в полной степени мастер-художник, дополнявший работу плотника и ее украшавший. Орнамент, украшавший предметы быта, наносился не только на плоскость, но даже на округленность без помощи необходимого для нас сейчас циркуля. Такое умение весьма способствовало «живости» орнамента, художественной сочности его трактовки. Для проверки и наметки в стройке длинных горизонтальных линий применялся шнур, натертый мелом, а для вертикальных—отвес, т. е. тот же шнур, но с подвешенным внизу грузом. В резном деле стамески полукруглые и стамески-косяки вошли в жизнь сравнительно недавно, их отсутствие возмещалось ловкостью рук мастера и исключительным умением пользоваться одним ножом. С помощью только глазомера создавалось равновесие—симметрия в орнаменте и в его распределении по плоскости. В редких случаях деревенский резчик пользовался м о д л о ю (модель, или шаблон)—отдельной повторяющейся частью украшения, но и такое приспособление стало применяться в более позднее время.

К р е с т ь я н с к а я р е з ь б а в порядке нарастания в ее постепенной сложности основных типов м. б. разделена на следующие 5 видов: 1) Р е з ь б а в г л у б ь материала (т. н. плоская или рытая) на мелких предметах обихода, выполняемая косяками, носит обычно геометрич. характер и по своей технике и по своему построению. Введение полукруглой стамески разнообразило эту первую технику орнамента и сделало ее не только угольчатой, но и с закруглениями. Количество элементов, из которых создается орнамент резьбы вглубь, не так велико, но высоко умение разнообразно и красиво сочетать их. 2) Р е з ь б а т о н к и м и п о р е з к а м и, только контурами, как бы граверная, весьма часто дополнялась инкрустациями из дерева же, но другой расцветки: так, черный дуб входил своим узором в светлую липовую доску и т. п. 3) Р а б о т а п р о р е з ь ю как техника, которая требует больших сравнительно площадей, применялась изредка на мелких предметах (на ее краях) и получила широкое применение на украшениях наружных или крупных предметов обихода (скамьи). В последних случаях подобная резьба была уже делом рук талантливого плотника и носила по характеру своей техники вид чисто плотничного дела и целиком зависящего от конструкции постройки. 4) Р е л ь е ф н а я р е з ь б а, переходящая часто в скульптурно-объемную технику, обслуживала и мелкие предметы: головки и фигурки птиц, коньков и львов на сосудах, прялках, ткацких станках, а гл. обр. на украшениях наружных: избяных досках, на сильно рельефных же досках барок и т. п. 5) Ч и с т о с к у л ь п т у р н а я, вполне объемная резьба выражалась в религиозных скульптурных фигурах и еще более широко и свободно в деревянной игрушке. Для выделения отдельных частей орнамента в целях еще большей его нарядности и декоративности резьбу очень часто окрашивали, иногда краской покрывали только фон, оставляя порезку чистой, или же наоборот—в более мелких частях расцвечивалась и сама порезка.

Плотник и деревенский резчик крайне умело использовали в работе все присущие данному материалу свойства. Доска, распиленная по плоскости и развернутая на две симметрические стороны, уже сама по себе придавала красоту предметам. С т р у я дерева, идущая по доске, увеличивала деко-

ративную ценность предмета, служа иногда как бы орнаментом. Наплыв березы также служил любимым способом украшения плоскостей. От руки кованные гвозди, которые скрепляли одну часть деревянного предмета с другой и были расположены в известной симметрии, в свою очередь создавали орнамент и усиливали красоту предмета. Для мелких резных предметов применялась липа, как самый мягкий и неколкий в работе материал, затем клен и осина. Береза применялась в тех случаях, где требовалась красота ровной плоскости, в резьбе же применять ее рискованно вследствие ее «колкости». Для крупных наружных вещей (облицовка жилья, барок и т. п.) главн. обр. использовалась крупнослойная сосна и в более редких случаях за неимением сосны—ель. Использование дерева в качестве материала для самых различных деревообделочных промыслов было настолько велико, что промыслы эти еще до начала 20 века преобладали среди других художественных производств.

Ценность художественной обработки дерева увеличивалась и разнообразилась росписью. Значение ее было двоякое: или она служила дополнением в предметах, сделанных из дерева, или же имела значение преобладающее и даже самостоятельное, и в таких случаях дерево являлось материалом подсобным. К первому типу изделий относятся все мелкие резные обслуживающие быт изделия, в к-рых роспись лишь разнообразит резьбу. Ко второму — покрытие росписью плоскостей без резьбы, заменяя последнюю красочным и расписным орнаментом; условия этой работы требуют предметов более крупных, со столярной техникой (прялки, лари, сани, дуги и т. п.). Мелкие предметы данного типа обычно требуют предварительного оформления в другой деревообделочной же технике. К этому сорту изделий относятся токарные предметы с хохломской росписью, ложкарное дело в Семеновском районе (б. Нижегородской губ.) и роспись бураков.

Роспись по дереву крупных предметов быта, как напр. шкафов, больших ларцов и т. п., носила всегда характер более живописный, чем в предметах мелких; техника росписи в данных случаях была настолько самодовлеюща и художественна, что могла бы рассматриваться даже как проявление искусства самостоятельного, как живопись крестьянская. Несмотря на то что подобная живописная работа покрывала бока и створки шкафов, крышек ларцов, сундуков и других укладок, площади, покрываемые подобной живописью, были сравнительно велики, иногда до 35 × 55 *см*. Свободная, ничем не стесненная компоновка, широкие декоративные мазки кистью с плавными линиями, зависящими от широты самой кисти, и отсутствие угловатости придавали общий, весьма гармоничный характер. В редких случаях живопись была полутонами, в большинстве же роспись исполнялась целыми планами. Такая техника содействовала изображению не только орнамента, но и введению в него фигур птиц и зверей, а также и целых, иногда весьма сложных, компоновок чисто бытового характера. Такие изображения получают для нас сейчас уже историч. значение, как ценнейший материал при изучении быта прошлого. Излюбленным сюжетом подобной живописи были картины быта, образно разворачиваемые на одной плоскости, где изображенные сцены часто сплетаются с орнаментом: деревенские посиделки, всадники, поездки на санях, чаепитие и т. п. Крестьянская роспись—это не живопись, к-рую мы привыкли видеть и понимать, ценя в ней и сюжеты и развитие техники; живописность крестьянского искусства, как всякого Н. и., своеобразна: в ней тема играет роль второстепенную, предоставляя лишь повод ввести иные элементы украшения в искусство живописи, как искусство украшения, проявленное при помощи росписи. Отсутствие строго графической грамотности, знания анатомии человека, животных и строения растений еще более создает и развивает характер этой росписи в чисто декоративную сторону украшения, в которой тема отходит на второй план. Цветы фантастичны так же, как и звери. Как те, так и другие скорее приспособляются к покрыванию определенной площади, нежели к реальному воспроизведению. Поскольку мастер деревни не умел рисовать, постольку ему был нужен оригинал для подражания: таким оригиналом часто служили рисунки в книгах. Более старая роспись Н. и. в своей технике была характерна графичностью, и почти совсем не применялась живопись плановая, к-рая, наоборот, впоследствии преобладала. Контурностью своей вообще Н. и. отличалось всегда в своем первичном развитии; так было не только с росписью, но и с резьбой и с вышивкой, что объясняется тем, что контур—одна из легчайших стадий в технике. До сих пор роспись северных лубяных коробов (б. Вологодская губ.) выполняется именно в таком же характере. Позже, когда в песню деревни вместо старого эпоса стали входить чисто бытовые моменты, то и в росписи стали преобладать изображения быта; темы для этого брались или более красивые или являющиеся по-своему украшением быта.

Роспись обычно наводилась по легкому грунту или левкасу. Техника живописи была весьма прочна, так как несмотря на долгие годы использования предмета в руках человека или даже в работе роспись прекрасно сохраняла свой колер и не осыпалась. Материалом для росписи служили краски, в прежнее время растительного характера, потом мелкотертые минеральные краски, а в последние 25 лет употребляют и анилиновые краски. В более ценных вещах и в тех случаях, когда поверхность не была ровна, предметы иногда грунтовались и даже шпаклевались на олифе, а позже на клею. Лакировка применялась изредка, больше же всего употреблялось покрытие росписи вареным маслом, что придавало ей большую прочность. Промаривание дерева стало входить в жизнь с того времени, как резные изделия начали обслуживать потребителя города: поморка использовалась в целях придания предмету впечатления старины, а в иных случаях, чтобы скрыть недостатки материала.

Токарный станок вошел в крестьянский обиход уже тогда, когда мастера деревни перестали работать только на свою семью и когда начал организовываться промысел. В некоторых своих частях токарный промысел отражает художественную потребность деревни, отвечая ее вкусам. Типичным токарным промыслом является ложкарное производство (в Семеновском районе—б. Нижегородской губ. и в б. Вятской губ.). Семеновская деревянная ложка проходит из рук в руки разных мастеров: над ней работает резчик, токарь, «н а в о д я щ и й» роспись и олифщик. Продуктивность ложкаря (резчика)—изумительна: он работает в среднем в год не менее 20 000 шт. ложек. Роспись выполняется женщинами в штриховом характере: изображаются цветы, птицы, деревья, миниатюрные фигурки людей и т. п. После окрашивания ложку покрывают олифой (причем в олифу прибавляют немного краски). Подобная роспись, особенно с покрытием ее густым маслом, обладает своеобразным характером.

В Семеновском районе (в б. Хохломской волости) существует вытачивание деревянной посуды. Раньше здесь работали только на деревню и на Дальний Восток емкие чашки и блюда. Постепенно хохломскими изделиями заинтересовался и городской потребитель, привлеченный особой, весьма оригинальной красотой этих работ, а также их практичностью. Подбор изделий стал разнообразиться, а в последнее время хохломские вещи благодаря единственной в своем роде окраске стали предметом вывоза за границу. Расписываются вещи киноварью, кроном и голландской сажей; краски варят со скипидаром. Благодаря способу окраски и покрытия предмета особым лаком вещь получает очень красивый, золотистый оттенок. Прочности хохломских изделий содействует предварительная обработка их перед окраской. Выточенный или столярным способом сделанный предмет жидко обмазывают мергелем (в а п а). Потом вещь подвергается сушке в печи, после чего несколько раз «оливится» и опять сушится, но уже не в печи, а на «колосниках» мастерской. Окончательная просушка проолифленной вещи происходит опять в печи, после чего на нее наносят очень тонким слоем металлич. порошок—п о л у д у. В этой стадии предмет называют «вылуженным». По полуде и производят роспись мелко тертыми масляными красками со скипидаром. После росписи изделия вновь покрывают олифой и лаком и вновь ставят в печь для з а к а л и в а н и я. Процесс хохломской окраски весьма сложный, но благодаря способу ее обработки вещь делается очень прочной, хорошо выдерживает горячую воду и своеобразно красива. К токарному художественному производству следует отнести и детские игрушки, которые с конца 19 в. стали отличаться высоким качеством своих работ. Многие из кустарей, мастеров этого дела, достигали изумительной тонкости и в самом точении и в окраске (см. главу И г р у ш к а).

Плетение из растений. Существующему сейчас и весьма распространенному промыслу плетения корзин и мебели из ивового прута и педига предшествовало плетение предметов крестьянского обихода из бересты, липового луба, камыша, соломы и к у г и (болотная трава),—напр. лапти, корзины для сева, оплетение на горшки и бутыли, различные корзины-укладки и пр. Производство плетеных из растений изделий, обслуживающих быт, в своей технике достигает временами сравнительно большого совершенства, доходящего до своеобразного проявления искусства, что мы видим на Кавказе и в Закавказьи, где материалом этих работ помимо древесных побегов, кустарников и вьющихся растений служила пшеничная и ржаная солома и оболочка кукурузы. Вьючным перевозкам при бездорожьи больше всего отвечали особой формы плетеные корзины. Во многих местах Сев. Кавказа (быв. Кубанской и Терской обл.) даже жилые дома делались на основе плетения из хвороста, обмазанные глиной с навозом и сверху побеленные. Самые тонкие по технике корзины делают в Грузии, особенно в Кахетии. Плетение—часто очень красивых—цыновок распространено повсюду; они обладают крупными преимуществами: красотой, дешевизной, гигиеничностью и прочностью. Существующее во многих местах центральной полосы РСФСР плетение мебели на юго-востоке СССР затрудняется отсутствием корзиночной ивы, как необходимейшего основного материала, служащего для плетения предметов крупных. Производство последних не является результатом Н. и., но таковое было использовано в технич. навыках, создавшихся по крестьянству еще в тот период, когда крестьяне работали их в порядке самообслуживания. Плетение корзин и выполнение плетеной же мебели достигает у нас сейчас крупных размеров благодаря их удобству в быту города и отчасти сравнительной их дешевизне. Главнейшие операции в изготовлении корзиночных изделий из ивовых прутьев заключаются в их срезке, мочке, ошкуривании, сушке, хранении и приготовлении б е л о г о к о л о т о г о т о в а р а. Окрашивание материала выполняется втравливанием минерально-растительных красок, а в последнее время—только анилиновых. Для окраски мебели с успехом применяют и масляную краску. Инструменты и приспособления: ножи, било-колотушка, к р ю к, либо ж а м к а, для загибания толстых прутьев, шило в роде сапожного, садовые ножницы, плоскогубцы, острогубцы, молотки, а также нек-рые столярные инструменты, потому что основа мебели, а в иных случаях и корзин, делается столярным способом. См. также *Плетеные изделия.*

Ткань. Тканье тонких и узорчатых тканей Н. и. началось в порядке самообслуживания. Сперва тканье проходило без узоров, в исполнении грубых сортов. Из толстой шерсти ткались онучи, из оческа льна и пеньки весьма грубая ткань для подстилок и других хозяйственных нужд крестьянского обихода. Наряду с этим главной продукцией тканья был крестьянский холст, в качестве к-рого деревенские мастерицы достигали крупных и единственных в своем роде совершенств. Стремление к украшениям и создало ряд весьма своеобразных сортов узорчатого тка-

нья, разнообразившегося по местностям, в зависимости от материалов, техники, а также и обычаев того быта, который эти ткани обслуживали.

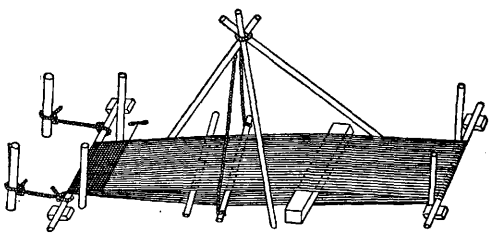
Тканье было распространено весьма широко на Украине, среди центральных районов, в Сибири, среди ю.-в. республик Союза, и не только среди земледельч. населения, но и среди кочевых народностей. Обычно работали женщины, особенно тогда, когда их тканьем обслуживалась семья; там же, где работали на продажу, этим делом занимались и мужчины. При домашнем выполнении тканья применялись домашней же выработки шерсть, лен и пенька, которые дополнялись иногда покупкой бумажной пряжи. Льняное полотно издавна вырабатывается в б. Ярославской губернии. Несмотря на то что ярославские полотна не имеют рисунков, выделка их настолько качественна и тонка, что м. б. сопричислена и к художественным изделиям. С середины 19 века ручное ткачество настолько стало увеличиваться, что из обычного жилья мастера начали переносить станки в отдельные светелки. В районах б. Костромской губ. и в б. Ярославской женщины работают с самолетами, на различных станках, мужчины—с жаккардом. Там же существуют и кустари-картонщики, пробивающие новые карты для жаккарда. Работают скатерти и салфетки. В Московской обл., где занимаются шелкоткацким производством, ткацкие станки весьма грубы по своей конструкции и отделке; там также работают и с жаккардом. Выполняют канаус, узорчатые шелковые ткани, платки, шарфы, покрывала. Здесь также с течением времени работа переходила в светелки (фабрички). Рисунки на тканях менялись в зависимости от требований городского потребителя. В удовлетворение города работают и полосатый тик. Работают и парчу, материалом служат шелк, бумага и металлич. нити (см. *Канительное производство*). Работают с жаккардом. Узоры парчи носили характер старых русских или восточных парчей и мало изменялись с течением времени. В районах б. Владимирской губ. ткались цветные сарпинки, канаус, плюш и бархат. Главный центр производства сарпинок—районы б. Саратовской губ., куда это дело занесено было лет 200 тому назад немецкими колонистами. Работали на ремизных станках только самолетом.

Кролевецкие изделия (быв. Черниговская губ.) резко выделяются из ткацких работ других местностей СССР своими оригинальными узорами, являющимися показателем крестьянского искусства. Изделия эти весьма самобытны и по своему характеру не имеют себе подобных. Кролевецкие рушники—полотенца имеют широкое распространение, гл. обр. для внутреннего украшения хат и в украинском быту вообще. Работают рушники с красными узорами по белому полю или белым рисунком по красному. Кроме рушников в таком же характере делают простыни и скатерти, обычно с красной же каймой. Материал—бумажная пряжа, в редких случаях—льняная. Украина славится разнообразными и весьма качественными узорными тканями. Исполнение изделий в высшей степени аккуратное, выполненные предметы богато украшены местным орнаментом. В полтавском и в киевском районах создается ряд школ, учебных мастерских, курсов и т. п., где вся работа строится на местном Н. и. Своеобразию украинского ткачества способствует оригинальность крашения, подбор цветов, тканье в самых различных переплетениях, получаемых при помощи старинных, простейших станков, впоследствии перешедших на самолеты и даже на жаккардову машину. Употребляемый материал на тканье самый разнообразный: лен, шелк, шерсть и бумага. Разнообразие материалов дает в свою очередь богатейший подбор узоров, которые всегда выполнялись по старинным образцам народного местного орнамента. Декоративные ткани делаются также и в Грайворонском районе (б. Курской губ.), отчасти повторяющие украинскую технику и рисунки. Художественным тканьем отличаются изделия в селе Сосновицах Новоторжского района (б. Тверской губ.). Во многих местностях, и особенно на Украине, узорчатое тканье весьма родственно с крестьянскими вышивками. Ю.-в. республики отличаются своими тонко сработанными тканями, несмотря на самые примитивные орудия производства. Так напр., ногайская женщина при выделке сукна один конец основы прикрепляет к вбитому в землю колу, а другой конец основы к колесу арбы. Несложность орудий вознаграждается неутомимостью в труде и замечательной ловкостью рук. Почти при таких же условиях ткут и лезгинки, не меняя ни стремян ни гребня, сохраняющего параллельность нитей основы, а между тем сукно их гораздо тоньше по выработке нашего крестьянского сукна.

В областях Кавказа существует до 10 типов овец, дающих каждая свой сорт шерсти, имеющий влияние на характер изделий. Работа с шерстью породила развитие техники по ее очистке, расческе, прядению и крашению, также обладающей весьма оригинальными приемами. Окраска более качественных изделий—растительная. Оригинален и способ беления шерсти: обжигают камень каргазяче (шелковистый гипс) в печи, измельчают его в порошок и смешивают с кислым молоком: в полученную полужидкую кашу погружают пряжу для беления. В иных местностях шелк белят при помощи тестообразной массы из размоченных грибов — рушанек, получаемых из Персии. Появление анилиновых красок привлекло внимание мастеров тканья, но неразборчивое использование их сильно ухудшило качество изделий. Своей художественной оригинальностью отличаются дагестанские шали. В бакинском районе славились узорчатые шелковые платки, одеяла и материи коврового характера (джеджимамили); последние особенно тонко вырабатываются в Карабахе. В Грузии работают тонкую белую тафту для белья; в Гурии—пестрые шелковые кушаки, а также полосатую ткань чисто турецкого характера. Конечно тканье ковров во всей их художественной оригинальности превышает все другие тканые изделия. В своем общем художественное тканье настолько своеобразно и исключительно кра-

сиво, обладая хотя и простой, но оригинальной техникой, что возрождение его и применение к новому быту могло бы дать весьма хороший заработок населению там, где сохранились еще указанные производства, и прекрасно украсить быт.

Ковровое дело. Материалом для ковров служит шерсть овец. Ковровый промысел имеет крупнейшее значение в экономике тех районов СССР, в которых они выделываются (см. *Ковровое производство*). Первое место в ковровом деле занимает Кавказ, где и в кочевом и в земледельческом обслуживании до сих пор ковер оценивается среди самих работающих не только как предмет, имеющий чисто материальную ценность, но также и как произведение искусства. Главнейшие районы коврового промысла расположены в южной и восточной частях Закавказья (фиг. 1—лезгинский ковровый станок). В Дагестане работают ковры паласы и сумахи. В тех же районах делают джеджими — тонкую ковровую



Фиг. 1.

материю для покрывал и мебели. Бакинская область поставляет тонкорунную шерсть, и ковры, вырабатываемые в этом районе, необыкновенно тонки и вместе с тем прочны и плотны. Карабахский район обычно своими ковровыми изделиями дает тон художественному направлению всего коврового производства для Закавказья. Большинство карабахских ковров без ворса, односторонние; лучшие же паласы—двусторонние. Кочевники курды работают в округах Эривани и Карса «яманы»—двусторонние безворсные паласы весьма тонкой выработки. Ткацкое ковровое дело развито и среди армян, но больше в обслуживании своего быта и меньше для продажи. Работают также и ковры, но малого размера в роде дорожек, которые применяют при установке палаток. Любопытен и очень красив т. н. чих и чихкилим. Основой этих предметов служат камышевые прутья, обматываемые цветными и даже шелковыми нитками в порядке, создающем оригинальные и красивые узоры. Орнамент, в изобилии покрывающий кавказские ковры, весьма своеобразен, отличаясь своими особенностями по местностям, и несмотря на то, что в основу его положен узор геометрического характера, украшения ковров чрезвычайно разнообразны и затейливо красивы. Богатейшие расцветки (лучшие в растительной окраске) придают коврам еще большую оригинальность и высоко художественную ценность. Узоры в большинстве случаев ткутся по памяти, благодаря чему нельзя найти абсолютно одинаковых ковров; все они являются свободными вариантами, всегда отображающими национальные традиции. Растительные краски придают особую ничем незаменимую красоту восточным коврам. Введение анилиновых красок грубит колеры и понижает качество, что особенно отрицательно отражается на экспорте. Ковровое дело находится в тесной зависимости от овцеводства, а потому и район распространения его совпадает с районами овцеводства Так, в Тюменском окр., в районе г. Тобольска издавна занимаются ковровым делом, к-рое занесено сюда бухарскими и татарскими переселенцами. Работают ковры с ворсом на манер персидских и гладкие—характера паласов. Узкие длинные ковры носят название тропинок. Тюменцы ворсовые ковры называют мохровыми (от слова мохр, т. е. кисть). Мастериц называют тальи. Они обучаются ковровому делу с 6—7 лет. Материалом, кроме овечьей шерсти, служит и коровья шерсть, а на снасти идет толстая льняная пряжа. В окраске обычно специализируются отдельные мастерицы. Красили раньше растительными колерами (куб, сандал и т. д.), а теперь красят красками анилиновыми (буксинами—местное название). Узорами пользуются кантовыми, к-рые в свое время служили приложением к модным журналам и т. п. Благодаря этому художественная качественность тюменских ковров невелика. Тканье производится на кроснах.

В Воронежской губ. ковровое дело было занесено в 1877 г. пленными турецкими солдатами. Ткут только «килимы», обладающие типичными турецким рисунком и окраской. Ткацкий стан—вертикальный с одной или двумя рамами. Техника обоснована на завязывании струков, т. е. узелков. В посаде Дубовка (б. Саратовской губ.) ковры выделываются из местной шерсти с узорами из цветов и гирлянд явно украинского характера. Техника чисто украинская и носит до сих пор название хохлацкой. Дубовская техника в руках искусных мастериц отличается своей исключительной прочностью, а также тонкостью очертаний линий по рисунку Приспособления в производстве: вертикальный станок с одной или двумя рамами, тяжелый металлич. гребень, палка и ящик, куда мастерицы аккуратно в порядке работы складывают мотки окрашенной шерсти. В районах б. Курской г. ковровым делом занимались больше для самообслуживания и меньше для продажи. Крестьянство ценило значение ковра в своем обиходе. Выполняют ковры гладкие—гладцовые и мохровые, с ворсом из местной шерсти и пеньки в основе. Анилиновые краски постепенно вытесняют растительные. Ткут (ковры гладцовые) на вертикальных станках техникой, напоминающей гобеленовое тканье (см. *Гобелены*), но в весьма грубой форме. Излюбленные узоры—очень крупные розы на черном фоне.

Село Клембовка (б. Подольской губ.)—центр местного весьма старого по происхождению коврового производства. Самодельные вертикальные станки (разбои) чрезвычайно грубы и громоздки. Работают на них весною, когда мужчины уходят в поле

и в помещении можно сравнительно свободно разместить большие станки. Клембовские ковры — гладкие. Узкие носят название килимы, широкие — скорц; узкими и длинными закрывают лавки, широкими украшают стены над лавками. Материал — шерсть местных овец, пенька и белая покупная бумага. Шерсть красится анилиновыми красками, а раньше применялись растительные. Есть сорт ковров, где линия узора выкладывается толстой цветной ниткой. Несмотря на то что техника явно восточного происхождения, узоры своеобразны и связаны в иных случаях с обрядовой жизнью поселян в их прошлом: так напр., был узор райское дерево. Период крепостного права (18 и 19 века) отразился и на ковровом искусстве. Многие из помещиков для обслуживания своих усадеб имели ковровые мастерские, где широко использовался не только труд крестьянина, но и его искусство. Во всех этих случаях было заметно со стороны владельцев стремление к подражанию узорам западным. Благодаря тонкому умению крепостных мастериц крепостное ковровое искусство стояло весьма высоко. Характер техники—гладкий; станки—гобеленные, вертикальные, с подкладыванием узора сзади основы. Украинские мохровые ковры носят местное название коцы, гладкие—килимы; бывают узоры счетные, обладающие цветами с тенями, и несчетные — с цветами без теней. Существуют еще ковры с узором полосками—дерги, легкие по своему исполнению. Коцы работаются на кроснах с большими вертикальными рамами. Гладкие же выполняются на верстаках, применяемых и при тканье холстов. Материал местный—шерсть и пенька; окраска раньше растительная, теперь анилиновая. См. *Ковровое производство*.

Войлочные ковры. Художественное украшение войлока является одной их простейших форм бытового искусства. У кочевых народностей СССР (побережье Каспийского моря, Закавказье, Грузия, Армения) из войлока выделывались бурки, головные уборы и войлочные, часто узорчатые, ковры под названием арбабаши (сорт ковров лучшего качества). В редких случаях ковры эти предназначались для продажи, обычно же обслуживали свою семью или свой род.

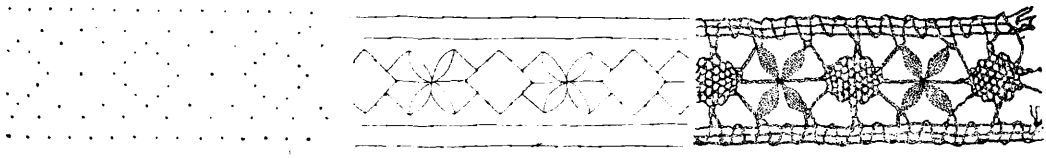
Для выделки войлоков в большинстве случаев пользуются темной овечьей шерстью, раскладывая ее на цыновках, а в иных случаях на лошадиных шкурах и смачивая горячей водой. Долго бьют ее (сбивают) тонкими палками, что и заставляет шерсть сваливаться, после чего цыновку со сбитой таким способом шерстью туго скручивают в вал, напоминающий большую трубку, и длительно катают его по земле, все время надавливая руками. Для получения узора красят несколько кусков очень хорошего и тонкого качества войлока, вырезают из них совершенно одинаковые орнаменты и вырезку одного вставляют в прорез другого. Вырезной орнамент пришивается к основному фону ковра. По контуру орнамента накладывается и пришивается цветная или белая тесьма, еще более укрепляющая узор. Искусство войлочного ковра зависит от материала, т. е. больше всего от его тонкой и ровной проработки, подбора окрашенных частей и правильности сшивания орнамента. Вся работа по выполнению подобных ковров от начала до конца производится женщинами. У каждой народности, применяющей в своем быту войлок, выделка его украшений несколько меняется по-своему, но главнейшие способы работ остаются те же. Большое применение войлочных ковров встречаем у киргиз-казаков. Узор такого ковра носит название тур (самый же ковер—текешмат), к-рый наносился несколько иначе, чем в первом случае; при выработке орбаши на не вполне еще готовую кошму (ковер) тонким слоем располагают сырую окрашенную в другой колер, чем самая кошма, шерсть определенным узором. Сырую еще кошму с сырым же только что наложенным орнаментом вновь сворачивают в цыновку и вновь катают, пока узор не сольется с фоном. Любимейшим орнаментом служит изображение рогов барана.

Кружево. Плетение кружев—одно из тех производств, к-рые вмещают в себе и самообслуживание и промысел, достигший крупного (до войны 1914—18 гг.—ок. 5 млн. руб. в год) оборота как для внутреннего, так и для внешнего рынка. Технику кружевного производства—см. *Кружево*. Материалом для работ служат нитки разных расцветок, обычно белые и отчасти суровые. Широко применяются нитки бумажные, в меньшем количестве шелк. Самые употребительные цвета: красный, синий, черный, розовый и больше всего белый.

Создание образцов для кружев шло двумя путями. Один путь более древний, чуть не 13—14 в., своим происхождением обязан Византии и Западной Европе; другой путь, более поздний, сложился из западных образцов, но настолько проработанных и измененных деревней для себя, что создался свой особый тип кружева «русского характера», весьма далеко отошедшего от своего первоисточника. В 18 в. сильнейшее подражание западным образцам хотя и уточнило технику кружева, но сделало его в большинстве применяемым только у классов богатых. Период крепостного права с закабалением кружевниц в руках помещиков шел по тому же пути, и только к 70-м годам 19 в. кружевное дело стало выходить на чисто промышленный путь. Высокое качество кружев того времени быстро обратило на себя внимание иноземных покупателей, и с тех пор кружево стало одним из главнейших видов экспорта. Кружева бывают русские, сколочные, и немецкие—на «сцепной манер» и на «численный». Как и все кружева, русские кружева работаются по сколку, причем основной узор вплетается по сетке, и то и другое выполняется сразу. Для подобного рода работ требуется много коклюшек. Немецкое кружево называется также «сцепным», так как каждый отдельный орнамент узора соединяется между собой особого вида кружевной же сеткой, к-рая носит название сцеп. В этих случаях основной узор вплетается отдельно, а потом сцепляется с сеткой, для чего кружевница поворачивает не один раз подушку со сколком. Численным кру-

жево называется потому, что выполнение его может проходить и без сколок, но считая каждый переплет; последнее дает большую точность и аккуратность в работе (фиг. 2).

Вышивание. Многие предметы домашнего обихода украшались вышивкой, причем вышивка не только отвечала красоте, но иногда являлась и целесообразною, соединяя и укрепляя швы и целые плоскости ткани. То обстоятельство, что льняную нитку крестьянка вырабатывала сама, еще больше укрепляло этот вид деревенского искусства в обиходе. Искусство вышивки—искусство чисто орнаментальное, зависящее по технике своего воспроизведения от того материала, на котором оно выполняется. Холст, по нитке которого клалась нитка же вышивки, предъявлял требования строгой прямолинейности наносимого орнаментального украшения. Подобная техника способствовала слитности узора с фоном (с холстом). Техническая же особенность холста, могущего в данном случае рассматриваться особым видом канвы, еще больше требовала узора симметричного, строгого по линиям горизонтальным и вертикальным. Иногда эта геометричность нарушалась тем, что по внешней линии узора делалась свободная, но не прямолинейная и даже закругленная обводка. Такая обводка обычно служит как бы контуром расположенного внутри него узора с геометрич. характером.



Фиг. 2.

Существуют два приспособления и способа вышивания: при помощи пялец и без них—на руках. В последнем случае вышивка м. б. выполнена и двусторонняя на обе руки, т. е. такая, в которой узор совершенно одинаков и с той и с другой стороны. Швы этого способа очень разнообразны, характер их много зависит от местного происхождения и обычая применения. Способ работы на руках двусторонним швом самый древний. На руках же работают и крестиком, но этот вид работы сравнительно нов и не достиг того искусства, как двусторонний. Работа в пяльцах имеет еще больше разнообразия в своих швах; из них главнейшие шитье по вырези и шитье по перевити. Способы эти в общем носят название строчки или мережки. Первые два способа чрезвычайно разнообразят вышивку, продолжая сохранять геометричность ее узоров. Работа по вырези состоит в том, что из холста по определенному счету продергивают нитки, после чего при помощи иголки захватывают в определенном же порядке оставшиеся невыдернутые нитки, что дает тот или иной узор. В использовании этого последнего способа существует вариант техники по вырези, заключающийся в том, что вырезка в холсте делается довольно большая. Края ее обшиваются, а образовавшаяся пустота прошивается узорчатой сеткой, как бы паутинкой, напоминая собой кружево. Способ по перевити похож на первый, с той лишь разницей, что невыдернутые холщевые нитки перевивают иголкой, получается при этом род канвы, к-рый используется для дальнейшего выполнения узора. Кроме вырези и перевити работают еще и тамбуром. Техника эта менее красива, но легче для выполнения и благодаря легкости стала сравнительно широко применяться. Тамбурный шов позднейшего западного происхождения, 17—18 вв., преимущественно выполнялся в круглых пяльцах и создавался из палочек, сделанных петлями характера цепочки, почему его часто у нас называют плетешком. При исполнении тамбурного шва кроме обычной иглы применяется еще небольшой крючок на палочке, который называется тамбурным. Техника данного шва дает возможность не следить за нитками утка и основы и дает линии закругленные, чем и объясняется характер тамбурного узора в виде листьев, цветов и даже изображений птиц, в которых узор образуется из линий закругленных. Существует еще более поздний способ работ, чем тамбур,—это так наз. филе, имеющее много общего со старинной перевитью. В большом ходу также и техника вышивания гладью, к-рая значительно ушла от исконных, чисто крестьянских, способов работы, как более сложная по технике. Гладь характерна своим настилом по плоскости ткани. Техника эта имеет большое разнообразие в своих швах, из них атласный шов самый красивый. Расцвет глади относится к периоду крепостного права. Обычно работа производилась по тончайшему батисту; для узоров пользовались иностранными рисунками. Среди чисто крестьянских работ очень употребителен шов, соединяющий два отдельных куска ткани вышитыми полосками орнамента на обеих частях материи одновременно. В гораздо меньшей степени в крестьянском обиходе применялась техника, носящая наименование аппликации, т. е. нашивание на ткань отдельных расположенных узором и вырезанных кусков других тканей, края которых обычно обводились контуром из шнура или же тесьмы.

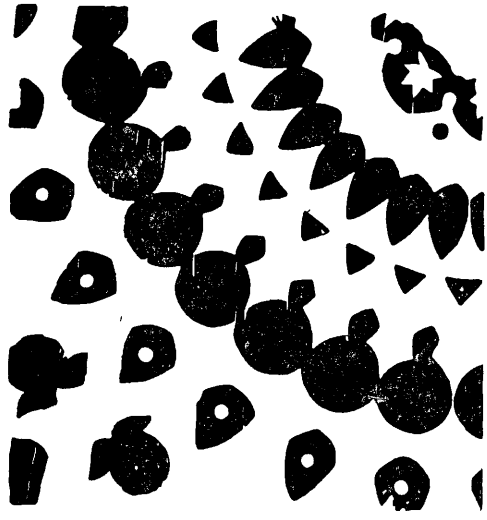
Для вышивания преобладающий материал в деревне—холст, а для потребителя города с 19 в.—шелк и батист. Более старинные и самые тонкие узоры крестьянского характера больше всего сохранились на Севере, в приволжском районе. Вышивки Украины изобилуют яркими цветами и целыми гирляндами из них, причем часто применяется шелк. По компоновке украинская вышивка очень свободна, нарядна и своеобразна. Кре-

стьяне применяют нитки льняные и шерсть— домодельные, покупные—шелк, бумагу и нитки металлические. В вышивках Севера почти нет шерстяных и шелковых ниток, южнее последние встречаются весьма часто, тогда как на Юге (напр. в Крымской республике и на Кавказе), где свой шелк, он становится доминирующим. Расцветка узоров Украины гораздо цветистее северных. Несмотря на свою графичность красочная декоративность крестьянской вышивки исключительна. Ничто так не украшало крестьянский быт и в жилье и в одежде, как вышивка. Белый фон холста, расцвеченный красным узором, — главнейшие и старейшие живописные пятна деревенской вышивки, особенно северной. Введение иных колеров—дело позднейших эпох. Уменье и изобретательность мастериц весьма разнообразны. Ни один из видов крестьянского искусства не имеет такого количества узоров, как вышивка.

Золотошвейное мастерство, искусство золотошвейное, являясь особой отраслью вышивания—вышивания металлической нитью, было очень ценным видом художественного производства в старину, когда достигало исключительного совершенства. Техника этого мастерства, дававшая впечатление роскошных изделий (серебряная и золотая нить) разнообразилась восточными шелками, жемчугом и даже драгоценными каменьями.

Искусство это берет свое начало от быта и роскоши Востока и Византии. Вышивка золотом применялась в боярском и царском обиходе, а также и в обслуживании культа. Позднее, в 18 и 19 вв., золотошвейное мастерство нашло себе применение в шитых украшениях на мундирах военных и гражданских. Искусство это обслуживало классы привилегированные и людей более чем зажиточных, что имело место в 18 и 19 вв. среди купечества и мещанства. Среди крестьян же золотое шитье применялось в виде вышивок на головных уборах, на сарафанах и шугаях. Так было в центральных районах Европейской России, у великороссов и отчасти на Севере Европ. части России. Иначе дело обстояло среди нек-рых национальных меньшинств. В Татреспублике непременной принадлежностью национальной одежды (мужские и женские головные уборы и даже обувь) является золотое шитье. В Казанском районе, этом главном пункте данного производства, до 1913 г. работало около 10 000 мастериц, обслуживая Татреспублику, восток, юго-восток России. В г. Бахчисарае (КрымАССР) золотое шитье по своей технике и изяществу рисунка превосходит шитье казанское. Оно много разнообразнее и применение его шире: им украшают национальные плоские шапочки, туфли, чадры, шарфы и целый ряд мелких предметов, служащих украшением местного быта. Своеобразной и весьма тонкой красоте бахчисарайских вышивок в свое время весьма способствовал особый домотканый местный материал, отчасти напоминающий фабричную кисею. В городе Торжке (быв. Тверской губ.) торжковское шитье обнаруживает и в настоящее время исключительные достижения в этом редком искусстве, получив мировую известность своей утонченной техникой и часто весьма сложными и красивыми узорами. При вышивании золотом употребляются пяльцы, в которых происходит работа, шпульки, пресс и нож. Для придания большей рельефности и впечатления художественной материальной ценности под золотое шитье в большинстве случаев подкладывается т. н. подстил, состоящий из бумаги, ваты и т. п. Мастерицы Торжка иногда применяют свое умение не только по ткани, но и на коже, на т. наз. новоторжковских тачальных кожаных изделиях.

Набойка. Полотняная ткань — обычно деревенский холст с «набитым» на ней узором при помощи особой набойной доски («манеры»)—носит название набойки. Бывают набойки, где узор сделан по белому полю, и также бывают такие, где узор остается белым по кубовому фону. В первом случае



Фиг. 3.

набойка называется «белоземельной», а во втором—«кубовой». Примитивное ручное набойное печатание по холсту при помощи резной из дерева доски (фиг. 3) послужило у нас началом механич. печатания (см. *Ситцепечатание*) Художественная значимость этого вида Н. и. и порядок технич. воспроизведения набойки находятся в тесной зависимости от отбелки ткани и ее окраски. Судя по историч. данным, набивное дело пришло к нам с Востока. Как там, так и у нас начало его положено росписью ткани от руки. Это искусство существовало в России еще в 12 веке, очевидно под влиянием привозных тканей из Персии, Китая и Индии, где достижения набойного искусства крайне разнообразны и весьма красивы. Подлинные привозные киндяки (набойка из Персии) и узорчатые набивные ткани из Индии, а после и наши самодельные, обслуживали сперва класс богатых, культ и отчасти войско и после уже, когда узор упрощался, набойка стала переходить в быт в деревню. С развитием Московского государства дорогие шелковые ткани с чужбины все больше и больше вытесняли употребление набойки

среди классов привилегированных. Льняное полотно стало служить материалом для набивки. Наличие резчиков по дереву обеспечивало качество резных досок (манер) и облегчало развитие набойного дела. На старейших узорах определенно заметно влияние Азии и Византии. Узоры эти, более сложные и по художественной компоновке и по технике, перерабатывались нашими резчиками по-своему и главным образом упрощались под влиянием причин чисто технич. характера и в виду более простого по сравнению с иноземным материала. Общий же вкус прежней деревни вызывал потребность иметь узор простой, с минимальным количеством элементов орнамента, входящих в него как украшение, но вместе с тем нарядный. Всему этому содействовали и сами деревенские мастера пестрядильщики, измышляя и переделывая узоры византийской парчи и индийских шелков по-своему, зачастую весьма талантливо.

Техника нашей резьбы, очень примитивного характера, также по-своему диктовала линии своих узоров. По этим причинам созданы были очевидно манеры, иначе формы, набоек: шашками, звездами, полосками или же «дорогами». Существовавшие резные по дереву украшения на утвари и на избах служили примером создания традиционных узоров и для набойки. Очевидно, что резчик набойной доски заимствовал узоры для работ со многих материалов,— так, в набойке встречаются даже узоры, взятые из орнаментов металлических, настолько простых по своим линиям, что их элементы легко были претворены и в набойку. Этим объясняется, что и рисунок лубочной картинки, служивший по-своему, как и набойка, украшением быта, часто переходил в набойку. В течение 18 в., в связи с некоторыми улучшениями в технике заметно сильное влияние франц. печатных тканей. Набойкой часто обивались стены у богачей, балдахины на кроватях и мебель. У многих из помещиков были свои набойные мастерские, где работали их крепостные. С этого периода набойное мастерство стало развиваться по двум путям: один пошел только в удовлетворение нужд деревни, уходя от центра в глухие углы Севера, куда начинавшая в то время организовываться (в начале 19 в.) фабричная промышленность еще не успела проникнуть, а другой путь пошел навстречу городу и его быту, представляя собою своеобразное и вместе с тем недорогое украшение. Отличительными особенностями художественной стороны набойки являются ее определенная декоративность и в линии и в цвете, а также хорошо уловленный характер узоров применительно к тем или иным целям. Длительное употребление и мытье часто делали набойку еще более красивой и гармоничной, так как краски получали большую мягкость. Изобильное наличие льна, как основного материала, послужило причиной, что набойка процветала там, где льну и пеньке находилось применение у себя и на себя. Так было и в быв. губерниях Ярославской, Костромской и отчасти Олонецкой и Уфимской. В центральной России почти не было губернии, которая не имела бы своих набойщиков, или синиторов (синильщиков ткани). Роль Московского района в набивном деле выразилась в утверждении ее для городского потребителя и главн. обр. для экспорта. Набойное дело неразрывно связано и обычно рассматривается одновременно с отбельно-красильной работой, так как само по себе набивание узоров нуждается в предварительной подготовке материала, т. е. в его отбелке и крашении.

Отбелка не так еще давно проходила в том, что холст вымачивали в реке и растилали на берегу для просушки, что обычно проделывалось по нескольку раз, после чего холст помещали в котел, где длительно варили со щелоком, потом вновь мыли и сушили. Все это повторялось до той поры, пока ткань не становилась чисто белой. Для смягчения материала колотят его палками или вальком. Каждая местность имела свой способ отбелки. Другой способ—это отбелка при помощи раствора хлорной или белильной извести (жавелевая вода). Способ этот быстр, но требует большой осторожности, потому что избыток хлора вредно действует на ткань.

Крашение холста старинным способом происходило путем использования отвара растительных красок; сюда относятся след.: марена, купавка желтая, кора осины, багульник, дрок, ольховая кора, крушина и т. д. Соединяя эти краски между собой, умелая мастерица могла достигнуть удивительных по гармоничной красоте расцветок и в ткани и в пряже. Краски закреплялись при помощи железного купороса и квасцов; применялись для закрепления также хлебный квас, отруби и жирные кислоты (масло льняное и конопляное). Растительная окраска сама по себе занимает особо важное и ценное место в производственном Н. и. и должна по своему существу рассматриваться как искусство самостоятельное, а не только подсобное, каким в данном случае она является для набойки. Очень часто ткань, окрашенная растительным отваром, по тонкости и вместе с тем по силе своего колера служит прекрасным украшением быта, особенно в женской одежде. Растительная окраска, широко применявшаяся в свое время в Н. и., до сих пор не превзойдена ни одной из искусственных красок. Самый популярный и прочный цвет—синий—достигается при помощи индиго, синий сандал дает глубокий черн. колер. Красящие вещества—индиго и синий сандал—привозные. Ими красили с помощью железного купороса. Анилиновые краски, вошедшие в конце 19 в. в быт деревни, чрезвычайно ускорили технику окраски, но однако понизили ее качество: они не прочны и не столь гармоничны, как растительные. Работа синильщика, или синитора, также требует особых знаний и навыка. Окраску при помощи индиго (куда кладут также известь и железный купорос) производят в большом т. н. «кубе», куда опускают холст, навернутый на «колесо», опускаемое в раствор индиго, наполняющий куб. После окрашивания материала его прополаскивают и сушат на жердях. В иных местах при окраске индиго применяют едкий натр, ржаную муку и шадрик.

После того как холст пройдет отбелку и крашение, он поступает наконец в руки мастера-набойщика. Для выполнения работ требуются набивная доска, деревянный молоток для ударов по доске при набивании, стол, на к-ром происходит работа, подушка для краски и несколько других мелких принадлежностей—глиняная и чугунная посуда для краски и т. п. Набивная доска делается из твердых пород дерева, обычно из клена. Чтобы доску не коробило, ее склеивают из трех слоев. Резчик переносит узор на дерево и вырезает на нем орнамент, углубляя те места, которые не должны получиться на оттиске, и, наоборот, оставляя рельефными те, которые должны воспроизводить узор в оттиске. Вырезанную доску пропитывают много раз особым лаком и, когда лак совершенно высохнет, осторожно счищают его с рельефных мест. Этим приемом достигается то, что прочищенные места при печатании лучше воспринимают краску, а части форм, крытые лаком, краску не «берут». В тех случаях, когда линии узоров очень тонки или мелки и поэтому трудно выполняемы из дерева (очень ломки), их заменяют медными пластинками и медной же проволокой, вбиваемой вертикально в доску согласно рисунку. В старинных досках такой прием не применялся, медные пластинки ввели в употребление сравнительно недавно. Обычный размер досок 22×27 *см*; бывают и больше (до 50 *см* длина стороны); крупными досками труднее печатать. Размер доски зависит от раппорта узора, т. е. от повторяемости его орнамента. Для каждого набиваемого колера делают свою особую доску. Чтобы доска заняла на холсте правильное место, на ее уголках вбивают маленькие гвоздики, точки которых при повторности в работе орнамента должны совпасть. Поверхность набивного стола покрывают толстым слоем войлока или сукна, чтобы обеспечить оттиск доски на холсте. Подушку из войлока или щипаной пеньки для размазывания краски туго обтягивают холстом, который пропитывают олифой. Приготовленная заранее масляная краска с добавлением скипидара равномерно наносится на подушку. Пропечатанный отрез холста подвешивают на особо устроенной жерди под потолком для просушки. Способ работ с масляной краской называется верховым. Применение же других красок требует процедур более сложных. Такой способ называется «приварным»; или «заварным», потому что холст для восприятия краски и для ее прочности заваривается в различных отварах. Сюда шел раствор пасира (коровьего кала), мелкий каолин, камедь, купорос и немного сала. Во второй половине 19 в. техника набивного дела несколько осложнилась введением в практику особых машинок, схожих с машинами ситценабивными (с березовыми валиками, покрытыми вырезанными узорами). Использование новых красок (напр. индантреновых) также несколько осложняет работу и во всяком случае лишает набойку в ее внешнем оформлении характера прежнего производственного Н. и., теряя старинную рецептуру и своеобразность резной техники. Набойка обслуживала население, пока еще не в достаточной степени была развита техника ручного узорчатого тканья, отвечая запросам потребителей иметь ткань не только крашеную, но и украшенную. К настоящему времени значение набойки получило характер эпизодический как материал для городского украшения комнаты, женской одежды и т. п., а также и для экспорта, где она играет большую роль. Во многих местах Кавказа и Закавказья наличие шелка дает возможность производить набойку и на шелку. Шемаханский район издавна славился своими цветными тончайшими платками калагаями и шарфами с набивными узорами. Кавказская набойка отличается от русской своеобразностью своего орнамента, а также и характерной яркостью своих тонов.

Изделия из папье-маше. Производство изделий из папье-маше хотя и не является прямым следствием Н. и., но несет на себе его яркое отражение. В конце 18 века под Москвой (в б. Марфинской волости) была мастерская лаковых козырьков для головных уборов армии. Козырьки эти прессовались из густой бумажной массы, в которую входили кроме бумаги еще канифоль и конопляное масло. Оканчивалась отделка лакировкой. После того как форма эта в армии была отменена, производство перешло на другой вид изделий, где применялась почти та же самая техника: стали делать табакерки из того же материала. Табакерки эти носят название лукутинских по фамилии предпринимателя, начавшего их работать. Впоследствии отчасти под влиянием образцов западной культуры, где изделия из папье-маше были еще раньше в большом и разнообразном применении, стали исполняться коробочки многообразной формы, подносики, чайницы, блюда и целый ряд других бытовых вещей, отвечающих нуждам рынка города. В зависимости от новых форм стали вводиться в технику и новые материалы, как например листовой картон, и улучшилась роспись. Благодаря исключительной прочности и красоте вещи из папье-маше стали расходиться среди потребителей еще шире. Несколько предприимчивых крестьян начали работать подобные же вещи и у себя по избам. Большинство изделий из папье-маше расписывались снаружи по черному, внутри же имели цветную раскраску. Сюжетами для росписи служили бытовые сцены и пейзажи. Мастера этого промысла одни из первых организовались в артель, не прерывая своих земледельческих работ. Условия кооперирования дали им возможность улучшить технику и разнообразить формы и роспись.

Каждый выполняемый образец имеет свою болвашку, вокруг к-рой плотно обертывается предварительно нарезанный тряпичный картон в полосках соответствующ. ширины. Полоски смазываются клейстером. От толщины стенок предмета зависит количество обертываемых вокруг болванки полос. Болванка, обернутая с боков полосками картона, сжимается в прессе (ж о м), в котором полосы крепко склеиваются между собой. Спрессованные части вещи (остов, днище, крышка) сушат в специальном сушильном шкафу-печке, в котором поддерживается нужная и

ровная t°. Достаточно просушенный предмет погружают на несколько минут в котел с конопляным, а иногда и льняным, маслом и додерживают до той поры, пока составные части коробки совершенно не пропитаются маслом. Насквозь пропитанные предметы вновь ставят в печной шкаф для просушки (на 10—12 и более часов). Дальнейшая обработка ее происходит чисто столярным способом; вещь обстругивают, обрезывают и т. д. После столярной отделки шпаклевщик грунтует коробку мастикой (сажа на олифе). Пемзой шлифуют все неровности. Выравненная коробка поступает к лакировщику, который покрывает ее специальной массой (обычно черной), куда помимо краски входят лак и скипидар. Последнюю операцию проделывают несколько раз и после каждого раза коробку ставят на просыхание. По получении абсолютно новой и глянцевитой поверхности изделие поступает наконец в распоряжение живописца. Большим навыком должен обладать хороший специалист по этой росписи: он должен уметь учитывать изменение красок (масляных) и соединение их с лаком при новых повторных просушках в уже расписной и лакированной поверхности. Для получения весьма оригинального эффекта под роспись в некоторых случаях кладут сусальное золото в листиках. После всех этих длительных перипетий коробку покрывают лаком, вновь полируют и окончательно покрывают лаком. Для более ценных вещей, чтобы получить на поверхности ее рельефный орнамент или изображение выпуклой фигуры, применяют густую массу из бумаги и клея, при помощи которой и наносят нужные рельефы. Способ работ сложен, но имеет свои достоинства в том, что допускает, и даже более того—ему необходимо, разделение труда.

Революционная смена условий быта разительно повлияла на главнейшую часть данного производства—на роспись. Иконописный промысел упал, техника же оставшихся без работы высококачественных мастеров искала своего нового применения. Лучшие мастера, иконописцы (б о г о м а з ы) села Палихи (б. Владимирской губ.), издавна славившиеся своим высоко развитым живописным искусством, перешли на роспись по папье-маше. Произведения этих мастеров стали желанным экспортным товаром, привлекая ныне иноземного покупателя своеобразнейшей трактовкой бытовых сюжетов, богатейшим орнаментом, а также исключительно тонкой техникой живописи. Произведения п а л и х о в ц е в — в своем роде единственное в мире искусство, родственное изделиям японским. По внешнему же оформлению—по живописи—работа палиховцев отнюдь не уступает лучшим японским лакам.

Подносный промысел. Хотя подносный промысел по своему материалу и относится к обработке железа, из которого делаются подносы,—к кузнечно-слесарному производству, но искусство его внешней отделки состоит в росписи, весьма близкой к проявлению Н. и. Изготовлением подносов занимаются кустари Нижнего Тагиля (б. Пермской губ.) и Московской обл. (б. Марфинская волость). Листовое железо для формовки обрабатывается холодным способом и подвергается в пачках по нескольку листов каждый выгибанию молотом на особой чугунной плитке. Дальнейшие операции весьма несложны и состоят в выглаживании подноса в продораживании гуртика и его загиба, проемке ручек и т. д. Более сложная часть работы — подготовка подноса под роспись. Предмет предварительно загрунтовывается. Рисунок наносят или по трафарету или же пишут от руки; серебряные и золотые орнаменты выполняют сусальным золотом также по трафарету. После окраски поднос густо покрывается светлым лаком. Роспись подноса яркая. Обычными сюжетами для подносного украшения служат букеты цветов, фрукты или даже целые пейзажи, трактованные весьма декоративно.

Обработка металла. До того времени пока крупная индустрия не вытала в себя обработку металла, ковка железа и литье из меди было широко распространено в деревне как кустарное производство. Условия быта прошлого способствовали тому, что в течение столетий обиход деревни украшался коваными железными светцами для лучин, позднее подсвечниками, узорчатыми кольцами и петлями на воротах и дверях, обкладками на лари и сундуки и т. д. Конструктивность предмета при обработке его ковкой, резанием либо пропилом и при склепке играла главнейшую роль. Кузнец в деревне, учитывая свой быт и свойство материалов, несмотря на малочисленность инструментов прекрасно достигал крупного художественного совершенства. Русскую крестьянскую работу по металлу можно подразделить на два типа. Первый—где главное значение имеет плоский орнамент с прорезью, получаемый из листа железа или из железа полосового (на дверных петлях, в пластинках, покрывавших сундуки и ларчики, и т. п.). Второй тип, вполне обладающий характером ковки, использовав материал квадратный или же круглый, давал вещи силуэтного типа, в котором кованые и перелитые части остроумно сочетались в своем технич. построении делением или расщеплением стержня обрабатываемого железа; во многих случаях—с коваными же или завитыми концами. В Н. и. литье применялось только из меди, что в крестьянском обиходе облекалось часто в художественные пластические формы — мелких замков в виде птиц, коньков, львов и т. п., а также в мелких предметах культа.

Благодаря исключительной прочности, красоте, возможности содержать в чистоте и приспособляемости к местному быту медная посуда — до сих пор необходимая принадлежность быта у многочисленных народностей юго-востока СССР. Этот вид Н. и. в своем производстве насчитывает за собой сотни лет. Раньше вырабатывали медную посуду ковкой, за последние годы начали применять листовую медь. Характер форм — восточный; изделия обычно покрыты очень сложной и красивой резьбой, частью гравюрного типа, частью резной, с углублениями. Выполнением медной утвари и посуды занимаются в Дагестане, в меньшей степени в Красноуфимском районе, где работают медные к у н г а н ы.

Ювелирные изделия. Там, где фабричная промышленность не вошла еще в бытовые условия, до сих пор встречается большое и тонкое искусство обработки металла (например на Кавказе оружейный промысел). Среди грузин, армян и татар ювелирные изделия и изготовление утвари развиты широко. Судя по технике и по художественному оформлению, ювелирное дело пришло к нам с Востока. Наш главный и самый старинный центр подобных работ—село Рыбная Слобода Татреспублики, где мы находим изделия филигранные, литые и чеканные. Филигранная техника состоит в применении обычно серебряной (в редких случаях золотой) проволоки. Употребляют также медную или даже железную посеребренную проволоку. Проволоку скручивают винтом и сплющивают в виде полосочки с зубчатыми краешками. Такую проволоку изгибают согласно узору, спаивая в некоторых местах. Украшения, получаемые от этого способа работы, очень тонки и изящны. Обычные рисунки для филиграни: цветы, листья и орнаменты. Филигрань бывает сквозная или напаянная узором на металлический же фон. Литье изделий весьма просто. Растопив металл (обычно сплав), вливают его в форму (опока); после отливки помещают полученные предметы в барабан (так называется бочка с очень мелкими черепками) Барабан имеет ось с ручкой, которую вертят в течение нескольких часов; таким путем предмет чистится и шлифуется, после чего поступает в серебрение. Для этой операции вещь кладут в чашу с азотной кислотой и солью. Чеканка заключается в том, что на поверхность материала (латунь, подложенная варом) стальным инструментом—бородкой (род стамески)—наносится путем набивания молотком рельефный узор. Линии тонкой гравировки получаются, если бородку заостряют. Красивым дополнением к чеканке служит укрепление на предмет цветных камешков, бирюзы и даже граненого стекла в дешевых изделиях. Главнейшее потребление—местное или вывоз на Восток. В районах Казани и Костромы больше всего кустарей ювелирщиков (главный пункт—село Красное на Волге). У кустарей Московской области своеобразность ювелирных изделий теряется, выделываются больше всего цепочки и мелкие вещи городского обихода, а раньше выделывались предметы культа.

Расцвет тонкого ювелирного искусства во всем его разнообразии мы встречаем среди армян, грузин и татар Кавказа и Закавказья Искусство лезгин в области этого производства благодаря своей тонкой кропотливой работе очень высоко ценится в Персии и в Турции. Ювелирное производство Дагестана охватывает изготовление оружия и золотых и серебряных украшений: пояса с набором, женские украшения, наборы для сбруи и, как приспособление к спросу современного центра, цепочки для часов, наконечники палок, чернильницы, рамки и т. д. В технику их производства входят насечка, гравировка, гравировка с чернью и позолотой, цветная эмаль. Особенно популярна и дает красивейшие эффекты инкрустация по слоновой и моржевой кости, а по дереву—медной и серебряной проволокой. По своей технике работы Кавказа гораздо лучше и разнообразнее производств Татреспублики. Для выполнения кавказской черни (которая по своему существу весьма близка с чернью Великого Устюга) приготовляют сплав из серебра, серы, красной меди и свинца. По охлаждении сплав толкут, полученный порошок промывают. Те части поверхности серебра, которые подлежат покрытию чернью, углубляют и тестом, полученным из порошка описанного сплава, заполняют рисунок углубления. Вещь поступает в горн и по охлаждении подвергается полировке. В небольших размерах, но прекрасное по технике, ювелирное филигранное дело имеется и в Бахчисарае.

Резьба на кости. Кость оленя и моржа у самоеда, быка у якута и временами ископаемого мамонта служила и служит материалом для этого дела. Размеры самого материала не позволяют делать вещи крупные, что в иных случаях заставляло мелкую резьбу на кости вкрапливать в большое целое: в металл, дерево и др. Север Европ. части СССР и Сибири, как источник материала для производства, явился первичным и основным местом исполнения резных на кости работ: район Архангельска—Холмогоры и Поморье, а позднее—Великий Устюг. В 18 в. техника работ по кости начала разнообразиться применением токарного станка и несколько усложнилась новыми приемами, введенными приезжими мастерами из Голландии. Применение их в быту стало весьма разнообразным, и хотя иноземные приемы прибавили новые эффекты в компоновке рисунка и его отделке, все же общий характер резьбы, как резьбы народной, сохранился в своем целом. Учитывая все эффекты распределения орнамента как отдельного элемента украшения и в своей общей слитности как фона, мы можем найти источники тождественности нашей резьбы с резьбой восточной в гораздо большей степени, чем с западной. Техника исполнения обычно совмещалась: на одном и том же предмете была резьба характера гравюры и одновременно сквозная, дающая красивый эффект ажура, особенно если под него подкладывалась цветная фольга, покрытая слюдой, что придавало совершенно особый характер и красоту. Подобная сквозная техника носила название на проем. Для получения возможно большего художественного эффекта в гравюрные штрихи втирается краска: черная, красная и изредка зеленая. Мастера пользуются красками также и для того, чтобы несколько разнообразить общий белый тон кости, промаривая ее то в зеленый то в черный колер. Этот прием, принимая во внимание небольшие плоскости материала и способы украшения резных пластинок, придавал временами костяным работам мозаичный характер. Костяными пластинками, укрепленными на дереве штифтиками, обкладывались иногда даже такие крупные вещи, как туалеты, настольные бюро, комоды и проч. Сюжетами украшения обычно служили: орнамент растительного характера на фоне геометрич. узора, бытовые сцены, символы и эмблемы, временами сопутствуемые надписями (Архангельск). В крестьянском быту разных

изделий из кости было сравнительно мало. Главным потребителем резной кости был город. Кружевная тонкость изделий в прошлом отвечала роскоши и в меньшей степени нуждам действительной потребности. В настоящее время является возможность возродить это искусство для нового быта в более упрощенных формах, в новых украшениях, связанных с действительной потребностью быта и пригодных особенно для экспорта, так как искусство это обладает чисто национальным характером, непередаваемым в других местностях. Облегчить технику небольшими приспособлениями не трудно, тонкость же в работе получится еще бо́льшая. Наличие подходящей кости (мамонтовой) в Тобольском районе содействует развитию художественной резьбы на кости; там существуют мастера, выполняющие зачастую весьма тонкие скульптурные миниатюры, служащие обычно бытовым украшением (портсигары, мундштуки, пепельницы, брошки, ножи для разрезывания и т. д.). Тобольские вещи тонки в работе, но они почти лишены той самобытности, к-рой полна резная кость Архангельского района и тем более Якутская. Произведения якутов чисто скульптурного характера несут на себе все черты самобытного искусства, именно в этом являясь оригинальнейшим украшением быта, но отнюдь не украшением предмета. Сюжетом для их скульптур служат иногда целые сложные сцены, в которых охота на медведя (и изображение медведя вообще) играют видную роль. Якутские резные вещи эти невелики, но почти всегда полны художественной наблюдательности и служат прекрасным образцом примитивной скульптуры, выражающей вкус и быт своей страны. Вообще же резьба по кости—это самая тонкая по качеству резьба, выполнявшаяся когда-либо мастерами из народа.

Камнерезное дело. Уральский хребет—источник используемых материалов в камнерезном деле. Эти материалы—самоцветные и цветные камни. К самоцветам относятся камни прозрачные—алмазы, александриты, аметисты, бериллы, гранат, горный хрусталь, изумруд, корунд, опал, рубин, топаз, хризолит и шерл. Из прозрачных цветных камней для выделки употребляются гл. обр. легко поддающиеся обработке резьбой и точением, а также и такие, которые обладают свойством восприятия легкой и высокой полировки. К цветным непрозрачным камням в первую очередь относятся мрамор, орлец, лабрадор, порфир, яшма. В тех местах, где существуют подобные сорта минералов, происхождение такой работы относится к весьма древним культурам народностей Востока. Естественно, что продвижение технич. знаний, как то имело место в прошлом, идя к нам с Востока и найдя соответствующий материал, отложилось и на Зауральи. Гранильщики (гл. обр. женщины), работающие на самоцветах, делают бусы, камни для перстней, брошек, запонок, печатей и т. д. К крупным работам с цветными непрозрачными камнями относятся: памятники, покрытые резным орнаментом карнизы, перила, колонки балюстрад, ванны, распределительные доски и т. п.; к мелким работам из тех же материалов: печатки, женские украшения, чернильницы, пресс-папье, рамки, вазы с фруктами и плодами и наконец рельефные картины-горки. См. *Гранильное дело* и *Камнерезное дело*.

Гончарное дело. Проявление Н. и. в гончарном производстве весьма разнообразно и по внешней форме и по технике. Простая и цветная глины легко поддаются формовке от руки, на глину легко наносится узор только легким вдавливанием пальца, также и роспись прекрасно принимается ее поверхностью. Наличие цветной глины способствует разнообразию и красоте изделий. Глина по своему свойству легкоплавка и в гончарном деле не нуждается в сложных печах для обжига и особо высокой $t°$. Все эти данные способствовали тому, что гончарное дело, обслуживая крестьянский обиход, дало возможность проявить в нем Н. и. Главнейшим центром гончарного мастерства следует признать Украину, особенно в Полтавском, Киевском и Черниговском районах. Причины этого кроются в том, что в районах центральных изобилие дерева обеспечивает во многих случаях потребности быта. Украина же, характерная своими степными пространствами, могла пользоваться только глиной. Как почти во всех видах производств, в к-рых выявлено Н. и., так и в гончарном деле техника чрезвычайно примитивна, но быть может ни в одном из других видов Н. и. не проявлено так тонко и значительно, как здесь. Навык гончаров поразителен. При помощи простейшего самодельного гончарного станка деревенский мастер, чрезвычайно быстро вертя станок ногой, при помощи только одной руки (совсем без инструментов) формует свои изделия, причем, несмотря на выработку их в бесчисленном количестве, все они одинаковы и точны в размере и толщине своих стенок. Поскольку совершенно формование предмета, постольку далеко от этого покрытие глазурью обжигаемой поверхности. Для глазури употребляют сурик, свинцовый глет и весьма немного кварцевого песка. Иногда смазывают поверхность жидким дегтем, поверх к-рого припушивают свинцом, что не всегда полезно для здоровья потребителя при пользовании гончарными изделиями как столовой посудой и вместе с тем чрезвычайно вредно для работающего. Украинские горны для обжига обычно устраивают под открытым небом в простой яме, обмазанной глиной, с решетчатым из кирпича сводом и с приспособлением для топки дровами, а то и просто соломой. В северных губерниях иногда горны кончаются в подпольях жилья. В иных местностях, напр. по реке Андоме (Олонецкий район), где находится огнеупорная глина а н д о м к а, гончарные изделия обжигают даже в простых русских печах. Обыкновенно встречаются обжигательные горны с прямой тягой, без трубной вытяжки, причем горны погружены в землю, и т. о. тепло расходуется на испарение почвенной влаги.

Как на своеобразный пример высокой степени технического совершенства, переходящего в искусство, следует указать на исполнение в Эриванском районе к а р а с с, громадных глиняных сосудов более 2 *м* высоты при диаметре более чем 1 *м*. Такой сосуд

веретенообразной формы служит резервуаром для хранения зерна, вина или употребляется как бродильный чан у Эриванских виноделов. Формовка этих колоссов гончарного дела выполняется путем постепенного наращивания стенок карассы из тщательно раскатанных глиняных жгутиков. По мере высыхания первых нижних слоев накладывают новые последующие. Мастер работает сразу штук 25 таких гигантов. Емкость карасс иногда достигает до 500 ведер. Чтобы чистить такой резервуар, внутрь его ставят лестницу и 2 человека работают там одновременно. Несмотря на свою колоссальность, карассы гармонично пропорциональны в своих линиях и размерах. Помимо достижений большого и своеобразного искусства в технике и в ручном искусстве формовки не малая доля красоты гончарных изделий зависит от их внешне чрезвычайно разнообразной по своим узорам отделки. См. *Гончарное производство*.

Обработка меха и кожи. Обработка меха, присущая нашим северным республикам, почти совсем не изучена, материал по этому вопросу только накапливается. Самые характерные и вместе с тем определенно показательные изделия из меха и кожи—у самоедов и тунгусов. Выделка кожи и мехов у самоедов производится женщинами при помощи железных скребков. Кожу скобят и при этом мнут руками. Отделка шкур, приспособленных для домашнего обихода, оригинальна; обыкновенно весьма удачно используется сочетание светлых и темных мехов. Тонкие, мозаичного характера украшения меха с небольшим добавлением сукна—опушка с вышивкой (панда-мадави)—часто дают определенное понятие о весьма своеобразном и законченно умелом использовании свойств меха оленя, а в иных случаях и собаки. Коми-зыряне оленью замшу вырабатывают весьма примитивно. Предварительно хорошо промоченная шкура подвергается чистке—удаляют остатки мяса и волос,—после чего кладут в чаны с известью. Дальнейшая процедура проходит вновь в многократных—чистке, известковании, сушке и вытягивании кожи. У гольдов работают замшу из лося—лосевая рофдуга, но последняя по выделке несколько грубее, чем зырянская. Из замши делают рукавицы, обувь и верхнюю одежду у тунгусов, а также головные уборы и постели. Шьют «комаловые» коврики, для чего самая тонкая по материалу кожа берется со лба оленя. Охотники-тунгусы и оленеводы-самоеды, пользуясь своим материалом, обшивают себя сами. Для меховой инкрустации вырезают острым ножом орнамент, для чего берут сразу два сорта меха темный и светлый и при сшивании перемещают эти расцветки между собой, заменяя место одного другим. Тонкие сухожилия служат нитками. Несмотря на примитивнейшую технику орнаменты бывают весьма разнообразны. Тунгус, живя звериным промыслом, добывает мех и кожу белки, соболя, лося, медведя и мелкой птицы. Тунгусы кожу выделывают гораздо лучше, чем самоеды. Одежда тунгуса-охотника, которому присущи по его промыслу быстрые движения и переходы, гораздо легче, чем одежда самоеда, костюм тунгуса шьется б. ч. из замши, богато украшен ремешками, бисером, бусами и пучками красной шерсти. Почти все предметы, сделанные из замши, покрыты зачастую весьма сложным бисерным орнаментом, придающим очень красивый и единственный в своем роде характер тунгусскому вкусу в использовании кожи и меха. Тунгусские женщины по всей Сибири славятся умением вышивать бисером, обладая крупным художественным вкусом. Своим практичным покроем одежда тунгусов настолько отвечает потребностям Севера, что многие из русских применяют ее в своем обиходе.

Так как предметы, к к-рым применяются меховые и кожаные украшения, являются принадлежностью и особенностью лишь народов Сибири, то распространение их потребления в центральных районах СССР, или как материала для экспорта, следует рассматривать только в отдельных своих элементах, могущих быть примененными также к другой культуре.

Существует еще вид искусства обработки кожи в г. Торжке (б. Тверской губ.), занесенный туда в свое время казанскими татарами и получивший там еще более тонкое и художественное оформление. Т. н. новоторжковские тачальные кожные изделия обладают многими особенностями чисто татарского искусства и в компоновке своих узоров, и в технике, и в расцветке. Работа эта напоминает в своем большинстве мозаику-инкрустацию, составленную из отдельных ярко окрашенных кусков кожи, стаченных между собою на соединениях особым весьма прочным строченным швом из разноцветного толстого крученого шелка. Украшается обувь, подушки, мешки, переплеты, рамки и т. п. Произведения этого мастерства уже давно стали особым промыслом, получившим благодаря своей оригинальности экспортное значение.

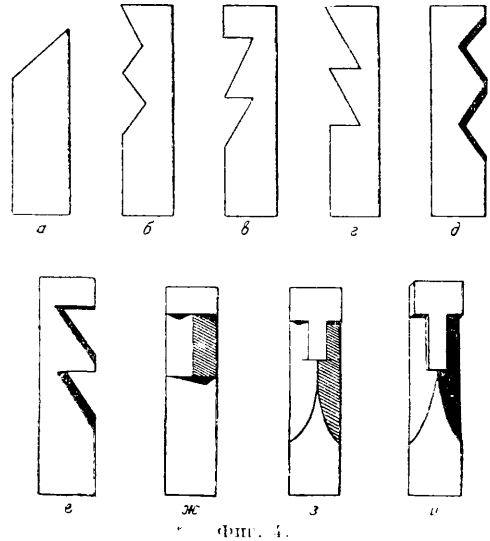
Игрушка. Искусство игрушки — одно из самых оригинальных и любопытных художественных производств по разнообразию материала и по технич. приемам, к ним применяемым. Простота форм и красочность—отличительные признаки крестьянской художественной игрушки.

Игрушку из глины следует признать простейшей по своему оформлению и первой по времени происхождения. Техника ее исполнения та же, что и других предметов *гончарного производства* (см.): те же поливы, и лишь изредка в более позднее время стала применяться роспись, самая примитивная, при помощи клеевых красок (слобода Денково, б. Вятской губ.). Еще позже использовалась и масляная краска, покрывавшаяся иногда масляным же лаком. Кусочки сусального золота в листиках иногда довершали нарядную красоту игрушки. Многие из подобных маленьких глиняных игрушек ценятся как талантливые образцы народной скульптуры. Исполнение подобных игрушек распространено всюду, где существует гончарное дело. Игрушку из глины делают женщины, подростки и лишь в свободное время—взрослые гончары. Из одного ведра глины выходит до 100 мелких игрушек. Во избежа-

ние излишнего накаливания в печи для обжига игрушки помещают в большие горшки. Простейшая фарфоровая игрушка, являясь продукцией (19 в.) небольших фабричек московского района, гл. обр. Гжели, все еще продолжала нести на себе традиции форм и окрасок чисто народного характера. В сравнительно позднее время стала появляться гипсовая игрушка. Гипс употребляется в работе гл. обр. мелким городским кустарем. Примитивность гипсовых игрушек и яркая декоративная раскраска делают их близкими к образцам Н. и., хотя они и не были рождены деревней, но техника их своей росписью в декоративных приемах к ней близка, да и мастера, их создавшие, были рабочими, еще не потерявшими связь с деревней. Фигуры из гипса—обычно сравнительно крупного размера.

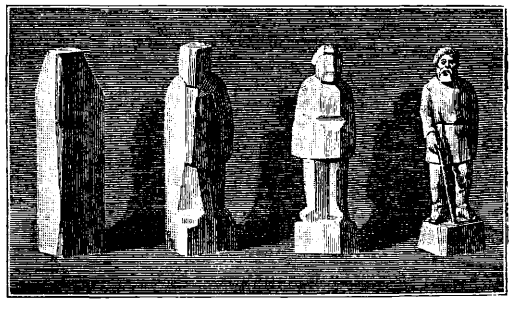
Игрушка из дерева—коньки, пары и тройки, птицы, отдельные фигуры людей и зверей, дающие представление о весьма оригинальной и вместе с тем примитивной скульптуре,—ярко окрашены и обыкновенно сильно лакированы. Красная, черная и зеленая краски—любимые расцветки этих игрушек. Большинство из форм простейших деревянных игрушек были без изменений в течение двух последних столетий. Топор с небольшим ножом служили единственными инструментами при исполнении таких игрушек. Выделывались эти игрушки в б. Владимирской и Нижегородской губерниях. Село Богородское (б. Владимирской губ., ныне Московской обл.)—единственное место в СССР, где режутся скульптурные из дерева игрушки. Близость к Сергиеву Посаду (ныне г. Загорск) обеспечивала кустарю широкий сбыт. Под влиянием привозных фарфоровых фигурок первой половины 19 в. формы и техника богородской скульптуры в игрушке очень осложнилась, талантливость и умение деревенских резчиков получили широкое применение. Многие из игрушек этого характера до сих пор служат образцом высокой и вместе с тем весьма своеобразной скульптуры, временами некрашеной—белой, а иногда росписной масляной краской. Материал богородской игрушки—осина, в лучшем случае липа. Инструменты—топор, 5—6 полукруглых и плоских стамесок и простой нож, в роде сапожного—в руках скульптора-резчика-игрушечника создают художественные предметы, часто служащие не только игрушкой, но и украшением быта. Оригинальная трактовка этой скульптуры деревни и живописность росписи способствовали тому, что эти игрушки стали всемирно известны и незаменимы для экспорта. Сюжеты подобных игрушек крайне разнообразны, начиная от миниатюрных типов в отдельных фигурках и кончая целыми группами, иногда приводимыми в движение. Быстрота выработки богородских игрушек поразительна. Навык резчика передается из поколения в поколение: 7—8-летние дети уже приучаются к делу. Работают не только мужчины, но и женщины и подростки. Порядок исполнения игрушки заключается в том, что более опытный мастер топором з а р у б а е т основную форму игрушки (фиг. 4 и 5), потом крупными стамесками вырабатывает детали, все уточняя их; острым ножом игрушка заканчивается. В большинстве богородские игрушки не красились, в случае же раскраски ее предварительно грунтовали. Сама роспись делалась клеевой краской и сильно лакировалась.

В слободе Семеновской (б. Нижегородская губ.) издавна занимались столярным и



Фиг. 4.

токарным делом. Пользуясь теми же материалами (деревом) и обычными для столярного и токарного производства инструментами, уже более пятидесяти лет там начали выполнять игрушки, соединявшие в себе столярную и токарную технику. Роспись в последнее время анилиновыми красками лишь частично (в характере орнамента) весьма условно покрывает игрушку. Продукция этого производства совсем недорога, и сбыт ее обеспечен в провинции. Н. и. сказывается в росписи ложкарей, работаю-



Фиг. 5.

щих в том же районе. Чисто токарная игрушка, исполнение к-рой больше всего распространено в Московской обл., создалась из выполнения предметов домашнего обихода. Токарные игрушки высшего качества идут из села Бабенок (б. Вороновской волости) и г. Загорска (б. Сергиев Посад) Московской обл. Раньше в этих местах работались красные пасхальные яйца, отличавшиеся исключительной лакировкой. С периода революции токари перешли на другие сорта товара.

Материалом для токарных изделий служит липа, а за последнее время за недостатком ее—осина. Токарный станок весьма простой конструкции, одноручная пила, топор, долото и несколько стамесок составляют весь набор инструментов мастера. Вся качественная сущность предмета зависит от того исключительного навыка, к-рым обладают токаря. Токарное производство — одно из первых, к-рое начало электрифицироваться.

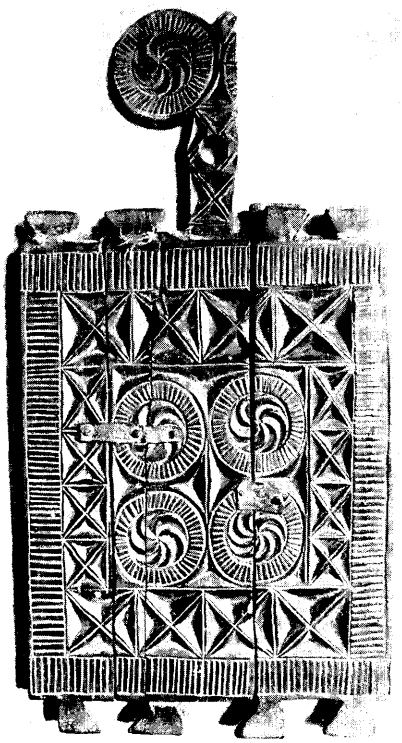
Если в прошлом детей деревни, и даже города, обслуживали игрушки только из глины или дерева, то по мере развития кустарной и крупной промышленности, в работу кустарей стали входить новые материалы и новые способы и приемы работ. Самодельная кукла из тряпок в изобилии появилась в деревне с тех пор, как цветные пестрые ситцы фабричной мануфактуры стали заменять прежнюю набойку, домашнее тканье. Художественная способность и инстинктивная наблюдательность крестьянки придавали ничтожным обрывкам тряпочек жизнь и правдивость, часто даже определенно скульптурного характера. Тряпочные куклы деревни вошли постепенно в общий состав производства игрушек в кустарной промышленности, но техника их выполнения сильно изменилась. Прежде чем перейти в промышленности к исполнению игрушки только из одной материи, последнюю применяли в соединении с другими материалами. На туловище с головой из дерева или позже из папье-маше наклеивалась весьма экономно вырезанная тряпочка, а иногда и плотная цветная бумага, вводились даже кусочки золотой и серебряной бумаги. Такая техника дала и название подобным игрушкам: «куколки на клею». Иголка с ниткой крайне редко применялась в этой работе. Куклы на клею были весьма дешевы и находили широкий сбыт в провинции.

В конце 19 в. городской потребитель стал требовать более роскошных кукол взамен привозных из-за границы—в шелках и кружевах с фарфоровыми головками и подвижными частями тела и т. п. В угоду этим требованиям в г. Сергиеве появились мастерицы—одевальщицы кукол, исполнявшие не только «барышень», но и этнографич. типы. В подобных вещах от Н. и. не осталось ничего, укрепилось только применение ткани в убранстве куклы. Искусство в тряпочной кукле возродилось с первых лет революции; стал создаваться новый тип игрушки из ткани, обоснованный на прежней, действительно народной, мягкой из тряпочки, игрушки. Сущность художественной техники таких игрушек заключается в остроумных выкройках, дающих возможность выполнить фигуры не только кукол, но и зверей и птиц. К ткани прибавили еще материал и трикотаж чулочной выделки. Работа эта механизировалась: головки, руки и ноги делают при помощи медных штампов. За последние годы качество этих игрушек очень возросло: многие из них получили значение экспортное и как игрушка и как бытовое украшение. Орудия производства—швейная машинка, ножницы, клещи и острогубцы для обработки проволоки, входящей в фигуры куклы, и шаблон выкройки.

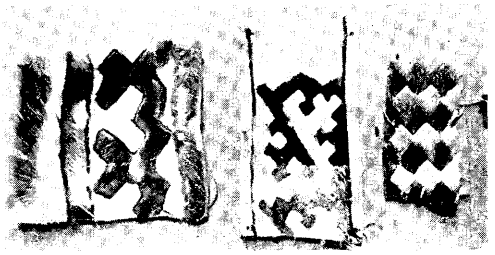
С того времени как период самообслуживания в игрушке стал уходить в прошлое и переходить в промысел, перед производством явилась насущная необходимость получить более податливый в работе материал, дающий возможность легко и быстро размножать образец. Одно время в игрушечном производстве довольно широко применялся воск. Были попытки делать из него головки дорогих кукол, но хрупкость воска мешала его практичности и затрудняла более широкое применение. Кустари для изображения мелких фигурок стали употреблять хлеб: из него лепили и по лепке раскрашивали. Но и этот способ оказался неудачным: помимо своей непрочности игрушки из хлеба привлекали на складах крыс и мышей, уничтожавших сразу целые партии игрушек. Прежде чем игрушечники стали применять гипсовые формы для вылепливания в них игрушек из различных масс, у мастеров был период, когда они работали «по болвашке». Для этого деревянные резные скульптурные игрушки («болвашки») облеплялись листиками проклеенной бумаги. Такую бумажную скорлупу, после того как она подсыхала, разрезывали с боков на две половинки, к-рые по удалении болвашки вновь склеивали вместе. Швы, полученные от склейки, зачищались, игрушка грунтовалась и окрашивалась. Способ этот был первым шагом к упрощению техники в целях «множения» предмета, но он обладал большими недостатками: лепка не получалась точной, определенность линии отсутствовала. Сменившая болвашку гипсовая форма применялась и раньше в других лепных работах (например в исполнении люстр, канделябров, и пр.). В формах лепилось папье-маше. Вынутые из форм отдельные части из папье-маше склеивались, прочищались, грунтовались и окрашивались в большинстве случаев мелкотертыми (на клею) красками, после чего лакировались. Для игрушек более тонких в своих формах применялись различные массы, в состав к-рых входили основные материалы, употреблявшиеся в папье-маше, с добавлением, в зависимости от требований и характера форм, измельченной бумаги, олифы, воска, глицерина и т. п. Введение материалов, дающих возможность получать более легкую и тонкую в своем составе массу, позволило применять и формы с большими деталями, благодаря чему получились и более крупные достижения. Работа из бумаги в формах давала возможность легко делить процессы исполнения и механизировать производство игрушек, благодаря чему игрушки из папье-маше были недороги и очень быстро привились на рынке. Они широко расходились не только в городах, но и в глухой провинции по маленьким ярмаркам, с успехом конкурируя в расценке с игрушкой деревянной. Конечно такой тип игрушки шел уже в рамках кустарного промысла. В этом деле от Н. и. не только сохранился, но даже и получил более широкое развитие характер росписи игрушек из папье-маше. Игрушки эти почти все нарядны и ярки по колерам. В некоторых частях эти игрушки дополняются деревянн. частями: токарными колесиками, столярными дощечками, подставками и т. п.

Народные художественные изделия.

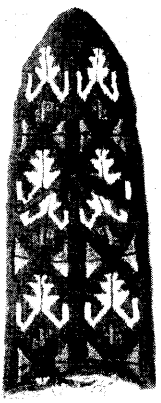
ТРЕСТ ДЕКОРАТИВНОЙ



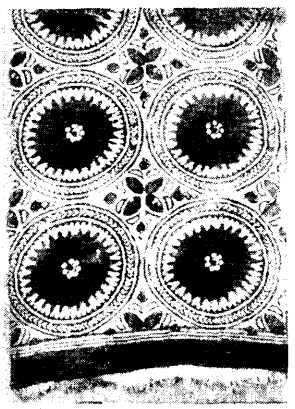
1



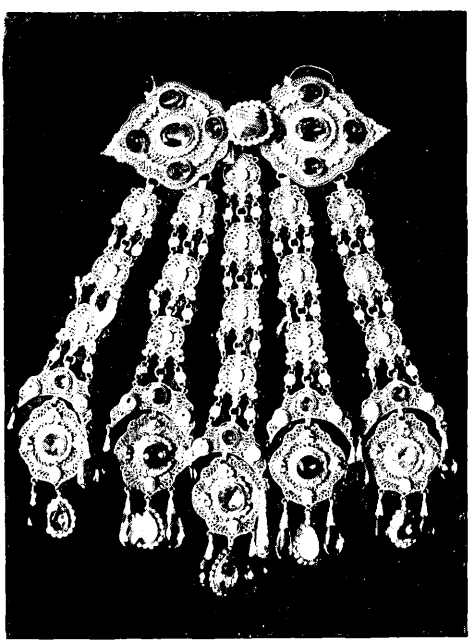
2



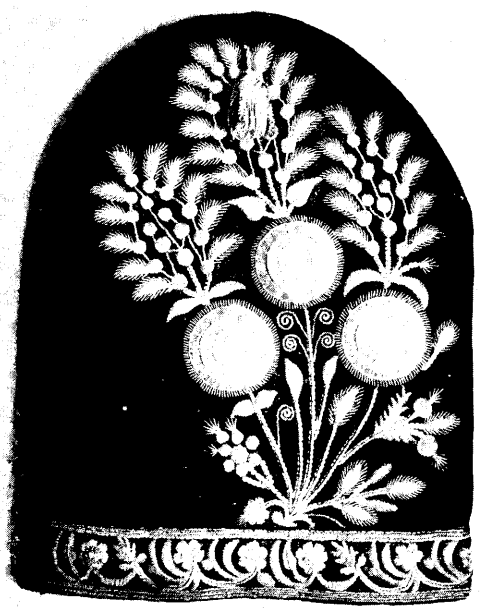
3



4



5



6

1. Деревянный резной портфель для хранения кусков ткани и кожи (Кавказ). 2. Украшение одежды самоедов — меховая мозаика. 3. Тканый шерстяной чулок (АджарАССР). 4. Набойка по хлопчатобумажной ткани (УзбССР). 5. Ювелирные изделия (ТатАССР). 6. Шапка шитая серебром (КрымАССР). (Музей народоведения, Москва).

Трест „Геокартпром"

Кроме того имеет значение и игрушка из дерева, выполненная столярным способом. Еще недавно центром исполнения так й игрушки был гор. Сергиев (ныне г. Загорск) где делалась кукольная мебель, колясочки, тачки, грабли лопатки и тому подобные предметы широко применяемые детьми в играх. Исполнение столярной игрушки привилось сейчас во многих местах РСФСР. Подбор этих игрушек с течением времени сильно увеличивался и разнообразился. Из дерева (в доске и фанере) стали делать зверей, людей и пр. Подобному расширению столярного игрушечного дела много способствует и то, что де ево легче чем какой-либо другой материал. механизируется в своей обработке. Новые орудия столярного производства, приводимые электричеством (выпильный станок, круглая пила, различные фрезерные станки и т. д.), чрезвычайно облегчают ехнику производства, делают его качественнее и доступнее по ценам (см вкл л).

Анализируя рост и изменение искусства игрушки, можно отметить, что Н. и. не только послужило ему началом, но и до сих пор служит примером даже в текущий период перехода от ручного труда к машине. Научные знания в изучении жизни ребенка, тщательно проводимые через соответствующие научно-исследовательские ин-ты, обеспечивают правильную постановку производ ва игрушки, и ющей воспитательное значение

Лит.: Аристов Н., Промышленность древней Руси. СПБ, 1866; Бартрам Н., Игрушечный промысел в Московской губ. «Кустарная промышленность России», СПБ. 1913; его же. Игрушечный промысел в дер. Богородское Владимирской губ.; его же, Игрушка, «Печать и революция», Москва, 1926, кн. 6; Бартрам Н и др., Игрушка, М., 1912; Бартрам Н., Крестьянство и кустарная промышленность, «Красная н ва », М., 1924; его же, Новое в кустарном деле, там же, 1925, 12; Бакушинский А. В., Вятская лепная глиняная игрушка, М., 1929; Бобринский А. А., Русские народные деревянные изделия, вып. 1—12, М., 1910—13; Воронов В., Крестьянское искусство, Москва, 1924; Выставка русских старинных финифти и меди, П., 1918 (катал г); Всероссийская кустарная выставка, СПБ, 1913 (каталог экспонатов); Гусев А. А., Всероссийская выставка 1896, СПБ, 1896; Дунаев В. Н Соль-Вычегодск, Историко-культурный очерк, М., 1914; Деньшин А. И., Вятские старинные глиняные игрушки, Вятка, 1926; Давыдова, Половцева, Беренс и Свидерская, Женские промыслы, Кустарная промышленность России. СПБ, 1913; Дитрих М., Собрание рисунков старинных кустарных изделий из дерева и железа Ярославской губ., СПБ, 1912; Давыдова С., Русское кружево и русс и кружевницы. СПБ, 1892; ее же. Русское кружево, Узоры и сколки. СПБ, 1909; Далматов К. Д., 50 сним ков со старинного народного узорного шитья, тканей и кружева, СПБ. 1893; Доливо-Добровольские В. А. и А. Г., Руководство к ручному ткачеству и наставлени к производству ковров, СПБ, 1909; Евдокимов И., Русская игрушка, М., 1925; его же, Север в истории русского искусства, Вологда, 1920; его же, Старинные красноборские печи, Вологда, 1916; Забелин И Е., Русское искусство, Черты самобытности в древнерусском зодчестве, М., 1900; Союз деятелей прикладного искусства и художественной промышленности. М., 1917 (устав); Иванов Д., Искусство керамики, М., 1925; Искусство в производстве, вып. 1, М., 1921; «Изобразительное искусство». П., 1919. 1; «Труды Иваново-Вознесенск. губ. научного об-ва краеведения». Ив.-Вознесенск й 1925. вып. 3; Иванов И. М., Русские кустари, СПБ, 1902; Игрушечный промысел в Сергиевом Посаде, М., 1916; Красильно-набивной промысел Костромской губ., Кострома. 1915; Калиткин Н., Орнамент шитья костромского полушубка. «Труды Костромского научного об-ва по изучению местной промышленности», вып. 38, Кострома, 1926; Как возникают и распространяются кустарные промыслы, т. 1, СПБ, 1913; Краткий обзор кустарных промыслов, СПБ. 1902; Кустарная промышленность России, Разные промыслы, т. 1, СПБ, 1913; Кустарное дело Московского земства, Указатель Моск. отдела 2 Всерос. кустарной выставки в СПБ, Москва, 1913; Кустарная промышленность в Олонецком уезде Псковской губ., Псков, 1912; Кустарные промыслы Ярославской губ., Ярославль, 1902; Корсак А., О формах промышленности вообще и о значении домашнего производства, М., 1861; Клетнева Е. Н., Символика народных украс Смоленского края, Смоленск, 1924; Копяткевич В., Олонецкая художественная старина, Петрозаводск, 1914; Кафка Л. В., Искусство обработки металла, М., 1924; Морозов С. Т., О постановке земской губ. организации по содействию кустарной промышленности, М., 1912; Махаев Ф., Альбом рисунков корзин, изделий и плетеной меб ли, СПБ, 1908; Малицкий Г. П., Бытовые мотивы и сюжеты народного искусства, Казань, 1923; Некрасов А. И., Русское народное искусство, М., 1924; Никольский В. А., Древне-русское декоративное искусство. П., 1923; На Северной Двине. Сборник Архангельского о-ва краеведения, Архангельск, 1924; Неволин П. И., Всероссийская выставка 1896 г., СПБ, 1896; Оршанский Л., Игрушки, П., 1923; Оршанский А. Б., Художественная и кустарная промышленность СССР 1917—27, Л., 1927; Обзор деятельности земства по кустарной промышленности, вып. 1, СПБ, 1913, вып. 2, СПБ, 1914; Обзор кустарных промыслов России, СПБ, 1902; Обзор правительств. содействия кустарной промышленности, СПБ, 1913; Обзор деятельности правительства на пользу кустарной промышленности 1888—1902, СПБ, 1902; Обзор деятельности земств по кустарной промышленности, СПБ, 1899; Объяснительный каталог по кустарной выставке, СПБ, 1911; Орлов А. С., Кустарная промышленность Моск. губ., Содействие кустарям со стороны земства, разных учреждений и частных лиц, М., 1913; Отчеты и исследования по кустарной промышленности в России, т. 4, СПБ, 1900, т. 8, 1907, т. 9, 1911, т. 10, 1912, т. 11, 1915; Основы земской организации по содействию кустарной промышленности, Пермь, 1910; Персидский И., Краткий очерк кустарной промышленности в Касимовском уезде, Рязань, 1912; Пономарев Н. В., Путеводитель по 2-й Всероссийской кустарной выставке, СПБ, 1913; Памяти Елены Дмитриевны Поленовой, «Мир искусства». СПБ, 1899, т. 2; Путеводитель по кустарному музею ВСНХ, М., 1925; Плотников, Нижегородская губ. по исследованию губ. земства, СПБ, 1896; Введенский Д. И., У Сергиевского игрушечника, Материалы для экскурсий по истории и экономике моск. куст. промышленности, М., 1926; Поленова Н. В., Абрамцево, Воспоминания, М., 1922; Половцева Е. Н., Деятельность скопинских школ кружевниц, М., 1892; Русское северно искусство, М., 1913 (альбом); Первая всероссийская конференция по художественной промышленности, М., 1920; Перелешин, Кустарные промыслы малых народностей и их кооперирование, М., 1927; Пономарев Н., Обзор кустарных промыслов России, СПБ, 1902; Решетников П. Т., Производство плетеных изделий из корня ивы, черемухи и рябины, Вятка, 1913; Рейнке М. М., Описание СПБ ремесленной выставки 1899 г., СПБ, 1900; Рерих Н., Талашкино, Изделия мастерских М. К. Тенишевой, СПБ, 1906; Русское народное искусство на 2-й Всероссийской кустарной выставке в Петербурге в 1913 г., СПБ, Главное управление землеустройства и земледелия. 1913; Русское народное искусство на выставке «Salon d'automne» в Париже, СПБ, 1913; «Peasant Art in Russia», «The Studio», L., 1912; Ровинский Д., Русские народные картинки, т. 1—5, СПБ, 1881; Соколов С. и Томский Н., Народное искусство севера России, Архангельск, 1924; Страница из истории кустарной промышленности в Московск. губ. и России, «Новый колос», М., 1914; Сборник рисунков для кустарей, СПБ, 1900; Середа С. П., Кустарная промышленность в СССР, вып. 1, М., 1925; Сатиров В. Н., Собрание рисунков по истории русск го искусства, вып. 1—2, М., 1913; Соболев Н., Набойка в России, История и способ работы, М., 1912; Сидамон-Эристова и Шабельская Н. П., Вышивки и кружева, Собрание русской старины, вып. 1, М., 1910; Тромонин К., О художестве и ремеслах, М., 1846; Всероссийский съезд художников, СПБ, 1910; Свионтковская-Воронова Л., Резьба на кости, М., 1924; Селезнев В., Изразцы и мозаика, СПБ, 1896; Тугендхольд А. Я., О музее игрушки, «Среди коллекционеров», М., 1921, *8—9*; Труды съезда деятелей по кустарной промышленности в СПБ, т. 1—2, 1910; Труды 3-й Всероссийской кустарно-промышленной выставки в СПБ, 1912; Указатель Всероссийской кустарно-промышленной выставки 1902 г., СПБ, 1902; Фейгин В., Кустарно-ремесленная промышленность СССР, М сква, 1927; Филиппов Н. А., Кустарная промышленность России, Промыслы по обработке дерева, СПБ,

1913; Художественная жизнь, май—октябрь, «Бюллетени худож. секции НКП», М., 1920, 45; Художественная промышленность и кустарное дело, «Труды Всероссийского съезда художников», СПБ, 1912, т. 2; Шереметьев П. С., О русских художественных промыслах, М., 1913; Щекотов Н., Русская крестьянская живопись, М.—П., 1923; Шмидт Ф. И., Искусство древней Руси-Украины в домонгольский период, Харьков, 1919; Шавров Е. Н., Ковровое производство в Малой Азии, Тифлис, 1902; Шмидт Е., Гончарное искусство в древней Руси, «Баян», Москва, 1914, 2; Шаховская С. Н., Узоры старинного шитья в России, вып. 1, Москва, 1885; Чушкин А., Резная игрушка из дерева, Москва—Ленинград, 1927.

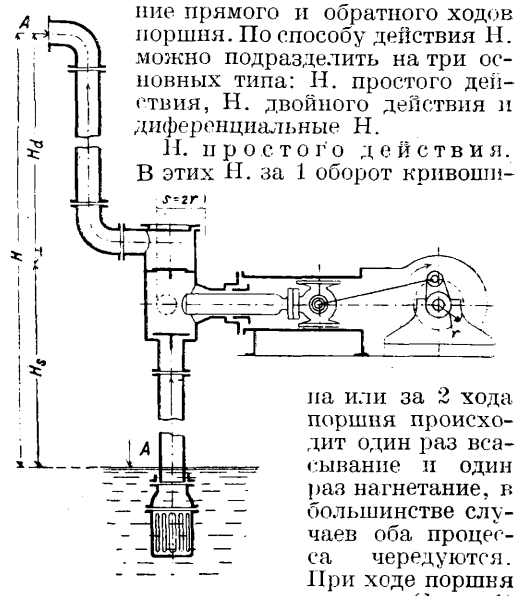
Н. Бартрам.

НАСОСЫ, машины для подъема или перемещения жидкости (чаще всего воды) путем сообщения жидкости энергии давления, т. н. напора, к-рый необходим как для подъема жидкости, так и для преодоления сопротивлений, возникающих при перемещении жидкости по трубопроводам. Перекачиваемые жидкости м. б. весьма разнообразны по своим свойствам, напр. вода холодная и горячая, нефть, к-ты, жидкие нечистоты и др.; от этих свойств зависят как конструкция Н., так и выбор материала, из которого изготовляются отдельные его части. По принципу воздействия на жидкость Н. подразделяют на три основных класса: поршневые, лопаточные (центробежные и осевые) и коловратные. У поршневых насосов в закрытом кожухе либо цилиндре ходит поршень (или плунжер), совершая возвратно-поступательное движение. Поршень приводится в движение либо посредством кривошипного механизма от присоединенного к Н. двигателя либо, находясь на одном штоке с поршнем паровой машины, непосредственно от последней. Т. к. в поршневых Н. процессы всасывания и нагнетания попеременно чередуются в одном и том же пространстве, то поршневые Н. снабжают распределительными механизмами, чаще всего клапанами, назначение к-рых—попеременно соединять всасывающую и нагнетательную трубу с внутренним пространством Н. У лопаточных Н. передача движения жидкости происходит посредством вращающегося в одном и том же направлении лопаточного колеса. Благодаря непрерывности движения колеса, жидкость движется в Н. также непрерывно и равномерно, а потому необходимость в распределительных органах отпадает. В связи с развитием электротехники этот класс Н. приобретает в последнее время доминирующее значение благодаря значительно бо́льшей по сравнению с поршневыми Н. быстроходности, позволяющей удобно сочетать Н. с электромотором и вытекающей отсюда компактности всей установки. Коловратные Н. основаны на действии круговых поршней (одного, расположенного эксцентрично, или двух поршней, расположенных на параллельных валах), к-рые при своем вращении, увеличивая пространство всасывания и сокращая пространство нагнетания, осуществляют подачу жидкости. Этот класс Н. по характеру своей работы, а также области применения занимает промежуточное положение между поршневым и лопаточными Н. Надо отметить, что поршневые и коловратные Н. отличаются от лопаточных не только по принципу устройства, но и по характеру работы. Производительность поршневых насосов зависит только от числа ходов поршня в единицу времени и не зависит от противодавления в сети трубопровода, в то время как производительность лопаточных Н. при постоянном числе об/м. вала Н., находится в тесной зависимости от противодавления в сети и изменяется с изменением последнего.

Поршневые насосы.

Поршневые насосы отличаются большим разнообразием конструкций. В зависимости от условий работы и от назначения они бывают приводные или прямодействующие, непосредственно соединенные с паровой машиной, вертикальные или горизонтальные и т. п. Разнообразие конструкций поршневых Н. затрудняет их классификацию. Наиболее существенный признак, позволяющий обобщить разные конструкции по группам—это способ действия Н., т. е. распределение процессов всасывания и нагнетания в течение прямого и обратного ходов поршня. По способу действия Н. можно подразделить на три основных типа: Н. простого действия, Н. двойного действия и диференциальные Н.

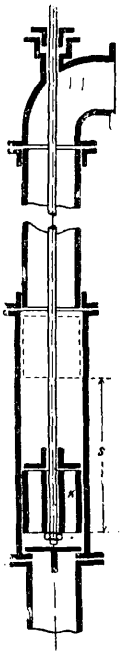
Н. простого действия. В этих Н. за 1 оборот кривоши-



Фиг. 1.

на или за 2 хода поршня происходит один раз всасывание и один раз нагнетание, в большинстве случаев оба процесса чередуются. При ходе поршня вправо (фиг. 1) в цилиндре образуется разрежение. Жидкость под действием атмосферн. давления поднимается по всасывающей трубе, проходит через всасывающий клапан и заполняет пространство Fs под поршнем, где F — площадь поршня в $м^2$, s—ход поршня в $м$. При обратном ходе поршня всасывающий клапан закрывается, и вода вытесняется поршнем через нагнетательный клапан в нагнетательный трубопровод. Т. о. максимальная возможная (теоретическая) секундная подача Н. в $м^3/сек$ будет: $Q_m = \frac{Fsn}{60}$, где n—число об/м. вала (два хода поршня). Действительная подача Q_e меньше теоретической из-за неплотностей в сальниках и клапанах Н. Т. к. подъем воды во всасывающей трубе происходит под действием разности атмосферного давления и давления в цилиндре Н., то наибольшая теоретически возможная высота всасывания равна 10 $м$. Предел высоты нагнетания теоретически неограничен и предопределяется конструкцией и прочностью Н., т. е. допуска-

емыми напряжениями материалов. К классу Н. простого действия принадлежат также Н. с проходным поршнем, применяемые для колодцев (фиг. 2). Особенностью этого типа Н. является цилиндрич. поршень k, снабженный кольцевым нагнетательным клапаном. При ходе поршня вверх происходит засасывание жидкости под поршнем и одновременно подъем жидкости, находящейся над поршнем. При ходе вниз, жидкость, находящаяся под поршнем, вытесняется поршнем и проходит через нагнетательный клапан в верхнюю полость цилиндра. Т. о. работа всасывания и подъема жидкости происходит в течение одного хода поршня (ход вверх), что вызывает значительную неравномерность в работе Н.



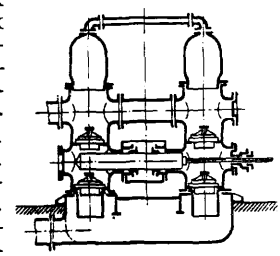
Фиг. 2.

Н. двойного действия. В этих Н. всасывание и нагнетание происходит при каждом ходе поршня. Эти Н. по существу являются соединением двух Н. простого действия в одном агрегате. При малых высотах нагнетания применяются дисковые поршни, чаще же встречаются поршни плунжерного типа. На фиг. 3 изображен Н. с одним плунжером. Его подача за один оборот равна $(F-f)s+Fs$, где f—площадь штока плунжера. Теоретич. подача $Q_{m.}=\frac{(2F-f)s\cdot n}{60}$ $м^3/сек$. При такой конструкции Н. подача воды и потребляемая Н. энергия различны при прямом и обратном ходах поршня. Эта разница тем больше, чем выше напор Н., поэтому в Н. высокого давления стараются избежать такой неравномерности и делают Н. с обводными тягами (фиг. 4). Теоретич. подача такого Н.

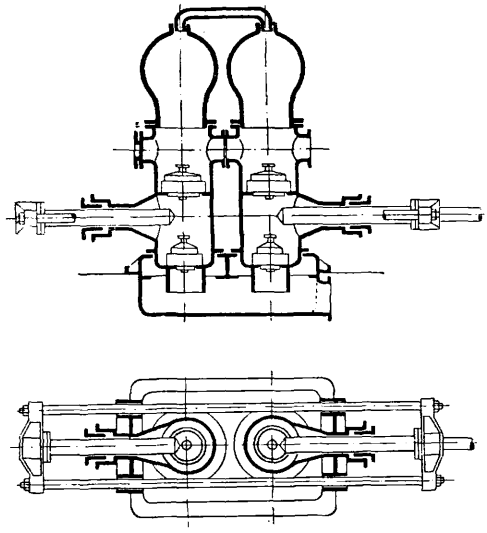
$$Q_{m.}=\frac{2Fsn}{60}\ м^3/сек$$

и будет одинакова как при прямом, так и обратном ходах.

Диференциальные Н. (фиг. 5) имеют всасывание за один ход, а нагнетание за два хода. При движении поршня вправо в левой полости происходит всасывание жидкости, причем количество засасываемой жидкости равно Fs; одновременно из правой полости вытесняется количество жидкости $(F-f)s$. При обратном ходе из левой полости жидкость в количестве Fs выталкивается через нагнетательный клапан в нагнетательную трубу, соединяющую обе полости цилиндра. В это же время в правой полости освобождается пространство $(F-f)s$. Таким образом подача за второй ход будет равна $Fs-(F-f)s=fs$. За оба хода подача будет $(F-f)s+fs=Fs$ и $Q_{m.}=\frac{Fsn}{60}$ $м^3/сек$. При $f=\frac{F}{2}$ подача одинакова за оба хода. Площадь f м. б. также подобрана т. о., чтобы усилие на шток поршня было одинаковым при обоих ходах поршня. Этот тип Н. обладает такой же равномерностью подачи, как и Н. двойного действия, выгодно отличаясь от последних меньшим числом клапанов. Поэтому при малых и средних расходах жидкости и особенно при больших напорах диференциальным Н. отдают предпочтение перед Н. двойного действия.


Фиг. 3.

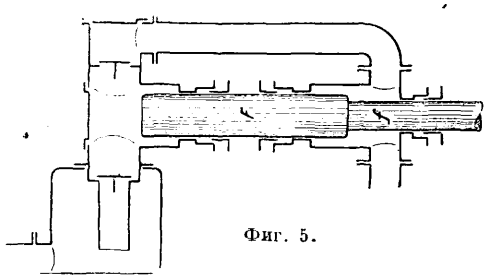
Процесс всасывания в Н. простого действия без воздушного колпака. Если поршень приводится в движение от кривошипного механизма (фиг. 1), то (пренебрегая конечной


Фиг. 4.

длиной l шатуна) x—путь, пройденный поршнем при повороте кривошипа на угол φ, будет

$$x=r-r\cos\varphi=r(1-\cos\varphi),$$

где r—радиус кривошипа. Скорость поршня $v_{n.}=\frac{dx}{dt}=r\sin\varphi\frac{d\varphi}{dt}=r\omega\sin\varphi$; ускорение поршня $k_{n.}=\frac{d^2x}{dt^2}=r\omega^2\cos\varphi$. Процесс всасывания

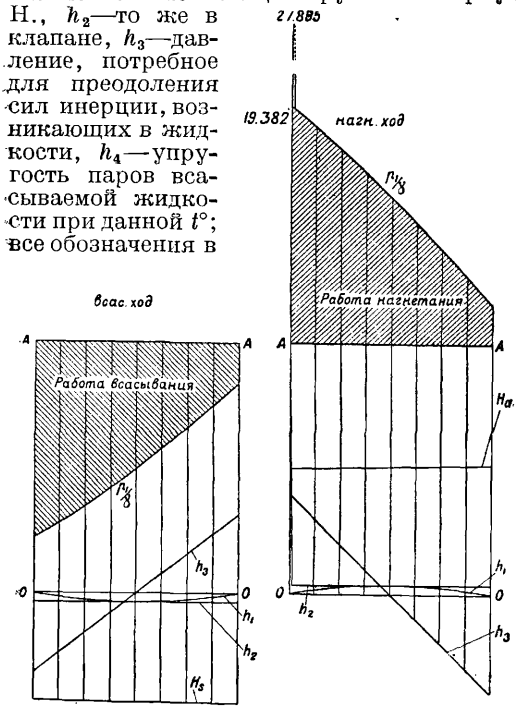

Фиг. 5.

происходит при движении поршня вправо. При этом давление на внутреннюю поверхность поршня, выраженное в виде пьезометрической высоты напора, будет $\frac{p_1}{\gamma}$ $м$ вод. ст. Для того чтобы жидкость во все время всасывающего хода поршня находи-

лась в соприкосновении с поршнем и не отрывалась от него, д. б. соблюдено условие:

$$\frac{p_1}{\gamma} = A - H_s - h_1 - h_2 - h_3 - \frac{v_{n.}^2}{2g} > h_4, \quad (1)$$

где A — атмосферное давление, H_s—высота всасывания, h_1—потеря напора на сопротивление во всасывающей трубе и в корпусе Н., h_2—то же в клапане, h_3—давление, потребное для преодоления сил инерции, возникающих в жидкости, h_4—упругость паров всасываемой жидкости при данной $t°$; все обозначения в



Фиг. 6.

м вод. ст. Обозначая через f_i и l_i площади поперечного сечения и соответствующие им длины участков на всем протяжении всасывающего трубопровода и корпуса Н., v_i—соответствующие скорости жидкости, F—площадь поршня, ξ_i—соответствующие коэфициенты местных сопротивлений, получим для h_1 следующие выражения:

$$h_1 = \sum \xi_i \frac{v_i^2}{2g} = \frac{v_n^2}{2g} \sum \xi_i \left(\frac{F}{f_i}\right)^2. \quad (2)$$

Силы инерции жидкости во всасывающей трубе

$$P = mk_i = \frac{l_i f_i \gamma}{g} k_i,$$

где k_i—ускорение, испытываемое жидкостью; т. к. $Fv_{n.} = f_i v_i$ то и $k_i = k_{n.} \frac{F}{f_i}$, тогда

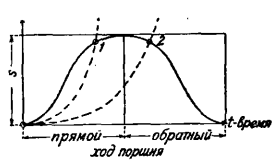
$$P = \frac{l_i f_i \gamma}{g} k_{n.} \frac{F}{f_i} \quad \text{и} \quad h_3 = \frac{P}{f_i \gamma} = \frac{l_i}{g} k_{n.} \frac{F}{f_i}. \quad (3)$$

Воспользовавшись ур-иями для скорости и ускорения поршня Н. с кривошипным механизмом, можно выразить переменные величины давлений h_1 и h_3 в виде ф-ий от x. Это обстоятельство позволяет графически изобразить изменение $\frac{p_1}{\gamma}$ во время всасывающего и нагнетательного ходов поршня, как показано на фиг. 6, где соответствующие ур-ию (1) величины отложены от прямых OO. Кривые $\frac{p_1}{\gamma}$ для всасывающего и нагнетательного ходов в своей совокупности дают изображение теоретич. индикаторной диаграммы Н. Из рассмотрения диаграмм фиг. 6 видно, что $\frac{p_1}{\gamma}$ имеет минимальное значение в мертвой точке в начале всасывающего хода и следовательно это положение поршня определяет предельную высоту всасывания. В этой точке $x=0$, $v_{n.}=0$ и $h_1=0$, $k_{n.}$ имеет максимальное значение: $k_{n.} = k_{max}$; тогда

$$\left(\frac{p_1}{\gamma}\right)_{min} = A - H_s - h_2 - k_{max} \cdot \frac{l_i}{g} \cdot \frac{F}{f_i} - h_4 \geqslant 0;$$

$$(H_s)_{max} \leqslant A - h_2 - \frac{r\omega^2}{g} \cdot \frac{f_i F}{f_i} - h_4. \quad (4)$$

Неравенство (4) показывает, что высота всасывания зависит от упругости паров всасываемой жидкости и следовательно от ее $t°$. Чем горячее жидкость, тем ниже предельная высота всасывания для воды (см. *Водяной пар*). Кроме того неравенство (4) показывает, что в насосах, не имеющих воздушного колокола, высота всасывания в значительной мере зависит от быстроходности Н., т. к. с увеличением числа об/м. Н. увеличивается влияние сил инерции—растет член $h_3 = \frac{r\omega^2}{g} \cdot \frac{l_i F}{f_i}$. В том случае если $\left(\frac{p_1}{\gamma}\right)_{min} < h_4$, в цилиндре образуются пары всасываемой жидкости. Движение жидкости будет происходить под влиянием разности давлений атмосферы и давления паров жидкости сначала ускоренно, а потом равномерно, вне связи с движением поршня Н.—произойдет отрыв жидкости от поршня. В тот момент, когда жидкость вновь настигнет поршень, произойдет гидравлич. удар, который будет особенно силен и сможет вызвать поломку Н. в случае, если встреча воды с поршнем произойдет при обратном ходе поршня. На фиг. 7 это явление изображено графически: пунктирная кривая дает зависимость пути s всасываемой воды от времени t, сплошная кривая соответствует пути поршня.



Фиг. 7.

Влияние воздушного колпака. Благодаря возвратно-поступательному движению поршня, движение жидкости во всем трубопроводе идет весьма неравномерно. При значительной длине трубопровода такая неравномерность вызывает значительные гидравлич. удары и излишнюю затрату энергии. Поэтому для поддержания в трубопроводах равномерного движения жидкости между Н. и трубопроводом помещают т. н. воздушные колпаки, заполненные частично жидкостью и частично воздухом (фиг. 8). Действие воздушного колпака сводится к следующему. При нагнетательном ходе жидкость поступает в воздушный колпак через клапан Н., повышая уровень жидкости в колпаке. Воздух, находящийся в колпаке, сжимается, и давление в колпаке несколько повышается. Это повышение при достаточном объеме колпака весьма незначительно. Объем воздуха в колпаках д. б. раз в 8—10 больше объема, описываемого поршнем Н., и определяется величиной допускаемого колебания давления в колпаке

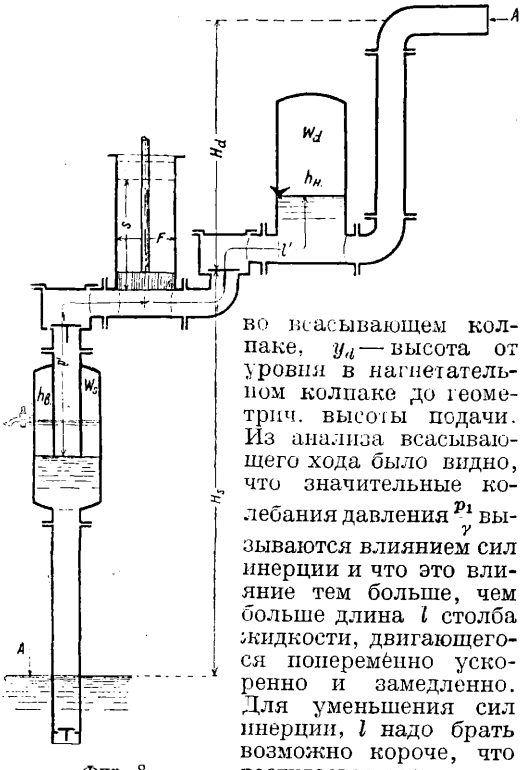
Движение жидкости в Н. между всасывающим и нагнетательным колпаками происходит под действием поршня с ускорением. В трубопроводе же жидкость движется равномерно под действием давления в колпаке. Давление во всасывающем колпаке будет

$$h_{в.} = A - y_s - \frac{v_{ср.}^2}{2g}(1 + \Sigma \xi_s),$$

в нагнетательном

$$h_{н.} = A + y_d + \frac{v_{ср.}^2}{2g}(1 + \Sigma \xi_d),$$

где $v_{ср.}$—средняя скорость в трубопроводе, y_s—высота от уровня в колодце до уровня



Фиг. 8.

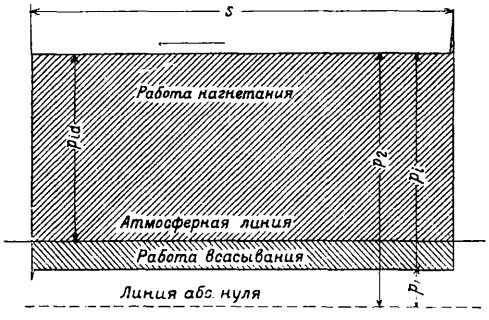
во всасывающем колпаке, y_d — высота от уровня в нагнетательном колпаке до геометрич. высоты подачи. Из анализа всасывающего хода было видно, что значительные колебания давления $\frac{p_1}{\gamma}$ вызываются влиянием сил инерции и что это влияние тем больше, чем больше длина l столба жидкости, двигающегося попеременно ускоренно и замедленно. Для уменьшения сил инерции, l надо брать возможно короче, что достигается расположением колпаков возможно ближе к Н. Давление жидкости на поршень при всасывающем ходе

$$\frac{p_1}{\gamma} = h_{в.} - h_2 - \frac{v_{н.}^2}{2g}\left[1 + \sum \xi_i \left(\frac{F}{f_i}\right)^2\right] - \cdot - k_{н.}\frac{l_i'}{g}\cdot\frac{F}{f_i'} - \frac{x}{g}k_{н.} > h_4, \qquad (5)$$

а при нагнетательном ходе

$$\frac{p_2}{\gamma} = h_{н.} + h_2 + \frac{v_{н.}^2}{2g}\left[1 - \sum \xi_i \left(\frac{F}{f_i}\right)^2\right] + + k_{н.}\frac{l_i}{g}\cdot\frac{F}{f_i'} + \frac{x}{g}k_{н.}. \qquad (6)$$

Последние два члена в ур-иях (5) и (6) относятся только к участку пути жидкости между воздушным колпаком и поршнем Н., и их влияние на изменение давления в цилиндре насоса незначительно. Величина этого давления в течение всего хода поршня остается почти постоянной, давая лишь небольшой скачок в момент открытия клапанов (сопротивление подъема клапана). На фиг. 9 изображена индикаторная диаграмма поршневого Н., имеющего воздушные колпаки.



Фиг. 9.

Расчет воздушных колпаков. Объем, засосанный Н. за элемент времени dt,

$$dV = Fv_{n.}\,dt.$$

Так как для Н. с кривошипным механизмом $v_{n.} = r\omega \sin\varphi$, а угловая скорость $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$, то

$$dV = Fr \sin\varphi\, d\varphi$$

и подача за один ход поршня

$$V = \int_0^\pi Fr \sin\varphi\, d\varphi = \Big[-Fr\cos\varphi\Big]_0^\pi = 2Fr = Fs.$$

Т. о. изменение подачи в течение хода поршня идет по синусоиде (угла поворота кривошипа). На фиг. 10 и 11 дано графич. изображение подачи Н. за один оборот. Площадь между осью абсцисс и синусоидой изображает количество жидкости, подаваемое насосом

Фиг. 10.

во время нагнетательного хода. Горизонтальная прямая, проходящая на расстоянии h от оси абсцисс, изображает подачу жидкости из воздушного колпака. Т. о. от точки B до точки C в колпак притекает жидкости больше, чем подается в сеть, и следовательно уровень жидкости в колпаке поднимается. В точке C количество жидкости в колпаке имеет свой максимум, в точке B минимум. Давление в колпаке соответственно имеет в точке C наибольшее, а в точке B наименьшее значение.

Фиг. 11.

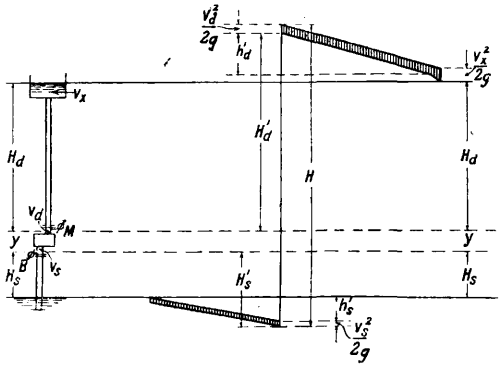
Степень колебания давления, так называемая степень неравномерности воздушного колпака

$$\Delta = \frac{p_C - p_B}{p_{ср.}}, \qquad (7)$$

где p_C и p_B—давления, соответствующие точкам C и B, а $p_{ср.}$—среднее давление в воздушном колпаке. Величиной Δ задаются; обычно величина Δ берется в пределах 0,01—0,05. Объем воздуха в воздушном колпаке определяется выражением $V_{к.} = \frac{\lambda Fs}{\Delta}$,

причем для Н. различных типов λ имеет следующие значения: для Н. простого действия $\lambda = 0{,}55$, для Н. двойного действия $\lambda = 0{,}21$, для трехскальчатого Н. $\lambda = 0{,}09$. Периодич. изменение давления в воздушном колпаке вызывает колебание столба жидкости в трубопроводе. В случае наступления резонанса между числом колебаний колонны жидкости и числом ходов Н. скачок давления в воздушном колпаке может стать очень значительным и опасным для прочности Н. Так, по опытам Грамберга, при наступлении резонанса скачок давления в воздушном колоколе достигал почти 14 *atm*, при нормальном давлении в 3,5 *atm*. Это обстоятельство надо учитывать при расчете воздушного колпака.

Полный напор Н. Полный напор H равен разности полных давлений в нагне-



Фиг. 12.

тательном и всасывающем патрубках Н. плюс вертикальное расстояние y между ними (фиг. 12):

$$H = \frac{p_d}{\gamma} + \frac{v_d^2}{2g} - \left(\frac{p_s}{\gamma} + \frac{v_s^2}{2g}\right) + y, \qquad (8)$$

для нагнетательного трубопровода

$$\frac{p_d}{\gamma} + \frac{v_d^2}{2g} = A + H_d + h'_d + \frac{v_x^2}{2g};$$

для всасывающего трубопровода

$$\frac{p_s}{\gamma} + \frac{v_s^2}{2g} = A - H_s - h'_s,$$

где—h'_d и h'_s соответствующие потери напора на сопротивление в напорном и всасывающем трубопроводах.

Подставляя эти выражения в равенство (8), получим:

$$H = A + H_d + h'_d + \frac{v_x^2}{2g} - A + H_s + h'_s + y =$$

$$= H_d + H_s + y + h'_d + h'_s + \frac{v_x^2}{2g}. \qquad (9)$$

Т. е. полный напор Н. равен разности геодезич. высот уровней всасывающего и нагнетательного зеркал жидкости плюс потери напора на сопротивления в трубопроводе, включая $\frac{v_x^2}{2g}$ — потерю скоростного напора на выходе за счет удара. Если присоединить к патрубкам Н. манометр M и вакуумметр B, то полный напор Н. можно выразить через показания приборов, т. е. через манометрическую высоту. Обозначим через H'_d показание манометра и через H'_s показание вакуумметра. Тогда, подставляя

$$H'_d = \frac{p_d}{\gamma} - A = H_d + h'_d + \frac{v_x^2}{2g} - \frac{v_d^2}{2g};$$

$$H'_s = A - \frac{p_s}{\gamma} = H_s + h'_s + \frac{v_s^2}{2g}$$

в ур-ие (9), получим:

$$H = H'_d + H' + \frac{v_d^2 - v_s^2}{2g} + y. \qquad (10)$$

Так. обр. полный напор Н. равен сумме манометрических высот всасывания и нагнетания $(H'_d + H'_s)$ плюс разность скоростных высот в нагнетательном и всасывающем патрубках в местах присоединения манометров плюс вертикальное расстояние между манометрами.

Определение мощности Н. Потребная для подъема жидкости мощность на валу Н. (в HP):

$$N_e = \frac{Q_e \gamma H}{75\eta}, \qquad (11)$$

где Q_e—действительная производительность насоса в $м^3/сек$, H—полный напор в $м$ вод. ст., η—полный кпд Н. Индикаторная мощность

$$N_i = \frac{Q_m . p_i}{75},$$

где Q_m.—теоретически возможная подача Н. в $м^3/сек$, а p_i—среднее индикаторное давление в $кг/м^2$, определенное путем планиметрирования индикаторной диаграммы.

Коэфициент наполнения Н. (объемный кпд). Действительная подача насоса меньше теоретической подачи: $Q_e < Q_m$. Это происходит вследствие: 1) просачивания жидкости через сальники, клапаны и поршни, причем степень просачивания зависит от точности изготовления и состояния указанных деталей Н., 2) запоздания открытия и закрытия клапанов, 3) наличия воздуха в жидкости. Коэф. наполнения $\eta_v = \frac{Q_e}{Q_m}$. Для малых Н. $\eta_v = 0{,}85 \div 0{,}90$; для средних Н. $\eta_v = 0{,}90 \div 0{,}95$; для больших Н. $\eta_v = 0{,}97 \div 0{,}99$.

Гидравлический кпд

$$\eta_h = \frac{H}{H + H_n},$$

где H_n.—потеря напора на преодоление сопротивлений внутри Н. Сумма $H + H_n$. определяется как среднее индикаторное давление, выраженное в $м$ вод. ст.

Индикаторный кпд

$$\eta_i = \frac{Q_e \cdot H}{Q_m.(H + H_n.)} = \eta_v \cdot \eta_h.$$

Механический кпд

$$\eta_m = \frac{N_i}{N_e} = \frac{Q_m . p_i}{75 N_e}.$$

Полный кпд Н.

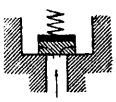
$$\eta = \frac{Q_e \cdot H \cdot \gamma}{75 N_e} = \eta_v \cdot \eta_h \cdot \eta_m = \eta_i \cdot \eta_m. \qquad (12)$$

В прямодействующих Н. под затраченной работой N_e подразумевают индикаторную работу в паровом цилиндре. В зависимости от величины насосов η колеблется от 0,72 до 0,93. В больших поршневых Н. для водоснабжения $\eta \cong 0{,}85$; в больших центробежных Н. для водоснабжения $\eta \cong 0{,}72$. Поршневые насосы имеют как правило кпд более высокий, чем центробежные насосы той же мощности.

Действие и расчет клапанов. В поршневых Н. почти исключительно упо-

требляют клапаны, действующие автоматически (см. *Клапаны*). Клапаны с принужденным движением (принужденным закрытием) в настоящее время почти не встречаются. Самодействующие клапаны можно подразделить на две основных группы: 1) подъемные клапаны, перемещающиеся перпендикулярно плоскости своего седла; к этой группе относятся тарельчатые, кольцевые и шаровые клапаны; 2) откидные, или шарнирные, клапаны, открывающиеся путем поворота вокруг оси, параллельной плоскости седла. Для разъяснения работы клапана рассмотрим теорию движения тарельчатого клапана.

Теория движения тарельчатого клапана. Когда клапан поднимается, то между его тарелкой и седлом образуется свободное пространство, заполняемое жидкостью (фиг. 13). Следовательно при подъеме клапана количество жидкости, проходящее через щель, меньше количества жидкости, вытесненного поршнем. При опускании клапана жидкость, находящаяся под клапаном (заштрихованный объем), вытесняется, и подача через щель будет больше количества жидкости, вытесненного поршнем, на величину вытесненного клапаном объема. Этот закон (закон Вестфаля) аналитически выражается так:



Фиг. 13.

$$Fv_{п.} = a\, l_1\, h_{к.} c_1 \mp f_{к.} \cdot v_{к.}, \qquad (13)$$

где $l_1 = \pi d_{к.}$ — длина внешней окружности клапана, $h_{к.}$ — высота подъема, c_1 — скорость истечения через щель между клапаном и седлом, a — коэф. сужения щели, $f_{к.} = \frac{\pi d_{к.}^2}{4}$ — площадь тарелки клапана и $v_{к.}$ — скорость движения клапана.

$$h_{к.} = \frac{1}{al_1c_1}(Fv_{п.} - f_{к.}v_{к.});$$

$$v_{к.} = \frac{dh_{к.}}{dt} = \frac{1}{al_1c_1}\left(F\frac{dv_{п.}}{dt} - f_{к.}\frac{d^2h_{к.}}{dt^2}\right).$$

Так как $\frac{d^2h_{к.}}{dt^2}$ (ускорение клапана) величина малая, то вторым членом в скобках можно практически пренебречь; тогда получим:

$$v_{к.} = \frac{Fv_{п.}}{al_1c_1}; \quad h_{к.} = \frac{F}{al_1c_1}\left(v_{п.} - \frac{f_{к.}h_{п.}}{al_1c_1}\right). \qquad (14)$$

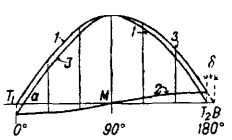
Для насосов с кривошипным механизмом, принимая длину шатуна $l = \infty$, имеем $v_{п.} = r\omega \sin\varphi$ и $h_{п.} = r\omega^2 \cos\varphi$; подставляя эти выражения в ур-ие 14, получим:

$$h_{к.} = \frac{Fr\omega}{al_1c_1}\left(\sin\varphi - \frac{f_{к.}\omega}{al_1c_1}\cos\varphi\right). \qquad (15)$$

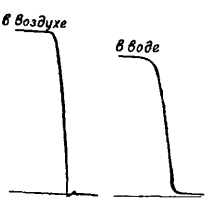
Изобразим закон Вестфаля графически (см. фиг. 14). Кривая *1* — синусоида — объем $Fr\omega \sin\varphi$, вытесняемый поршнем; кривая *2* — косинусоида — объем $f_{к.}\frac{Fr\omega^2}{al_1c_1}\cos\varphi$, вытесняемый клапаном. Кривая *3*, полученная суммированием ординат, — объем, проходящий через щель клапана. Кривая *3* в измененном масштабе представляет собой подъем клапана $h_{к.}$. При $\varphi = \frac{\pi}{2}$ имеем $h_{к.max} = \frac{Fr\omega}{al_1c_1}$. Из фиг. 14 видно, что открытие клапана произойдет только тогда, когда поршень пройдет из своего мертвого положения нек-рый путь, к-рому соответствует некоторый угол поворота кривошипа δ. Аналогично подъему запаздывание имеет место также и при посадке клапана. Приравнивая нулю ур-ие (15), получим:

$$\sin\delta = \frac{f_{к.}\omega}{al_1c_1}\cos\delta; \quad \operatorname{tg}\delta = \frac{f_{к.}\omega}{al_1c_1}. \qquad (16)$$

Обычно δ колеблется в пределах от 3 до 11°. Ур-ие (16) показывает, что запаздывание посадки клапана увеличивается с увеличением быстроходности Н. При значительном запаздывании в посадке клапана могут иметь место удары клапана о седло — обстоятельство весьма существенное, особенно для быстроходных Н. Специальные исследования работы клапанов, произведенные для разъяснения явления удара при посадке клапана показали, что в отличие от посадки клапана в воздухе посадка клапана в капельной жидкости происходит без удара. Это объясняется тем, что находящаяся под клапаном жидкость служит амортизирующей подушкой для клапана, оказывая в момент посадки сильный тормозящий эффект и предохраняя т. о. клапан от удара о седло. Это явление будет иметь место только тогда, когда находящаяся под клапаном жидкость будет вытесняться им через щель между клапаном и седлом (фиг. 15). С увеличением числа оборотов Н. (особенно в быстроходных Н.) запаздывание в посадке клапана увеличивается (увеличение δ за счет увеличения ω). При значительном запоздании, к моменту посадки клапана поршень Н. отойдет от мертвой точки и при своем ходе назад успеет отсосать объем жидкости, находящейся под клапаном; так. обр. амортизирующая удар подушка жидкости не будет иметь места, и посадка клапана произойдет с ударом о седло. Практически посадка с ударом обнаруживается стуком клапанов. Устранить это явление можно путем увеличения натяжения пружины, однако надо иметь в виду, что увеличение натяжения пружины сопровождается увеличением гидравлич. сопротивления клапана и следовательно ухудшением кпд Н. Т. к. сила удара клапана зависит от его массы, то клапаны быстроходных Н. делают возможно легкой конструкции, необходимая нагрузка достигается натяжением пружины.



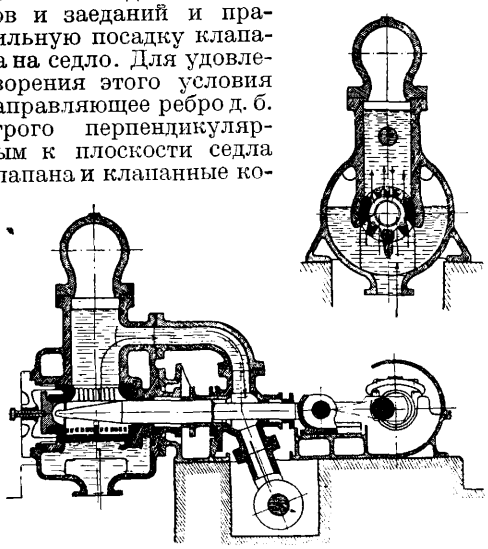
Фиг. 14.



Фиг. 15.

Конструкция клапана должна удовлетворять следующим требованиям. 1) Хорошее уплотнение при посадке, обеспечивающее отсутствие обратного протока жидкости через клапан. Для чистых жидкостей уплотняющие поверхности клапана делают металлическими (чаще всего из бронзы). Металлич. уплотнение поверхности клапана и седла требует тщательной обработки и пришлифовки. При подъеме загрязненной жидкости или жидкости с песком и илом применяют мягкие уплотнения, а именно: кожу, резину, дерево. Иногда встречается мягкое уплот-

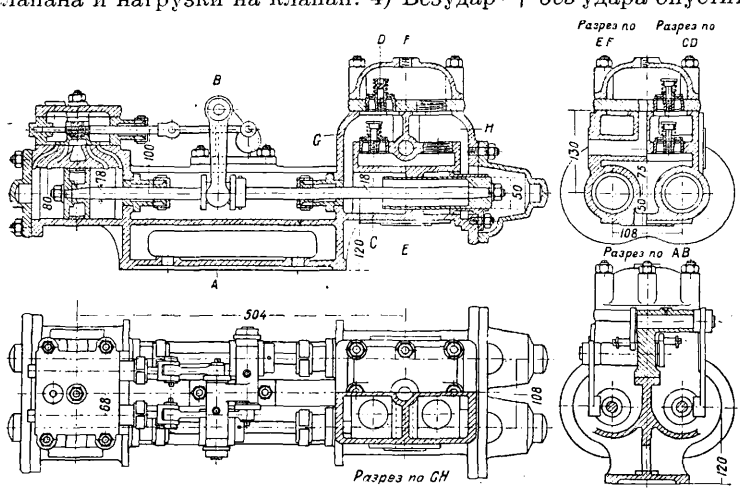
нение в соединении с металлическим. Кожаное уплотнение допускается только для холодных жидкостей, причем надо следить за тем, чтобы кожа не пересохла и не затвердела. 2) Направляющие ребра клапана (у подъемных клапанов) должны обеспечивать правильное движение клапана без перекосов и заеданий и правильную посадку клапана на седло. Для удовлетворения этого условия направляющее ребро д. б. строго перпендикулярным к плоскости седла клапана и клапанные ко-



Фиг. 16.

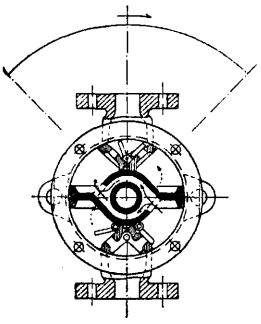
робки д. б. расположены таким образом, чтобы обеспечить защиту клапана от бокового давления потока жидкости. 3) Гидравлич. сопротивление клапана, h_2 в уравнении (1), д. б. возможно меньше; это условие обеспечивается правильным выбором размеров клапана и нагрузки на клапан. 4) Безударная посадка клапана в седло. Правильный выбор нагрузки на клапан, состоящий из веса клапана в воде и натяжения пружины клапана. (Конструктивные разновидности клапанов см. *Клапаны*).

Особые типы поршневых Н. К этому типу насосов относятся: 1) Быстроходные Н., построенные проф. Ридлером в 1898 г. для непосредственного (без передачи) сцепления с мотором, а также с целью уменьшения размеров Н. при заданной его производительности. Особенности конструкции быстроходных Н.—следующие. Клапаны должны иметь малый ход и достаточно значительную площадь свободного прохода (применение групповых клапанов). Во избежание сильных ударов при посадке клапаны д. б. легкими, сохраняя при этом достаточную прочность (клапаны Гутермута). Во избежание больших ускорений жидкости и поршня при большом числе оборотов Н., ход поршня д. б. малым. Быстроходные насосы имеют от 150 до 250 об/м. и даже больше (фиг. 16). Недостаток быстроходных Н.—быстрый износ клапанов и других движущихся деталей. 2) Прямодействующие паровые Н. без маховиков. Поршень Н. расположен непосредственно на штоке поршня парового цилиндра. Маховик и кривошипный механизм отсутствуют, благодаря чему эти Н. меньше по размерам и легче обычных Н. Прямодействующие Н. не имеют механич. ограждения движению поршня, вследствие чего ход поршня в таких Н. неопределенный и зависит от скорости работы Н., т. е. от влияния сил инерции. Это обстоятельство требует применения золотникового распределения специальной конструкции. В сдвоенных Н., т. н. дуплекс-насос (сист. Вортингтон), паровой золотник одного цилиндра управляется поршневым штоком другого цилиндра (фиг. 17). В конце каждого хода поршень перекрывает впускной и выпускной каналы, благодаря чему образуется паровая подушка и предотвращается удар поршня о крышку. В движении поршня наступает небольшая пауза, во время которой клапаны Н. успевают спокойно без удара опуститься на седло до начала обратного хода поршня. Недостаток Н. системы Вортингтон — довольно значительный расход пара. Применяются чаще всего в котельных для питания котлов. Симплекс-Н. имеют только один паровой и один насосный цилиндры. Паровой золотник в этих насосах управляется не непосредственно штоком поршня, а при помощи вспомогательных золотников, приводимых в движение от поршня. Вспомогательный золотник действует на главный золотник посредством пара. К этому типу Н. принадлежат Н. сист. Камерон, Одессе и др. Симплекс-Н. легче дуплекс-Н., благодаря чему и употребляются на кораблях для питания паровых котлов; благодаря сложности парораспределения они не так надежны в работе, как дуплекс-Н. 3) Крыльчатые Н. (фиг. 18). В этих Н. поршень приводится в качательное движение при помощи рукоятки, посаженной на одну ось с поршнем. Такие Н. очень просты и компактны и употребляются для хозяй-



Фиг. 17.

ственных целей. 4) Диафрагмовые, пластинчатые, Н. имеют вместо поршня защемленную между двумя фланцами резиновую или кожаную диафрагму. Употребляется для откачки загрязненных вод (лягушки, фиг. 19). 5) Н. для горячей жидкости—конденсацион. Н. без всасывающих клапанов (фиг. 20).

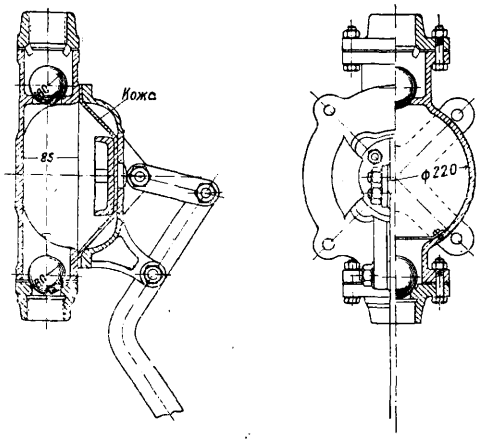


Фиг. 18.

Детали Н. и их конструктивное выполнение. 1) Корпус Н. Материал — обычно чугун, для Н. высоких давлений—стальное литье или фосфористая бронза. Расчет толщины стенок $s = r_{н.} - r_{вн.}$ производится по формуле Баха:

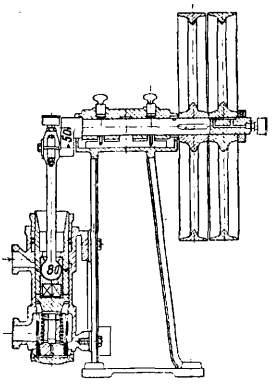
$$r_{н.} = r_{вн.}\sqrt{\frac{k_z + 0{,}4p_i}{k_z - 1{,}3p_i}} + (3 \div 5)\,мм,$$

где k_z—допускаемое напряжение (для чугуна $k_z = 150$ *кг/см²*; для стального литья

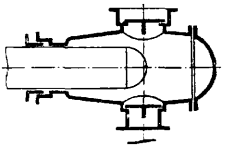


Фиг. 19.

$k_z = 350$ *кг/см²*). Корпус Н. не должен иметь мест скопления воздуха (воздушные мешки), для чего нагнетательный клапан устраивают в самой высокой точке насоса. Стенки должны иметь небольшой наклон к нагнетательному клапану (фиг. 21). Клапаны д. б. легко доступны для осмотра. Клапанные коробки должны располагаться т. о., чтобы клапан не подвергался боковому давлению. Жидкость в Н. должна иметь прямой путь без изменения направления от всасывающего к нагнетательному клапану. Расстояние между всасывающим и нагнетательным клапанами д. б. возможно короче. 2) Поршни встречаются двух типов: дисковые—для низких давлений (до 1—2 *atm*) и плунжерные—для высоких давлений. Уплотнение дискового поршня находится в самом поршне и в зависимости от свойств и $t°$ жидкости бывает металлическое—в виде пружинящих колец (фиг. 22), или кожаное (фиг. 23). Плунжеры представляют собой пустотелые цилиндры; для уменьшения давления на сальник вес плунжера д. б. приблизительно равен весу вытесняемой им воды. 3) Сальники служат для уплотнения движущихся частей Н. (плунжер, шток поршня). Сальники бывают с мягкой набивкой (хлопчатобумажный или пеньковый шнур, пропитанный салом), кожаные (фиг. 24) и металлические. 4) Воздушные колпаки должны рас-

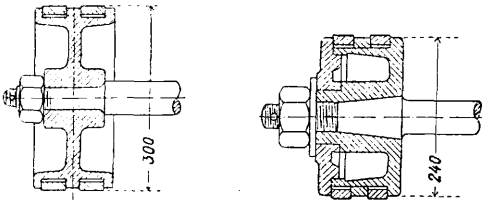


Фиг. 20.



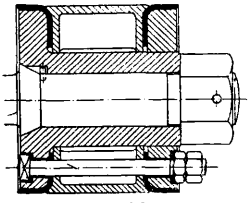
Фиг. 21.

полагаться возможно ближе к Н. и иметь достаточное содержание воздуха. Подводящие и выводные трубы в воздушном колпаке должны быть расположены т. о., чтобы колебание одного столба жидкости не передавалось непосредственно другому. Правиль-

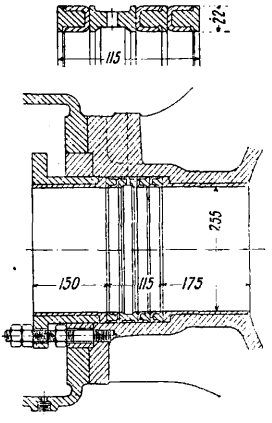


Фиг. 22.

ное расположение труб показано на фиг. 25, неправильное на фиг. 26. Во всасывающем колпаке происходит выделение растворенного в жидкости воздуха. Для того чтобы уровень жидкости во всасывающем колпаке не понижался и излишний воздух не прорывался толчком в цилиндр насоса, нарушая работу насоса, в выводной трубе на уровне жидкости делают мелкие отверстия для постепен-



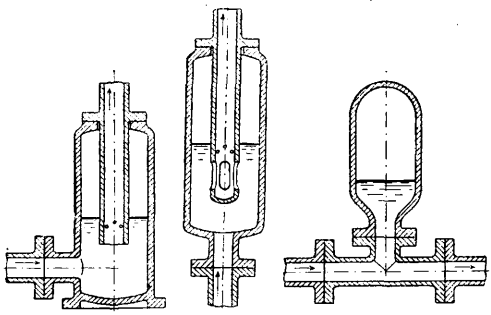
Фиг. 23.



Фиг. 24.

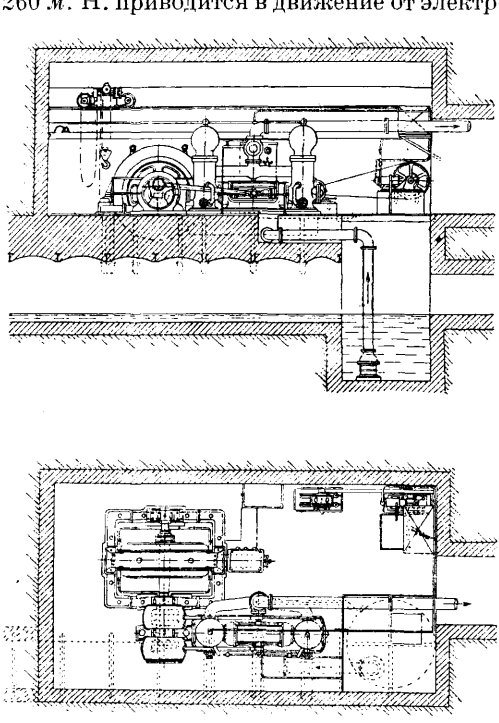
ного выхода излишков воздуха (фиг. 25). В нагнетательном колпаке, наоборот, происходит поглощение воздуха водой. Это поглощение тем интенсивнее, чем выше давление в колпаке. Для пополнения воздуха служит воздушный клапан, располагаемый в

наивысшей точке под нагнетательным клапаном. Присос воздуха регулируется от руки. При больших давлениях пополнение воздуха происходит от специального воздушного насоса с автоматич. регулировкой подачи.



Фиг. 25. Фиг. 26.

Пример установки поршневого насоса показан на фиг. 27 и 28. На фиг. 27 изображен общий вид установки Н. двойного действия в подземной водонапорной станции производительностью 120 $м^3/ч$ при высоте подъема 260 *м*. Н. приводится в движение от электро-



Фиг. 27.

мотора. На фиг. 28 изображен Н. и мотор упомянутой установки.

Пуск в ход и регулировка поршневых Н. При пуске в ход Н. без заливки жидкости он работает как воздушный Н. Наличие большого вредного пространства сильно понижает высоту всасывания. Для увеличения разрежения в цилиндре и следовательно увеличения высоты всасывания служат вспомогательные клапаны для выпуска воздуха, минуя нагнетательный трубопровод, непосредственно в атмосферу. Лучше избегать сухого всасывания и перед пуском наполнять Н. жидкостью. У большинства крупных Н. имеется для целей заливки специальный трубопровод, соединяющий нагнетательную трубу с внутренним пространством Н. и всасывающей трубой. Подача Н. регулируется изменением числа ходов или оборотов Н. У Н. с ременной передачей регулировка подачи м. б. осуществлена при помощи ступенчатого шкива, у прямодействующих паровых Н. — с помощью центробежного регулятора мощности. Изменение подачи такого Н. происходит путем изменения длины тяг регулятора, связанных с муфтой последнего. Изменение положения муфты регулирует ход Н. путем изменения наполнения (дросселирования пара) паровой машины.

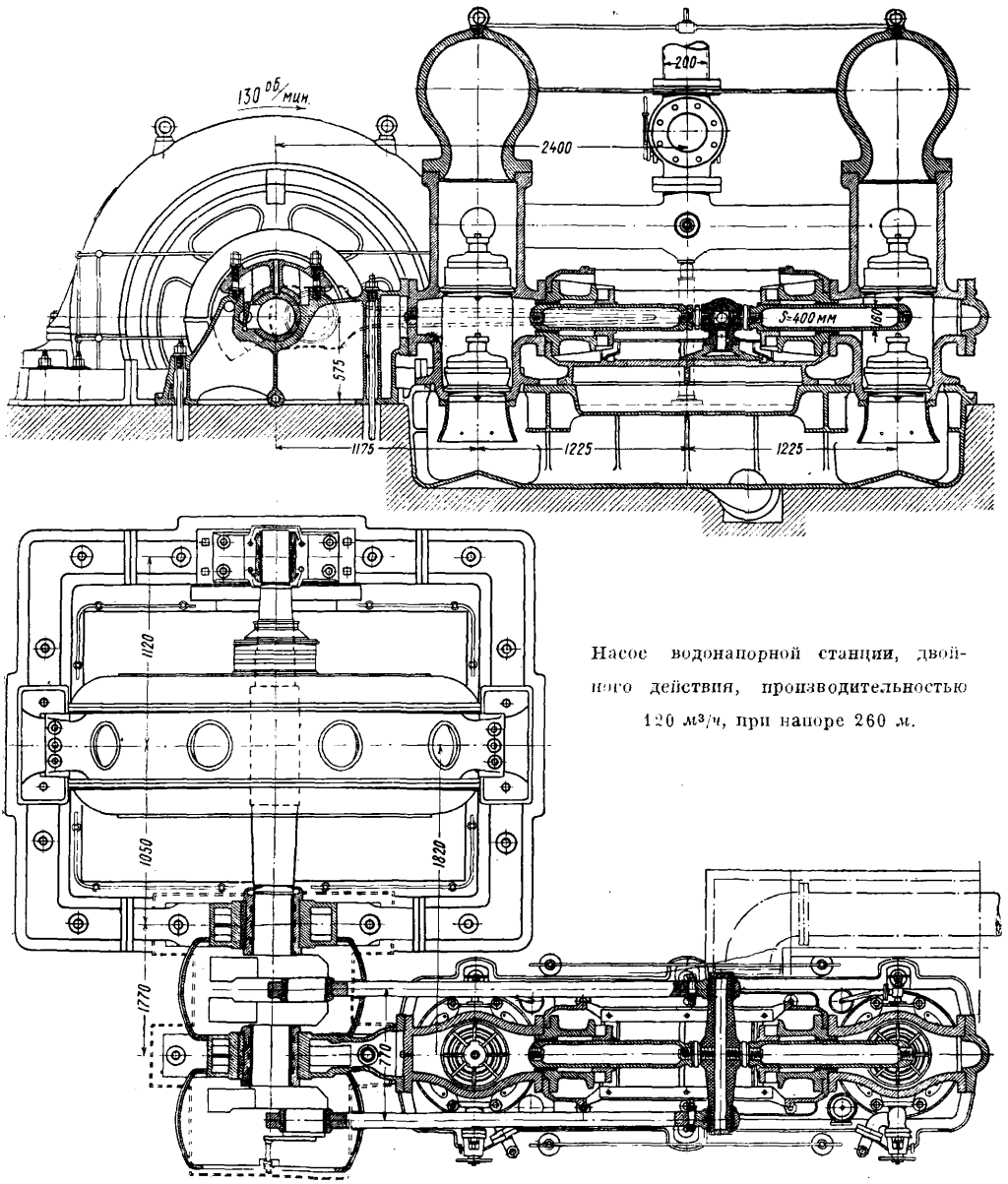
Приборы, контролирующие работу насоса: 1) манометр и вакуумметр (ставятся обычно на напорном и всасывающем колпаках), 2) водомерные стекла для контроля уровня воды в воздушных колпаках; 3) задвижка в напорном и всасывающем трубопроводах; 4) счетчик оборотов и водомеры.

Лит.: Бурдаков А. А., Поршневые насосы, ч. 1, М., 1925; Матиссен Г. и Фукслохер Е., Насосы, пер. с нем., М., 1927; Berg H., Die Kolbenpumpen, 3 Aufl., B., 1926. **Н. Баулин.**

Насосы центробежные.

В центробежных Н. движение перекачиваемой жидкости, так же как и требуемое давление (высота напора), осуществляется за счет получающейся при работе насоса центробежной силы частиц жидкости. Рабочей частью центробежного Н. служит колесо с лопатками, аналогичное колесу водяной турбины (см. *Двигатели гидравлические*). Поступающая в насос вода увлекается лопатками, и, вращаясь вместе с колесом под действием возникающей центробежной силы, выталкивается из Н. в напорный трубопровод; благодаря этому движению воды осуществляется приток жидкости по всасывающей трубе к Н. Преимуществом центробежных Н. по сравнению с поршневыми являются: 1) отсутствие клапанов; 2) большое допускаемое число оборотов вала рабочего колеса, благодаря чему центробежные Н. могут быть непосредственно, без промежуточных передач соединены с паровой турбиной либо электромотором; 3) легкая регулировка в больших пределах количества подаваемой воды; 4) относительно большая практически возможная высота всасывания $\cong 8$ *м*, т. к. при центробежном Н. движение воды во всасывающей трубе совершается с равномерной скоростью, благодаря чему и потери во всасывающей трубе будут меньше; 5) значительно меньшее место, занимаемое при той же мощности всей установкой; 6) значительно меньшая стоимость всей установки, в особенности при больших часовых расходах жидкости; 7) меньшие эксплоатационные расходы. Недостатками центробежных Н. считают: 1) относительно меньший кпд (на 10—15% меньше, чем у поршневых Н.), 2) худшее всасывание, к-рое при центробежном Н. обычной конструкции возможно только в том случае, если рабочее колесо и всасывающая труба наполнены жидкостью.

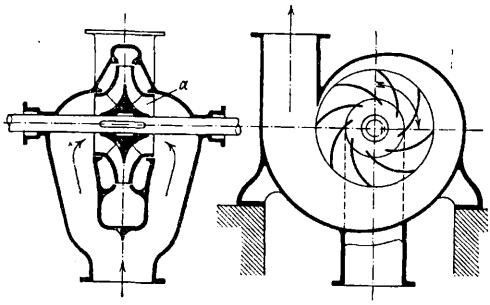
В зависимости от величины напора различают: центробежные Н. низкого давления (до ~ 15 *м* вод. ст.), среднего давления (до ~ 40 *м*) и высокого давления. По числу рабочих колес центробежные Н. разделяют на одноступенчатые и многоступенчатые; последняя конструкция служит для центробежных Н. высокого давления, причем жидкость, пройдя одно рабочее колесо, поступает в следующее, т. е. колеса работают последовательно. При большом часовом расходе жидкости находят применение конструкции центробежных Н. низкого и среднего давления с несколькими рабочими колесами, работающими параллельно. Также различают конструкции центробежных Н. с направляющим колесом (турбинный тип Н.) и без направляющего колеса; с односторонним и двусторонним притоком жидкости к рабочему колесу. По расположению вала рабочего колеса все конструкции разделяют на Н. с горизонтальным валом и Н. с вертикальным валом. Центробежные Н. низкого давления выполняют обычно без направляющего колеса с односторонним или двусторонним притоком воды к рабочему колесу *a* (фиг. 29), причем вода подводится к колесу по направлению его оси. Рабочее колесо помещается в кожухе, имеющем форму спирали; такой кожух называется диффузором. Для центробежных Н. среднего давления в настоящее время находят применение преимущественно конструкции с направляющим колесом *b* (фиг. 30), в к-рое поступает



Насос водонапорной станции, двойного действия, производительностью 120 м³/ч, при напоре 260 *м*.

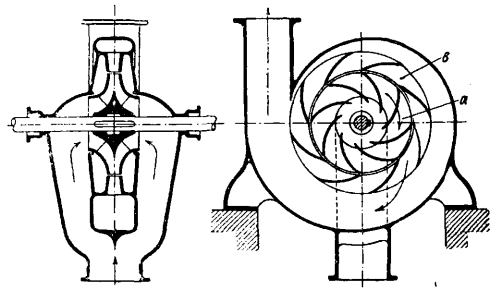
Фиг. 28.

вода из рабочего колеса *a*. Направляющее колесо имеет назначение предотвратить возможность образования турбулентного движения воды и гидравлического удара при выходе воды из рабочего колеса и при ее



Фиг. 29.

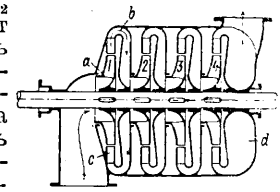
поступлении в напорный трубопровод, в то же время направляющее колесо служит для увеличения давления за счет уменьшения скорости движения воды. В конструкциях центробежных Н. среднего давления применяется почти исключительно двусторонний приток воды и кожух спиральной формы. Центробежные насосы высокого давления в зависимости от желательного напора имеют до 10 рабочих последовательно включенных



Фиг. 30.

колес в одном агрегате. На фиг. 31 дана схема четырехступенчатого Н. Все четыре рабочих колеса *a* окружены направляющими колесами, причем вода из каждого направляющего колеса *c* по обводному каналу *b* подается в следующее за ними рабочее колесо, из последнего направляющего колеса в кожух *d* и напорный трубопровод, как это указано на схеме стрелками.

Расчет центробежных Н. Центробежные насосы имеют рабочее колесо, которое по своей форме в общем ничем не отличается от колеса тихоходной турбины Френсиса. Из всасывающей трубы вода притекает к рабочему колесу по осевому направлению со скоростью c_0 (фиг. 32). При поступлении воды в рабочее колесо направление водяного потока из аксиального изменяется на радиальное. Если действительная скорость, с которой вода входит в канал между лопатками колеса, равняется c_1 и окружная скорость вращающегося колеса равняется u_1, то относительная скорость потока при его входе $= w_1$. Для того чтобы не происходило гидравлического удара, начало лопатки д. б. наклонено под углом β_1, к-рый определяется из параллелограма скоростей. Проходя по каналу рабочего колеса, поток воды будет изменять свою скорость как по величине, так и по направлению, поэтому при выходе из колеса абсолютная скорость воды будет равняться c_2, относительная скорость, направленная под углом β_2 к касательной, будет равна w_2 и скорость переносного движения (окружная скорость) будет равна u_2, причем скорость c_2 составит с касательной к окружности колеса угол α_2. Если имеется направляющее колесо, то начало его лопаток д. б. наклонено под углом α_2, в противном случае вода, выходя из рабочего колеса, будет поступать с ударом в направляющее колесо.

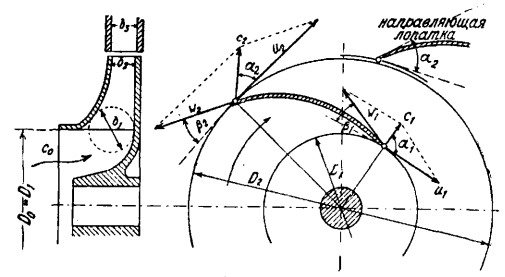


Фиг. 31.

Работа A, совершаемая центробежной силой при прохождении массы m воды через рабочее колесо, равняется

$$A = \int_{R_1}^{R_2} m \cdot r\omega^2\, dr = \frac{1}{2} m\omega^2 (R_2^2 - R_1^2),$$

где ω—угловая скорость колеса, $R_1 = \frac{D_1}{2}$ и $R_2 = \frac{D_2}{2}$ — радиусы окружностей колеса, соответствующие входу и выходу воды из каналов колеса, и g—ускорение силы тяжести. При массе $m = \frac{1}{g} \cdot \frac{кг \cdot ск^2}{м}$ работа $A_1 = \frac{\omega^2 R_2^2}{2g} - \frac{\omega^2 R_1^2}{2g} = \frac{u_2^2}{2g} - \frac{u_1^2}{2g}$. Эта работа частично расходуется на создание гидравлического напора $h_2 - h_1$, где h_1 — высота гидравлич. напора во всасывающей трубе при входе в колесо, h_2—высота гидравлич. напора при выходе из колеса; другая часть работы A тратится на



Фиг. 32.

создание в канале колеса скоростного (динамического) напора, равного $\frac{w_2^2 - w_1^2}{2g}$. Из сказанного следует, что

$$A_1 = \frac{u_2^2 - u_1^2}{2g} = (h_2 - h_1) + \frac{w_2^2 - w_1^2}{2g}. \quad (17)$$

Т. к. при работе центробежного Н. вода во всасывающей трубе не только поднимается на высоту всасывания $H_{в.}$, но приобретает скорость движения c_0, то высота напора

$$h_1 = -\left(H_{в.} + \frac{c_0^2}{2g}\right) \text{ (фиг. 33).}$$

Для получения требуемой высоты напора $H_н$. при скорости водяного потока c_2 в момент его выхода из рабочего колеса необхо-

димо, чтобы высота гидравлич. напора h_2 удовлетворяла ур-ию $h_2 + \frac{c_2^2}{2g} = H_{н.}$. Подставив в ур-ие (17) значения h_1 и h_2 и принимая $c_0 = c_1$, после преобразования получим, что теоретич. высота H полезного напора, равная сумме высот $H_{в.} + H_{н.}$, будет равняться

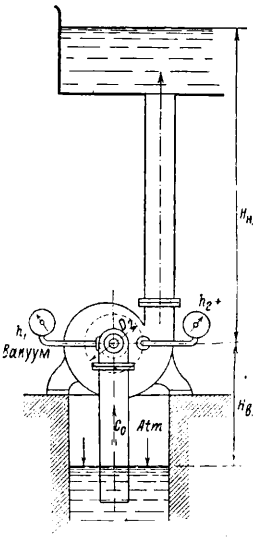
$$H = H_{в.} + H_{н.} = \frac{c_2^2 - c_1^2}{2g} + \frac{u_2^2 - u_1^2}{2g} + \frac{w_1^2 - w_2^2}{2g}. \quad (18)$$

Из параллелограмов скоростей (фиг. 32) имеем $w_2^2 = c_2^2 + u_2^2 - 2c_2u_2 \cos \alpha_2$; $w_1^2 = c_1^2 + u_1^2 - 2c_1u_1 \cos \alpha_1$; следовательно теоретич. высота полезного напора

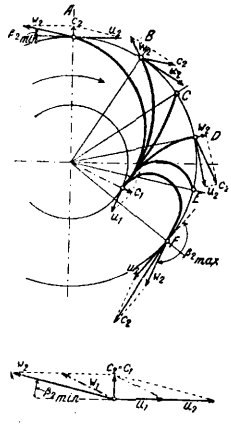
$$H = \frac{c_2u_2 \cos \alpha_2 - c_1u_1 \cos \alpha_1}{g}; \quad (19)$$

$$\text{при } \alpha_1 = 90^\circ \quad H = \frac{c_2u_2 \cos \alpha_2}{g}. \quad (19а)$$

Учитывая потери в самом Н. от трения и от превращения скоростной энергии в энергию давления, необходимо ввести гидравлич. кпд η_h, кроме того следует учесть также и механич. потери в центробежном



Фиг. 33.



Фиг. 34.

Н. (трение в подшипниках, сальниках), эти потери оценивают механич. кпд: $\eta_m = 0{,}8 \div 0{,}9$. Кроме перечисленных потерь имеются потери во всасывающей трубе и подающем трубопроводе, поэтому при расчетах удобнее пользоваться манометрической высотой $H_м$, т. е. высотой, определяемой по показанию манометров, поставленных при входе воды и при ее выходе из рабочего колеса. Из сказанного следует, что

$$H_м = \eta_h \cdot \frac{c_2u_2 \cos \alpha_2 - c_1u_1 \cos \alpha_1}{g}. \quad (20)$$

Угол α_1, т. е. угол между касательной к окружности колеса и направлением струи воды, вступающей в канал рабочего колеса, выполняют обычно равным 90°, так что

$$H_м = \eta_h \cdot \frac{c_2u_2 \cos \alpha_2}{g}. \quad (21)$$

Для насосов без направляющего колеса $\eta_h = 0{,}5 \div 0{,}65$; для одноступенчатых насосов с направляющим колесом $\eta_h = 0{,}6 \div 0{,}75$; для многоступенчатых насосов высокого давления $\eta_h = 0{,}7 \div 0{,}8$.

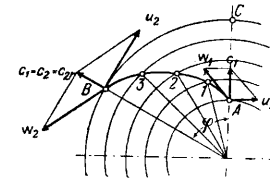
Рабочее колесо. Форма лопатки рабочего колеса имеет большое влияние на работу центробежного насоса. Изменение угла β_2 лопатки влечет за собою изменение относительной скорости w_2 и абсолютной скорости c_2, выходящей из колеса струи воды, следовательно влияет и на высоту подачи Н. Это влияние рассмотрим для обычных форм лопаток, причем надлежащим подбором ширины колеса достигаем того, что радиальная слагающая (компонента) c_{2r} скорости выхода c_2 будет равняться скорости входа c_1. Можно построить лопатку A (фиг. 34), настолько изогнутую назад по отношению к направлению вращения, что скорость выхода c_2 будет направлена по радиусу, при этом угол α_2 станет равен 90°, а так как угол α_1 также равен 90°, то

$$H = \frac{c_2u_2 \cos \alpha_2}{g} = 0. \quad (22)$$

Из ур-ия (18) для этого случая имеем:

$$\frac{w_2^2 - w_1^2}{2g} = \frac{u_2^2 - u_1^2}{2g}. \quad (23)$$

Из сравнения ур-ий (17) и (23) следует, что при этой форме лопатки вся работа колеса тратится на изменение относительной скорости w, и никакого изменения гидравлического напора $(h_2 - h_1)$ не получается. Форма лопатки A представляет «нейтральную лопатку», построение очертания которой показано на фиг. 35; вследствие постоянного поперечного сечения потока $c_1 = c_2 = c_{2r} =$ = Const, абсолютный путь воды будет направлен по радиусу AC, причем этот путь поток проходит за время t; таким образом $AC = c_1t$, в то же время имеем $CB = u_2t$; этими двумя равенствами определяется угол φ; деля отрезок AC и угол φ на одинаковое число равных частей и проводя концентрич. окружности, получим точки $1, 2, 3$ кривой очертания нейтральной лопатки, к-рое определяет наименьший возможный угол β_2 (фиг. 34) при заданных числах оборотов центробежного Н. Увеличивая затем угол β_2, получим форму лопаток B, C (фиг. 34) и форму D. Очертание лопатки, выполненной по форме D, заканчивается по радиусу (лопатка Ритингера), т. е $\beta_2 = 90^\circ$. Для радиальной лопатки, по ур-ию (19) при $\alpha_1 = 90^\circ$, имеем $H = \frac{u_2^2}{g}$ и, согласно параллелограму скоростей, $c_2^2 - w_2^2 = u_2^2$; так как $w_2 = c_{2r} = c_1$, то имеют место следующие равенства:



Фиг. 35.

$$\frac{c_2^2 - c_1^2}{2g} = \frac{u_2^2}{2g} = \frac{H}{2}. \quad (24)$$

Из ур-ий (17) и (18) имеем:

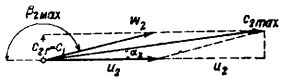
$$h_2 - h_1 = \frac{H}{2}, \quad (25)$$

т. е. высота напора H при радиальной лопатке действует наполовину статически, наполовину динамически. При дальнейшем увеличении угла β_2 получается форма очертания лопатки загнутой вперед, и угол β_2 достигнет своего возможного максимума тогда, когда параллелограм сил превратится в ромб; в этом случае лопатка F (фиг. 34) будет загнута вперед под тем же углом, под

к-рым нейтральная форма лопатки A загнута назад. Т. к. в этом случае (фиг. 36) $w_2 = u_2$ и $c_{2r} = c_1$, то $c_2 \cos \alpha_2 = 2u_2$ и, согласно ур-ию (19), $H = 2\frac{u_2^2}{g}$. Из параллелограма сил имеем: $c_2^2 - c_1^2 = (2u_2)^2$, следовательно

$$\frac{c_2^2 - c_1^2}{2g} = \frac{4u_2^2}{2g} = H, \qquad (26)$$

т. е. все повышение напора динамич. характера и выражается в увеличении абсолютной скорости движения воды, так что изменения гидростатического давления не будет: $h_2 - h_1 = 0$, и при такой форме лопатки вода выходит из колеса без какого бы то ни было избыточного давления. Влияние угла β_2 на гидростатич. и динамич. повышение напора дают диаграммы фиг. 37—39. Приняв во внимание, что диам. полуокружностей на этих диаграммах взят равным $2u_2$, будем иметь следующую геометрич. зависимость:



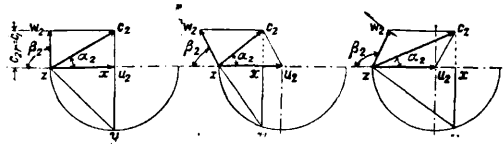
Фиг. 36.

$$xy^2 = (2u_2 - c_2 \cos \alpha_2) \cdot c_2 \cos \alpha_2 =$$
$$= 2u_2 c_2 \cos \alpha_2 - c_2^2 \cos^2 \alpha_2$$

и $xy^2 = yz^2 - zx^2$; так как $c_2^2 \cos^2 \alpha = c_2^2 - c_1^2$, то

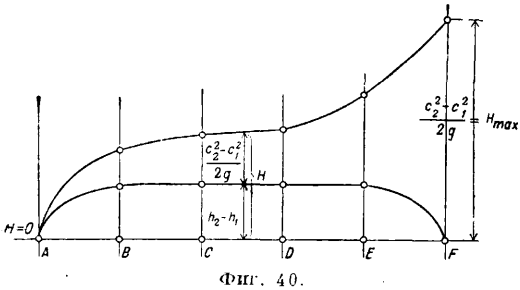
$$\frac{xy^2}{2g} = \frac{u_2 c_2 \cos \alpha_2}{g} - \frac{c^2 - c_1^2}{2g} = \frac{yz^2}{2g} - \frac{zx^2}{2g}. \qquad (27)$$

Следовательно zy представляет скорость, соответствующую общему напору Н., xy—



Фиг. 37. Фиг. 38. Фиг. 39.

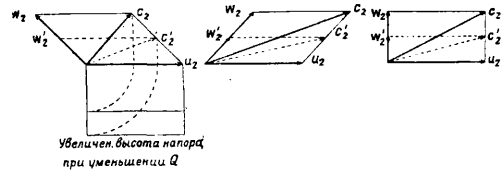
статическому, xz—динамическому. Как видно из диаграмм фиг. 37—39, при заданной окружной скорости u_2 наибольшая высота подачи получается при лопатках, загнутых вперед (фиг. 39), причем гл. обр. за счет динамич. высоты напора, энергия к-рого д. б. в направляющем колесе превращена в статический напор; так как такое превращение связано с потерями от образования вихрей, трения и ударов, то для большинства Н. применяют лопатки, загнутые назад с углом $\beta_2 = 50 \div 25°$, для которых величина статич.



Фиг. 40.

напора относительно значительно больше. На фиг. 40 дана диаграмма высот напоров для различных форм лопаток A, B, C, D, E и F (фиг. 34). Из диаграммы видно, что для форм лопаток от B до E величина статич. давления $h_2 - h_1$ остается почти постоянной, при лопатках, имеющих форму A и F, статическое давление равняется 0.

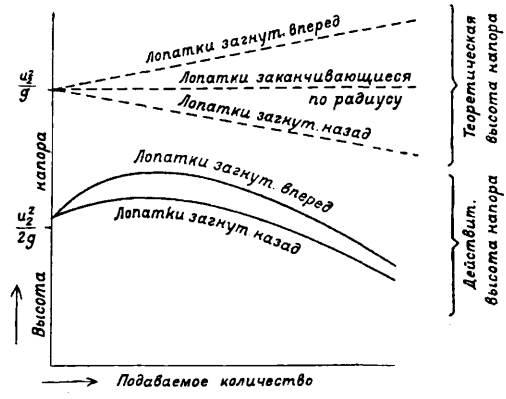
Влияние расхода воды Q на высоту теоретич. напора H при постоянной скорости u_2 и при различных формах лопаток дано на диаграммах фиг. 41—43. С уменьшением Q уменьшается и скорость w_2; при лопатках, загнутых назад, при уменьшении w_2 увели-



Фиг. 41. Фиг. 42. Фиг. 43.

чивается множитель $c_2 \cos \alpha_2$, и следовательно при неизменной скорости u_2 увеличивается напор $H = \frac{c_2 u_2 \cos \alpha_2}{g}$; это увеличение напора H на фиг. 41 наглядно изображено увеличением площади прямоугольника $c_2 u_2 \cos \alpha_2$; при лопатках, загнутых вперед, увеличение Q влечет за собой уменьшение H; в радиальной лопатке изменение Q не влияет на величину H. Зависимость H от Q дана на диаграмме фиг. 44, на которой нанесены как величины теоретических высот напора H, так и действительные высоты напора; последние благодаря потерям в колесе естественно будут меньше теоретических высот.

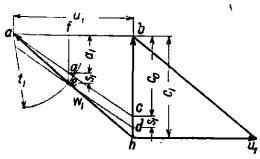
Построение диаграмм скоростей. Случай 1. $\alpha = 90°$; скорость c_1 имеет радиальное направление. При задан-



Фиг. 44.

ном секундном расходе Q необходимо вести расчет на количество $Q' = (1 + \mu) Q$, где коэфициент $\mu \cong 0{,}05$ учитывает потери в зазорах. Скорость воды во всасывающей трубе $c_0 = 2 \div 2{,}5$ *м/сек*. При диам. D_0 всасывающей трубы перед входом в колесо и диам. d ступицы колеса площадь свободного прохода перед входом в рабочее колесо $F_0 = \frac{\pi}{4}(D_0^2 - d^2)$, скорость c_0 водяного потока при входе в колесо перед лопатками равна $\frac{Q'}{F_0}$. При входе в каналы лопаток эта скорость повысится до c_1, причем $c_1 = c_0 \cdot \frac{a_1 + s_1}{a_1}$,

где a_1—расстояние между лопатками при входе (по перпендикуляру к оси канала), а s_1—толщина лопаток при входе. Прямоугольный тр-к abc (фиг. 45) имеет стороны $ab = u_1 = u_2 \cdot \frac{D_1}{D_2}$, $bc = c_0$; откладываем $cd = s_1$; через d проводим линию, параллельную ac, из a проводим дугу радиусом, равным шагу t_1 лопаток ($t_1 = \frac{\pi D_1}{z}$, где z—число лопаток), к-рая пересечет проведенную параллель в точке e. Перпендикуляр, опущенный из e на ab, пересечет ab и ac в точках f и g. Проводим линию ae до ее пересечения с bc в точке h. Т. к. $\sin \beta_1 = \frac{a_1+s_1}{t_1}$ и $\frac{c_1}{c_0} = \frac{a_1+s_1}{a_1}$, то отрезок $gf = a_1$, $ge = s_1$ и $bh = c_1$. Задаваясь по величине диам. D_0 величиной диам. колеса D_1 (фиг. 32) и D_2, причем D_2 берется равным $2 \div 2{,}5\, D_1$, и задаваясь величиной β_2, числом лопаток z и толщиной s_2 лопаток при выходе, будем иметь: $t_2 = \frac{\pi D_2}{z}$ и $\sin \beta_2 = \frac{a_2+s_2}{t_2}$, откуда определяется a_2. По выборе высоты лопаток b_2 определяют радиальную составляющую w_{2r} от скорости w_2:



Фиг. 45.

$$w_{2r} = \frac{Q'}{F_2},$$

где

$$F_2 = \pi D_2 \cdot b_2 \cdot \frac{a_2}{a_2+s_2}.$$

Из параллелограма скоростей (фиг. 46) имеем:

$$c_2 \cos \alpha_2 = \overline{a_1 b_1} = u_2 + \frac{w_{2r}}{-\operatorname{tg} \beta_2}; \qquad (28)$$

в то же время из ур-ия (21) имеем:

$$\cos \alpha_2 = \frac{H_м g}{\eta_h \cdot c_2 u_2},$$

следовательно

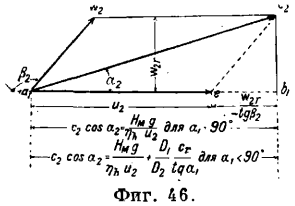
$$\frac{H_м g}{\eta_h \cdot c_2 u_2} = \frac{a_1 b_1}{c_2} \text{ и } \frac{H_м g}{\eta_h} = u_2^2 - u_2 \cdot \frac{w_{2r}}{\operatorname{tg} \beta},$$

откуда

$$u_2 = \frac{w_{2r}}{2 \operatorname{tg} \beta} + \sqrt{\left(\frac{w_{2r}}{2 \operatorname{tg} \beta}\right)^2 + \frac{H_м g}{\eta_h}}. \qquad (29)$$

Зная u_2, β_2 и w_2, можно построить параллелограм скоростей выхода.

Случай 2. $\alpha_1 < 90°$. Для центробежных насосов высокого давления стремятся увеличить расстояние a_1 при входе между лопатками с тем, чтобы уменьшить относительную скорость w_1 и тем самым уменьшить потери от трения, к-рые возрастают пропорционально квадрату относительной скорости w_1; при увеличении a_1 приходится угол α_1 делать $< 90°$, но при этом возникают потери благодаря тому, что приток воды не имеет уже радиального направления. Наименьшие потери на трение в лопатках получатся при $w_1 = c_1$, т. е. при $\beta_1 = \alpha_1$. Из параллелограма скоростей выхода (фиг. 46) имеем:



Фиг. 46.

$$a_1 b_1 = c_2 \cos \alpha_2 = u_2 + \frac{w_{2r}}{-\operatorname{tg} \beta_2}.$$

Из параллелограма скоростей входа имеем:

$$c_1 \cos \alpha_1 = \frac{c_r}{\operatorname{tg} \alpha_1}.$$

Вводя эти значения в основное ур-ие (20)

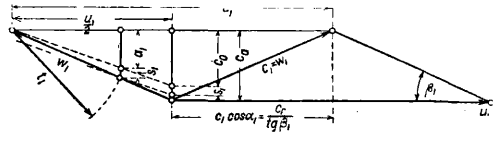
$$u_2 c_2 \cos \alpha_2 - u_1 c_1 \cos \alpha_1 = \frac{H_м g}{\eta_h}$$

и зная, что $u_1 = u_2 \cdot \frac{D_1}{D_2}$, получим:

$$\left(u_2 - \frac{w_{2r}}{\operatorname{tg} \beta_2}\right) u_2 - u_2 \cdot \frac{c_r}{\operatorname{tg} \alpha_1} \cdot \frac{D_1}{D_2} - \frac{H_м g}{\eta_h} = 0,$$

откуда

$$u_2 = \frac{D_1}{D_2} \cdot \frac{c_r}{2 \operatorname{tg} \alpha_1} + \frac{w_{2r}}{2 \operatorname{tg} \beta_2} + \sqrt{\left(\frac{D_1}{D_2} \frac{c_r}{2 \operatorname{tg} \alpha_1} + \frac{w_{2r}}{2 \operatorname{tg} \beta_2}\right)^2 + \frac{H_м g}{\eta_h}}. \qquad (30)$$



Фиг. 47.

Для формы лопатки, при которой $\alpha_1 = \beta_1$, получим:

$$\left(u_2 - \frac{w_{2r}}{\operatorname{tg} \beta_2}\right) u_2 - u_2 \cdot \frac{c_r}{\operatorname{tg} \alpha_1} \cdot \frac{D_1}{D_2} - \frac{H_м g}{\eta_h} = 0,$$

но так как

$$\frac{c_r}{\operatorname{tg} \alpha_1} = \frac{c_r}{\operatorname{tg} \beta_1} = c_1 \cos \alpha_1 = \frac{u_1}{2} = \frac{u_2}{2} \cdot \frac{D_1}{D_2} \text{ (фиг. 47)},$$

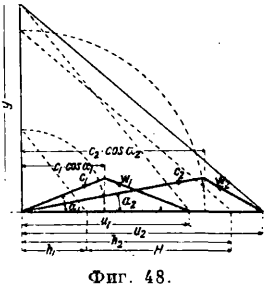
то имеем:

$$u_2^2 \left[1 - \frac{1}{2}\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2\right] - \frac{w_{2r}}{\operatorname{tg} \beta_2} u_2 - \frac{H_м g}{\eta_h} = 0$$

и

$$u_2 = \frac{w_{2r}}{2 \operatorname{tg} \beta_2 \left[1 - \frac{1}{2}\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2\right]} + \sqrt{\left\{\frac{w_{2r}}{2 \operatorname{tg} \beta_2 \left[1 - \frac{1}{2}\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2\right]}\right\}^2 + \frac{H_м g}{\eta_h \left[1 - \frac{1}{2}\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2\right]}}. \qquad (31)$$

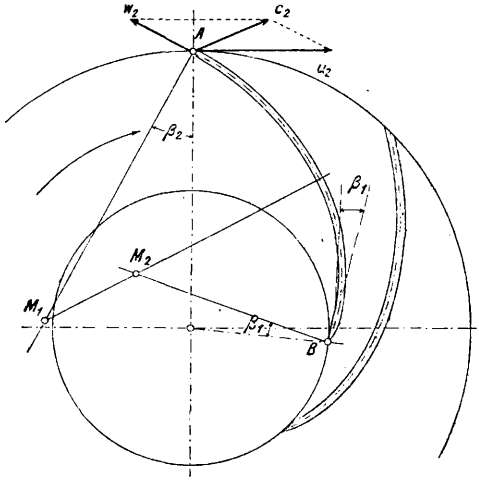
После выбора D_1, D_2, β_2 и определения w_{2r} из равенства $\frac{Q'}{F_2} = w_{2r}$, где $F_2 = \pi D_2 b_2 \cdot \frac{a_2}{a_2+s_2}$, можно определить u_2 и вычертить параллелограм скоростей выхода; по величинам c_0, s_1, $t_1 = \frac{\pi D_1}{z}$ и $u_1 = u_2 \cdot \frac{D_1}{D_2}$ строится параллелограм входа (фиг. 47). Для проверки соответствия полученных величин основному уравнению (19) строится диаграмма (фиг. 48), по которой должны иметь $g : u_2 = c_2 \cos \alpha_2 : h_2$; $g : u_1 = c_1 \cos \alpha_1 : h_1$, следовательно отрезок $h_2 - h_1 = H$ представляет высоту подачи.



Фиг. 48.

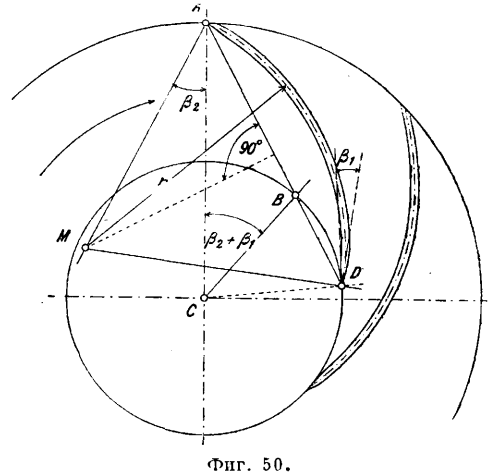
Форма лопаток должна обеспечивать постепенное и последовательное изменение скорости w. При правильно выбранных углах β_1 и β_2 очертание лопаток выполняют или по дугам окружности или же согласно предложению Ф. Неймана, начало и конец лопа-

ток выполняются по эвольвенте. На фиг. 49 дается построение очертания двумя дугами из центров M_1 и M_2, при этом центр M_1 лежит на луче, проведенном под углом β_2 из конца A лопатки, а центр M_2 на пересече-



Фиг. 49.

нии луча, который проведен из произвольно взятого начала B под углом β_1 с лучом из M_1; на фиг. 50 представлено очертание лопатки по одной дуге круга, а именно из конца лопатки A проводят под углом β_2 луч AM, из C под углом $\beta_1+\beta_2$ проводят луч CB, через AB проводят прямую до пересечения с D; деля AD пополам и восстанавливая из середины AD перпендикуляр, получаем центр M, из которого радиусом r



Фиг. 50.

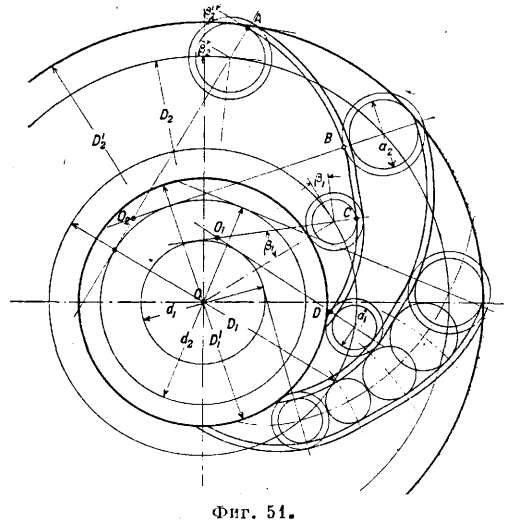
очерчиваем лопатку. Для построения профиля лопатки по эвольвенте фиг. 51 определяют диаметр основного круга эвольвенты для входа и выхода по ур-иям:

$$d_1=\frac{z(a_1+s_1)}{\pi} \text{ и } d_2=\frac{z(a_2+s_2)}{\pi}, \qquad (32)$$

размеры диам. D_2 и D_1 относят к центрам выхода и входа. Между наружным диам. D_2' колеса и диам. D_2 колеса имеется следующая зависимость:

$$D_2=\sqrt{D_2'^2+a_2^2-2\,a_2\,D_2'\cos\beta_2'}.$$

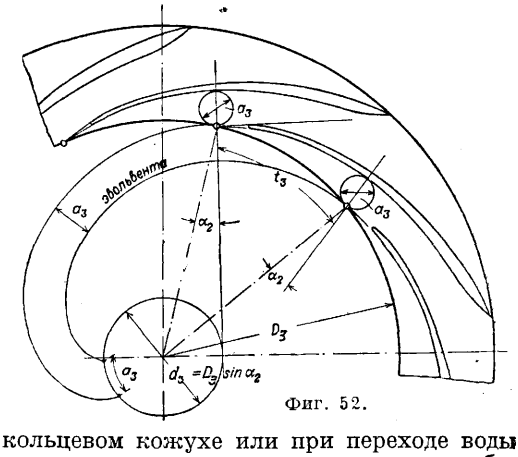
Диаметр D_1 определяется из соотношения: $D_1 \sin\beta = d_1$. Очерченные по эвольвентам начало и конец профиля лопаток соединяются дугой окружности. Для уменьшения потерь при проходе воды через колесо начало и конец лопаток заостряют. Для рабочих колес центробежных насосов, предназначенных для перекачки больших масс воды с



Фиг. 51.

небольшим напором, находят применение колеса с лопатками, которые, как и лопатки турбины Френсиса (см. *Двигатели гидравлические*), имеют изгиб по трем измерениям.

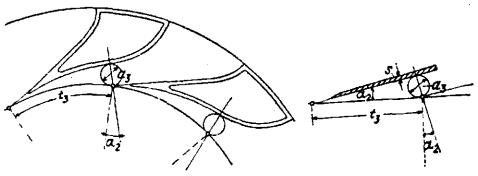
Направляющее колесо имеет назначение принять без удара и без образования вихрей поток, к-рый выходит из рабочего колеса, изменить направление движения потока в соответствии с формой кожуха, уменьшить скорость c_2 потока и увеличить давление. Лопатки направляющего колеса д. б. поставлены под углом α_2, соответствующим параллелограму скоростей выхода. При спиральном кожухе лопатки выполняются серповидной формы (фиг. 52), при



Фиг. 52.

кольцевом кожухе или при переходе воды из направляющего колеса в канал к рабочему колесу следующей ступени лопаткам придают двойной изгиб, т. ч. вода из направляющего колеса выходит в радиальном направлении (фиг. 53). При очертании ло-

патки по кривым эвольвенты начальный радиус эвольвенты определяется из ур-ия $d_3 = \frac{z_3(a_3+s_3)}{\pi} = D_3 \sin \alpha_2$. При выходе из рабочего колеса скорость c_2 вследствие уши-



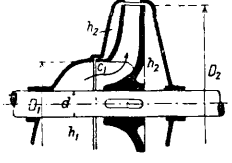
Фиг. 53.

рения сечения изменяется до c', причем $c'_2 = c_2 \cdot \frac{a_2}{a_2+s_2}$. После того как выбрана ширина b_2 рабочего колеса при выходе, получим значение $(a_3+s_3)\cdot z_3 = \frac{Q'}{c'_2 \cdot b_2}$, каковое значение и подставляем в выражение для d_3. Число лопаток z_3 в направляющем колесе обычно выполняют равным $z-1$. Скорость воды при входе в направляющее колесо будет $c_3 = c'_2 \cdot \frac{a_3+s_3}{a_3}$. При выходе из направляющего колеса скорость воды при спиральном кожухе постоянно понижается благодаря увеличению площади поперечного сечения потока.

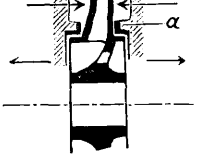
Осевое давление и его уравновешивание. Рабочее колесо находится под влиянием разности давлений h_2-h_1, благодаря чему на него вдоль оси будет действовать сила, равная

$$P_1 = 1\,000\left(\frac{\pi D_1^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}\right)\cdot(h_2-h_1)\ кг, \quad (33)$$

где D_1 и d выражены в *м* (фиг. 54); помимо этой статич. нагрузки на колесо по направлению его оси будет действовать динамич.



Фиг. 54.



Фиг. 55.

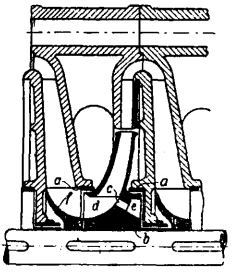
нагрузка, вызываемая изменением направления движения потока из аксиального при его входе на радиальное направление при выходе. При секундном расходе Q *кг* воды, эта сила P_2 будет равняться

$$P_2 = \frac{Q\cdot c_1}{g}\ кг$$

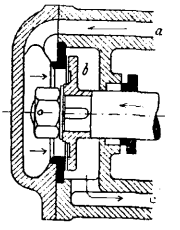
и будет направлена по отношению к силе P_1 в противоположную сторону, так что суммарное осевое давление P будет равно

$$P = P_1 - P_2 = \frac{1\,000\pi}{4}(D_1^2-d^2)(h_2-h_1) - \frac{Q\cdot c_1}{g}\ кг. \quad (34)$$

Статич. давление будет равно 0 тогда, когда $h_2-h_1=0$, чем меньше h_2-h_1, тем следовательно меньше P (ср. фиг. 40). Необходимо заметить, что благодаря некоторому вращению воды в пространстве, окружающем рабочее колесо, давление воды в этом пространстве будет несколько отличным от h_2. Для уравновешивания осевого давления могут быть рекомендованы следующие мероприятия. 1) Применение уплотняющих колец a (фиг. 55) и снабжение лопаток колеса отверстиями, так что статическое давление по обе стороны колеса достаточно хорошо выравнивается. Для восприятия остающегося осевого давления необходимо также предусмотреть упорные подшипники для вала колеса. 2) Снабжение колес не только уплотняющими кольцами a (фиг. 56), но также и уравновешивающей шайбой (тарелкой) f, уплотнительные кольца a располагают спереди и сзади каждого колеса; втулка колеса снабжена отверстиями c, которые сообщают пространства d и e между собою; динамич. осевое давление на колесо выравнивается динамич. давлением на тарелку f. 3) Применение урав-

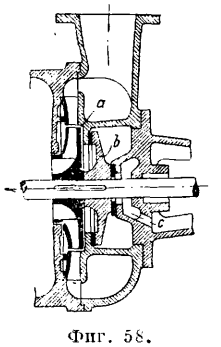


Фиг. 56.

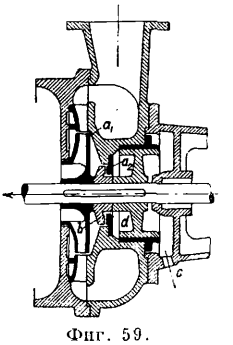


Фиг. 57.

новешивающей тарелки b (фиг. 57), посаженной на конце оси рабочего колеса. По каналу a вода под давлением подводится к тарелке b, и давление воды на нее уравновешивает осевое давление на рабочее колесо. Проникающая за тарелку b вода отводится по каналу c. 4) Снабжение оси рабочих колес за последней ступенью шайбой b (фиг. 58). Вода, проходя через щель a, будет оказывать давление на шайбу b, которая работает между двумя уплотняющими кольцами, и уравновесит осевое давление на рабочие колеса. Просачивающаяся за шайбу b вода отводится по каналу c. 5) Применение уравновешивающих поршней d (фиг. 59) и небольшой по размеру шайбы b, которые насаживаются на ось рабочего колеса. Вода проходит через щель a_1 у рабочего колеса и через щель a_2 у шайбы b и давит на поршень d, чем и достигается выравнивание



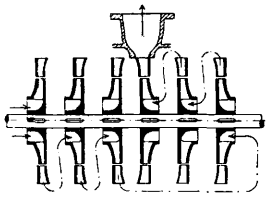
Фиг. 58.



Фиг. 59.

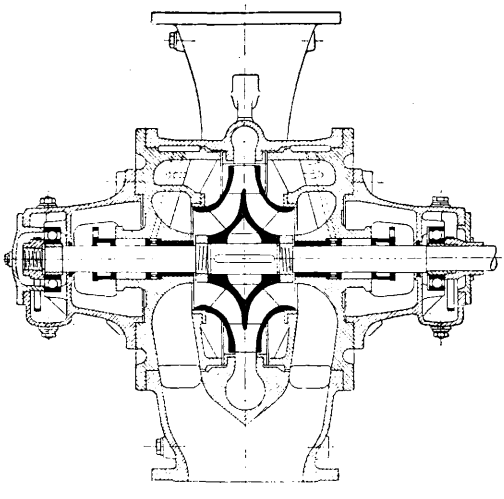
осевого давления. При увеличении осевого давления увеличивается также ширина щели a_1 и вода сильнее действует на поршень d. Просочившаяся за поршень вода отводится по каналу c. При наличии уравновешиваю-

щего поршня, наличие упорного подшипника можно считать излишним. 6) Для уравновешивания осевого давления в отдельных конструкциях центробежных Н. применяют такое расположение рабочих колес, при котором половина всего числа колес является левыми, а другая половина — правыми. При этом и осевые давления, действующие на обе группы рабочих колес, будут направлены в разные стороны и взаимно уравновесят друг друга (фиг. 60), но такая конструкция, из-за необходимости иметь обходный канал, усложняет устройство кожуха Н.



Фиг. 60.

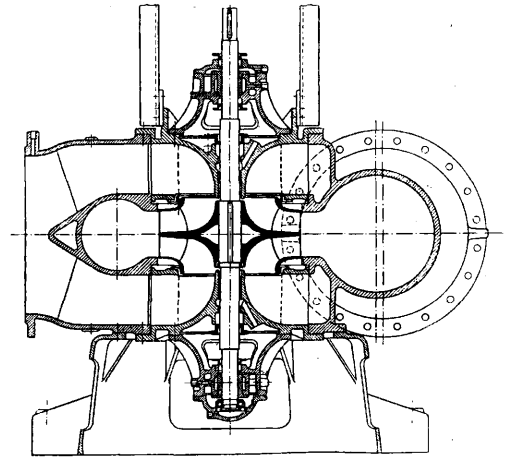
Конструктивное выполнение. Одноступенчатый центробежный насос без направляющего колеса с одной или двумя всасывающими трубами со спиральным кожухом строят для разных количеств расхода воды от ~ 100 до ~ 300 000 *л/мин*. Число об/м. до 1 500. Высота подачи 5÷50 *м*. Конструктивное выполнение этого



Фиг. 61.

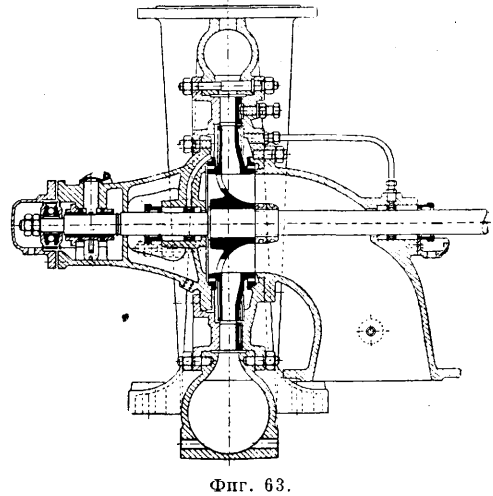
типа Н. дано на фиг. 61. Н. имеет симметричное расположение деталей; вода поступает снизу и по двум кольцевым каналам поступает в рабочее колесо. Эти кольцевые каналы выполнены в двух больших крышках, глубоко входящих в спиральный кожух Н. Шариковые подшипники вала насоса расположены в опорах, привернутых к крышкам Н. Для того чтобы через сальники не просачивался воздух, к ним по специальным каналам подводится вода под давлением. Благодаря наличию двух указанных крышек постановка рабочего колеса на место осуществляется очень легко и удобно. При больших размерах часто выполняют Н. с вертикально расположенным валом (фиг. 62). При таком расположении рабочего колеса его вес, так же как и вес вала, воспринимается шариковым упорным подшипником; кроме того уплотняющее кольцо, расположенное вверху, делают по отношению к уплотняющему кольцу, расположенному внизу, относительно большего диам. так, что главная часть веса уравновешивается осевым давлением.

Одноступенчатый центробежный Н. с направляющим колесом. При наличии направляющего колеса



Фиг. 62.

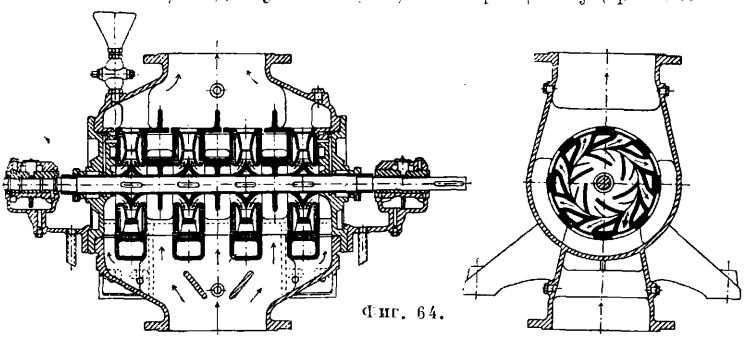
кпд Н. увеличивается на 5—10%. Поэтому при больших мощностях целесообразно строить центробежные Н. с направляющими колесами. Число *n* об/м. таких Н. нормально ≅ 1 500; для небольших Н. *n* доходит до 2 900 об/м. Высота подачи до 80 *м*. Так же как и предшествующий тип, эти Н. строят с односторонним и двусторонним притоком воды к рабочему колесу. В первом случае конструкция получается более простой, и достигается лучшая доступность к рабочим частям насосов для их осмотра; при двустороннем притоке воды можно более удобно расположить подшипники вала насосов,



Фиг. 63.

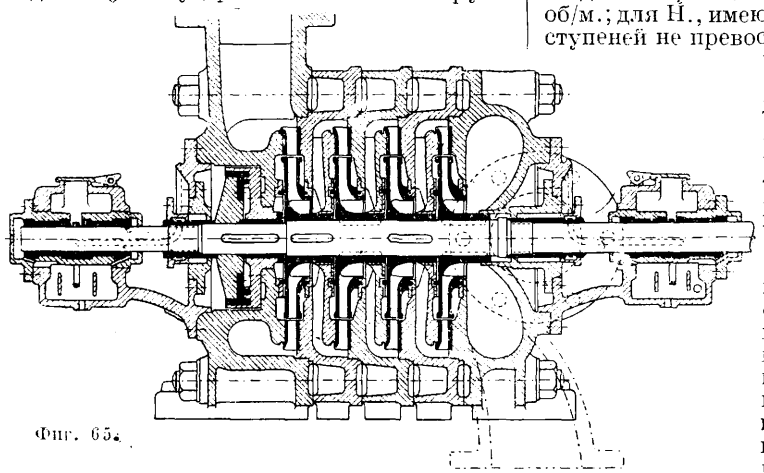
легко достигнуть полного уравновешивания осевого давления и иметь колесо относительно меньшего диам. Пример конструкции центробежного насоса с направляющим колесом дан на фиг. 63. Завод Амаг Гильперт

в Нюрнберге строит такие Н. для производительности от $Q=360$ *л/мин* при $H=10$ *м* и $n=1\,150$ об/м. до $Q=12\,000$ *л/мин* при



Фиг. 64.

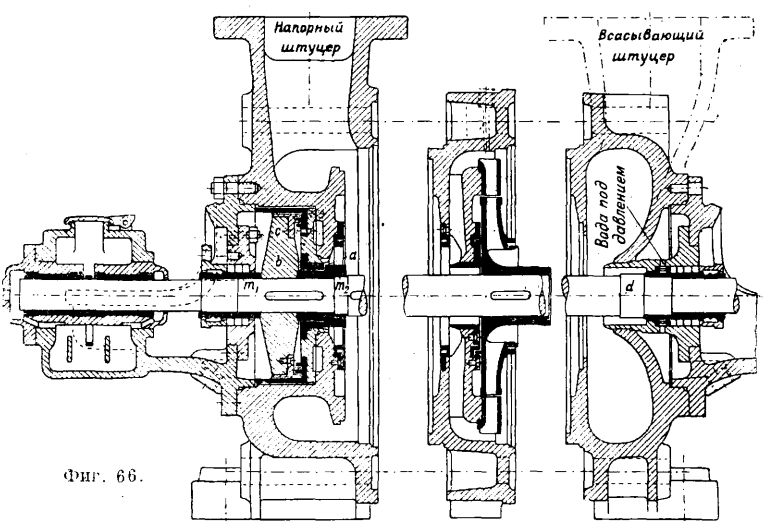
$H=50$ *м* и $n=1\,550$ об/м. Диам. всасывающей трубы завод выполняет в 50—250 *мм*. Кпд $\cong 78\%$. Штуцер нагнетательной трубы



Фиг. 65.

вместе со спиральным кожухом можно перестанавливать по отношению к всасывающей трубе, поворачивая кожух вокруг оси. Вал такого центробежного насоса имеет один скользящий подшипник, расположенный вне кожуха, и второй подшипник, расположенный в крышке кожуха. Уравновешивание бокового давления осуществляется с помощью уплотняющих колец, отверстий в рабочем колесе и в больших Н. также и упорным шариковым подшипником. Рабочее колесо изготовлено из бронзы. К сальникам во избежание просачивания воздуха по каналу и трубке подводится под давлением вода. Конструктивное выполнение центробежного Н. с параллельно работающими рабочими колесами и направляющими колесами изображено на фиг. 64. Четыре рабочих колеса посажены на общий вал, подшипники которого расположены на кронштейнах, привернутых к крышкам кожуха. Кожух цилиндрической формы имеет внизу штуцер всасывающей трубы; входящая в штуцер вода специальными перегородками направляется к каналам, ведущим к рабочим колесам. Каналы, направляющие воду к рабочим колесам, выполнены в двух крышках кожуха и в трех деталях, отдельно вставленных в кожух. Из-за относит. дороговизны эта конструкция, по сравнению с Н., имеющими 1 рабочее колесо, находит меньшее распространение.

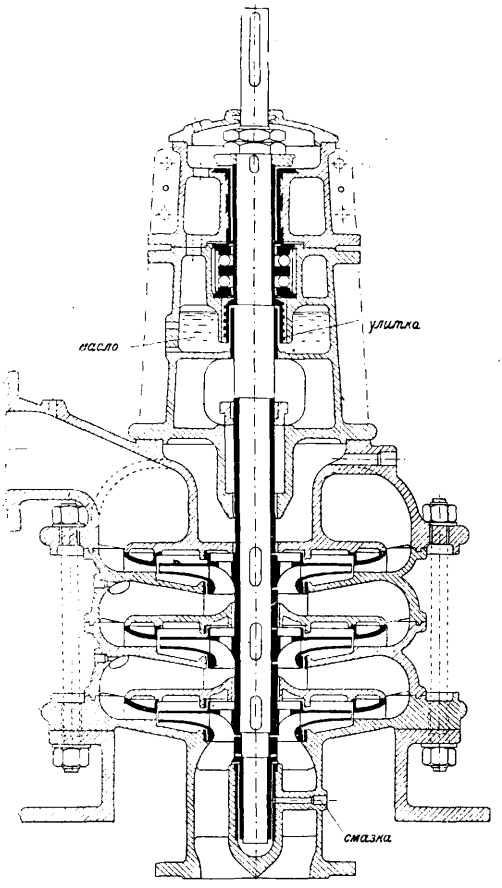
Многоступенчатые центробежные Н. для больших давлений строят до 10 ступеней в одном Н. при $n \cong 1\,500$ об/м.; для Н., имеющих $n=3\,000$ об/м., число ступеней не превосходит 5—6. Современные установки при 20 ступенях дают возможность достигнуть высоты напора $H=2\,000$ *м*, т. е. давления в 200 *atm* при кпд до 80%. Конструктивное выполнение четырехступенчатого насоса фирмы Вайзе (Weise Söhne, Halle a. d. Saale) представлено на фиг. 65 и 66. Кожух, отлитый из чугуна, выполнен в виде отдельных плоских колец, которые исполняют роль каналов, и двух концевых частей, к-рые стягивают солидными болтами. Вал Н., выполненный из никелевой стали, благодаря длинным втулкам рабочих колес полностью защищен их бронзовыми втулками. Уплотняющие кольца выполнены



Фиг. 66.

со специальными кольцевыми проточками, в которые входят кольцевые выступы рабочих колес, благодаря чему достигается хорошее

уплотнение и выравнивание давлений. Для уравновешивания осевого давления приме-

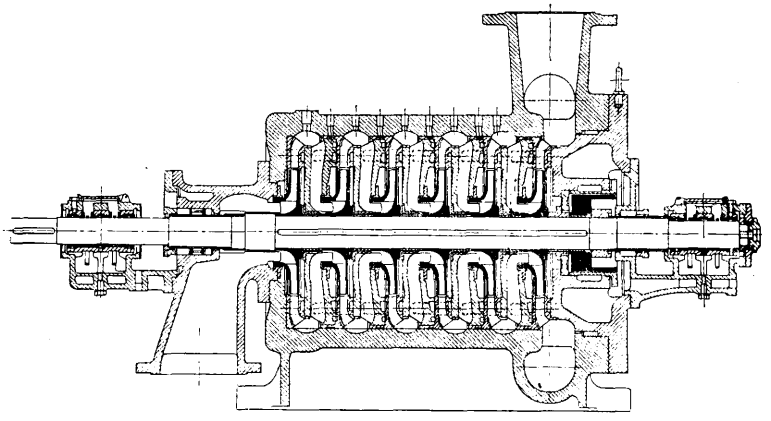


Фиг. 67.

няется специальная шайба b. Вода под давлением из последней ступени Н., пройдя через щель a в сальнике (уплотняющей буксы), давит на шайбу b, снабженную специальным уплотняющим кольцом c с кольцевыми выступами. Все рабочие колеса, как и шайба b, посаженные на вал на шпонках, стягиваются с помощью гаек m_1, m_2 и заплечик d. Конструкции частей кожуха ясно видны из фиг. 66. Конструкция многоступенчатого центробежного Н. с вертикальным расположением вала дана на фиг. 67. Этот тип Н. находит применение для подачи воды из колодцев и шахт. Штуцер всасывающей трубы расположен снизу и имеет направляющую втулку для нижнего конца вала насоса. Выравнивание осевого давления достигается с помощью уплотняющих колец и отверстий во втулках рабочих колес. Собственный вес вала и рабочих колес воспринимается упорными шариковыми подшипниками, расположенными вверху вала. Богатая смазка этих подшипников, так же как и верхней направляющей втулки, осуществляется улиткой, которая гонит масло из резервуара кверху по поверхности вала. В отличие от рассмотренных типов многоступенчатых Н. на фиг. 68 изображена конструкция Н. завода Маффай (Германия), в которой все ступени расположены в одном кожухе, отлитом как одно целое. Т. к. при этой конструкции для каждого числа ступеней нужно отливать отдельные кожуха, что с производственной стороны нецелесообразно, то этот тип не находит широкого распространения.

Ниже приводятся основные данные для ходовых размеров многоступенчатых центробежных насосов, а именно: производительность Q в *л/мин* при числе n об/мин. и при затрате мощности в **Ѣ**, в этой же таблице дается также и высота напора H для каждой ступени: таким образом по заданной высоте напора путем деления на число H, указанное в таблице, определяют число необходимых ступеней.

Вспомогательные центробежные Н. служат при больших насосных установках для засасывания воды во всасывающую трубу. Так как центробежные Н. обычной конструкции не могут засасывать воздух из всасывающей трубы и следовательно не могут начать работать в том случае, если всасывающая труба не будет наполнена водой, поэтому нужно перед началом работы или наполнить всасывающую трубу водой, причем необходимо предусмотреть в этом случае наличие всасывающего клапана на конце всасывающей трубы, или пользоваться специальным Н. для откачки воздуха из всасывающей трубы. Примером конструкции центробежного насоса, который может самостоятельно засасывать воду при пустой всасывающей трубе с глубины до 7 *м*, служит Н. з-да Сименс и Гинш, изображенный на фиг. 69. Этот Н. всегда наполнен водой, так как оба штуцера направлены кверху. Рабочее колесо a вращается ме-



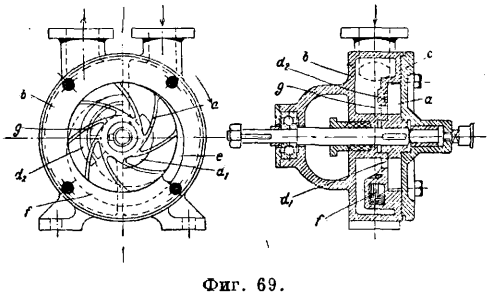
Фиг. 68.

Основные данные для многоступенчатых центробежных насосов.

Производительность Q *л/м* . .		500	800	1 000	1 000	1 500	1 800	2 000	1 500	2 000	2 500	3 000	3 200	3 000	3 500	4 000	4 500
n=960 об/м.	H* в *м*	9,5	7,5	—	12	10	—	—	11	10	—	—	—	30	30	28	—
	Ир* . .	1,6	2,0	—	3,9	5,3	—	—	5,3	6,2	—	—	—	27,7	31,9	34,5	—
n=1 200 об/м.	H* в *м*	16	15	13,5	24	21,5	17	—	36	36	33	—	—	47	46	43	40
	Ир* . .	2,8	3,8	4,5	8	10,0	10,5	—	18,2	22,2	26	—	—	43,5	49	53	58,8
n=1 450 об/м.	H* в *м*	22	22	21	30	30	28	26	55	55	52	50	—	65	65	65	62,5
	Ир* . .	4,6	5,7	6,7	10,2	13,8	15,5	16,5	28,2	34,9	40,1	46	—	61,9	70	79	87
n=1 750 об/м.	H* в *м*	—	33	32	45	45	43	40	—	76	76	75	73	85	85	85	85
	Ир* . .	—	9,2	10,3	15,3	21,5	24	24,8	—	51,8	58,6	68,5	72	83,3	94,4	105	118
Наибольшая допускаем. высота подачи насоса в *м*		130			170				170					200			
Диаметр всасыв. трубы в *мм* . . .		125			150				175					200			
Диаметр нагнетательной трубы в *мм*		90			125				150					175			
Число ступеней в одном агрегате		2—5			2—4				2—4					2—4			

* H и Ир даны для одной ступени.

жду двумя гладкими стенками кожуха b и крышки c. Вода из ячеек между лопатками колеса при его работе отбрасывается в спиральный канал e, причем единовременно ячейки колеса наполняются через отверстия d_1 воздухом. Вода же под некоторым давлением по каналу f через отверстие d_2 повторно поступает в рабочее колесо, сжимает находящийся в колесе воздух и под



Фиг. 69.

давлением выгоняет его через отверстия g; из ячеек колеса вода снова поступает в спираль e, и процесс повторяется до тех пор, пока воздух из всасывающей трубы не будет высосан, тогда начнется перекачка воды, но благодаря тому, что отверстия g лежат близко от оси, кпд η_h таких насосов весьма невелик, достигая только величины 0,2. Строятся такие вспомогательные насосы для производительности 10—150 *л/м* при числе об/м. $n = 1\,400 \div 2\,200$.

Характеристики центробежных Н. Каждый построенный центробежный насос при определенном числе оборотов n, производительности Q и высоте подачи H будет иметь максимальный кпд η. При изменении числа оборотов n, скорости u_2 и c_2 также изменяются, и новый напор H_1 определится из соотношения

$$\frac{H_1}{H} = \frac{n_1^2}{n^2}, \quad \text{или} \quad H_1 = H\frac{n_1^2}{n^2}. \qquad (35)$$

Производительность Q также изменится с изменением n, но т. к. Q пропорционально w, то

$$\frac{Q_1}{Q} = \frac{n_1}{n} \quad \text{или} \quad Q_1 = Q\frac{n_1}{n}. \qquad (36)$$

Мощность N, затрачиваемая на приведение насоса в действие, также изменится до N_1, причем

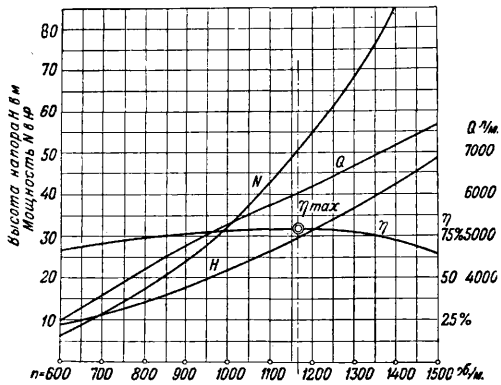
$$\frac{N_1}{N} = \frac{Q_1 H_1}{Q \cdot H} = \frac{n_1}{n}\frac{n_1^2}{n^2} = \frac{n_1^3}{n^3}, \qquad (37)$$

так как кпд также изменится с η до η_1, то

$$N_1 = \frac{\eta}{\eta_1} \cdot N \cdot \frac{n_1^3}{n^3}.$$

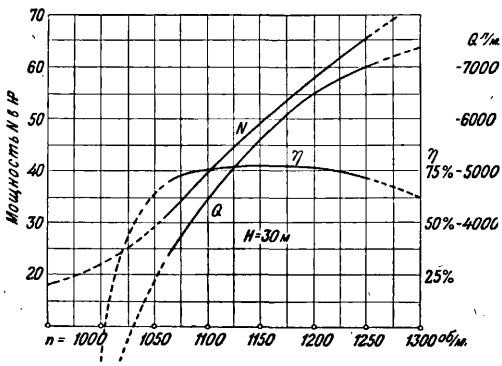
Т. о. теоретически высота напоров должна изменяться пропорционально квадратам изменения числа оборотов, производительность—пропорционально первой степени и мощность пропорционально кубу числа оборотов. В действительности эти зависимости отклоняются от теоретических и кривые зависимостей, вычерченные на основании испытаний Н. называются их характеристиками. На фиг. 70 даны зависимости Q, H, N и η при разных числах оборотов n для

насоса, изображенного на фиг. 63, с всасывающей трубой диаметром 200 *мм*; как видно из диаграммы, при изменении числа об/м. n от 700 до 1 400, Q изменяется приблизительно



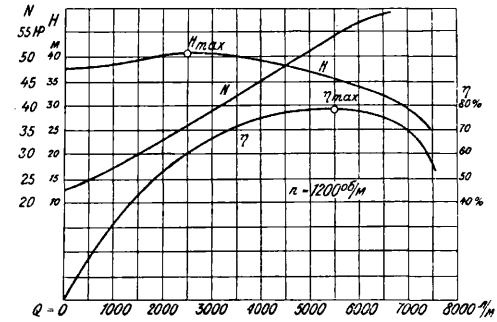
Фиг. 70.

в два раза, а H в четыре раза. Максимальный кпд $= 0{,}78$ при $n = 1\,170$ об/м. Диаграмма фиг. 71 дает для того же Н. при постоянной высоте подачи $H = 30$ *м* зависимость N, Q и η при различных числах оборотов. При постоянной высоте подачи кривая Q будет иметь относительно более крутой подъем с увеличением n, при уменьшении n наступит момент, когда вода на данную высоту H совсем подаваться не будет и рабочее колесо будет вертеться в «мертвой воде». Благодаря трению вращающейся воды в последнем случае насос начнет нагреваться. Диаграмма на фиг. 72 дает зависимости между H, N и η при постоянном числе оборотов $n = 1\,200$ для того же насоса. При вращении рабочего колеса со скоростью 1 200 об/мин. и при закрытой заслонке Q будет равняться нулю, но давление $H = 37$ *м* (рабочее колесо работает в мертвой воде), и затрачиваемая мощность $N = 23$ HP. При постепенном открытии задвижки высота напора H будет увеличиваться и достигнет величины H_{max}; это увеличение H объясняется тем, что по мере открытия заслонки уменьшается вихревое движение воды в самом насосе. При открывании дроссельной заслонки ее сопро-



Фиг. 71.

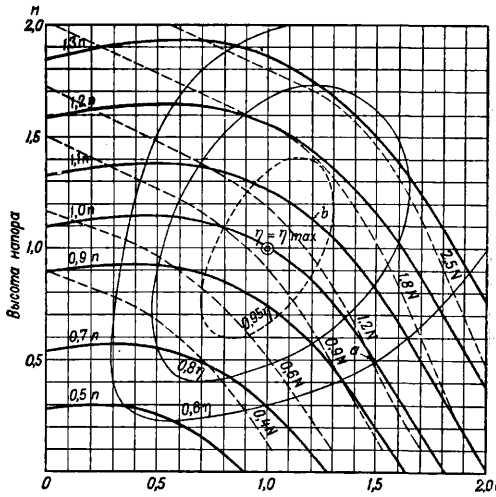
тивление уменьшается и начиная с H_{max} высота напора H также уменьшается. Максимальное значение $\eta = 0{,}78$ получается для этого насоса при $Q = 5\,500$ *л/м* и $H = 36$ *м*, для которых насос и был построен. На основании характеристик построенных насосов можно предусмотреть и характеристику проектируемых насосов. Общая характеристика получается при построении многих кривых Q—H для различных чисел оборотов, при ступенчатом дросселировании воды в напорном трубопроводе; совокупность таких кривых дана на диаграмме фиг. 73; на этой же диаграмме нанесены также кривые чисел оборотов n, кривые η и, наконец, потребных мощностей N. Причем по осям координат отложе-



Фиг. 72.

ны высота подачи и производительности в долях нормальной высоты подачи H и нормальной производительности Q. Кривая кпд η дана в частях максимального кпд η_{max} при высоте подачи H и расходе Q; кривые мощностей N даны в частях мощности, затрачиваемой при η_{max}.

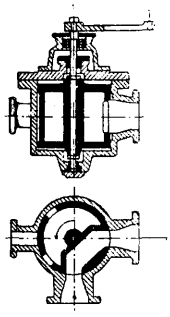
Регулирование количества подаваемой воды осуществляется



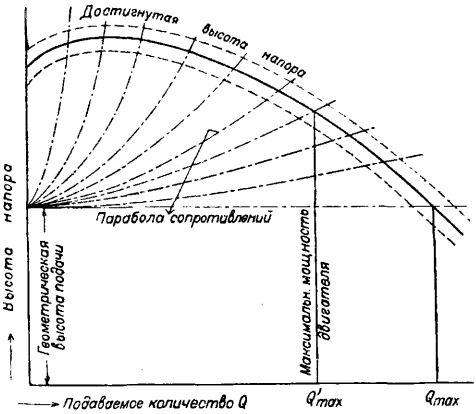
Фиг. 73.

почти исключительно путем дросселирования. Для того чтобы при полном закрытии дросселя не происходило нагревания насоса благодаря работе колеса в мертвой воде, предусматриваются приспособления, дающие возможность воде из насоса при закрытом дросселе поступать обратно во всасывающую трубу. Примером может служить задвижка, изображенная на фиг. 74. При по-

вороте задвижки по направлению стрелки доступ воды в нагнетательный трубопровод прекращается, и в то же время небольшие два отверстия на цилиндрич. полом теле дросселя сообщат нагнетательный штуцер Н. со всасывающей трубой. На диаграмме фиг. 75 указаны условия работы, при к-рых общая манометрич. высота $H_м$. значительно превышает геометрич. высоту подачи. Параболы, проведенные пунктирными линиями, характеризуют величину сопротивления дросселирования или сопротивлений трубопроводов $h_r = \frac{\lambda \cdot l \cdot c_r^2}{d \cdot 2g}$ (где λ—числовой коэф.) для различных диам. трубопроводов и различных длин труб. Q_{max} есть наибольшее количество воды, подаваемое Н. при полном открытии дросселя или при наименьшем сопротивлении трубопровода. Пунктирные линии под и над характеристикой дают влияние колебания числа оборотов ($\pm 2\%$) на количество подаваемой воды; при крутых параболах сопротивления это влияние незначительно. При работе центробежного Н. на водоотлив, потери в трубопроводах ничтожны, и главной частью манометрической высоты напора является геометрическая высота подачи (фиг. 76). В этом случае сравнительно небольшое изменение числа оборотов насоса или напора вызывает значительные изменения производительности Q. Кривая общего кпд вблизи точки работы должна иметь пологое очертание для того, чтобы при изменении количеств Q не менялся заметно кпд. При параллельном включении двух Н. количество Q может приблизительно увеличиться в два раза только в том случае, если парабола сопротивлений имеет пологое очертание, т. е. если главным сопротивлением является геометрич. высота подачи. При крутой параболе сопротивлений может случиться, что включение второго Н. не увеличит общую подачу. На диаграмме фиг. 77 даны кривые H для одного Q и для $2Q$, кривая сопротивлений и кпд η.

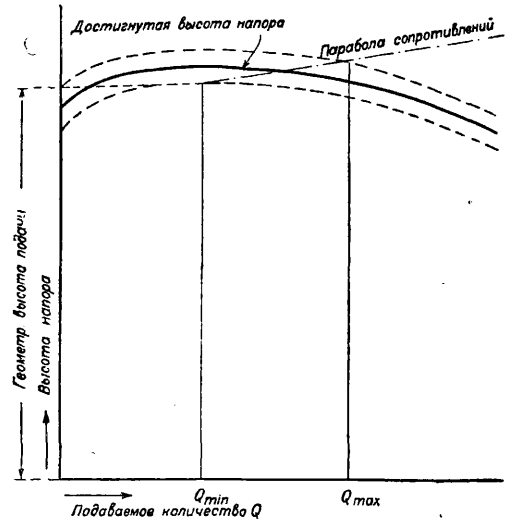


Фиг. 74.



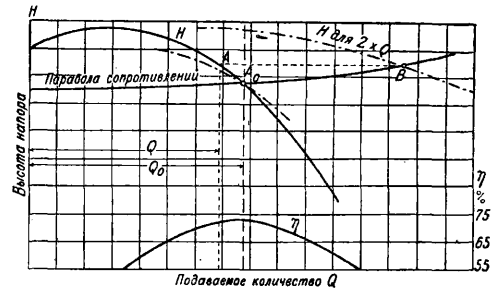
Фиг. 75.

Точка A_0 соответствует нормальному количеству Q_0 и максимальному значению η. Кривая H для $2Q$ пересекает параболу сопротивлений в точке B, причем точка работы каждого Н. определится пересечением горизонтальной прямой с кривой H в точке A и каждый насос будет подавать количество $Q < Q_0$.



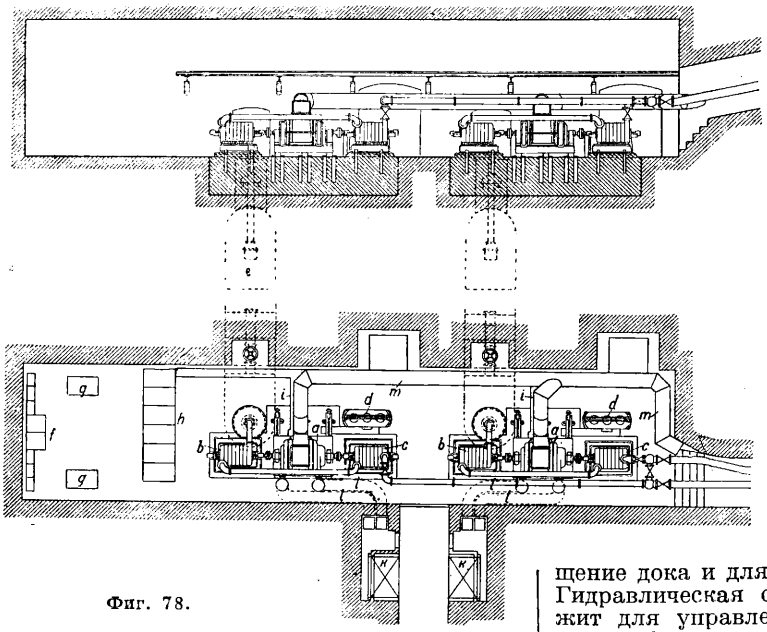
Фиг. 76.

Примеры установок центробежных Н. На фиг. 78 дан план и разрез шахты Бисмарк (Германия) с насосной установкой в шахте на глубине 801 *м*. Производительность установки равна 10 000 *л/м*, при манометрической высоте подачи 850 *м*. Для этой установки решено было применить 2 четырнадцатиступенчатых Н., из которых каждый Н. состоит из двух семиступенчатых частей, между которыми расположен электромотор *a*. Ширина помещения равна всего 5,5 *м*, поэтому насосы поставлены по одной оси. Часть *b* низкого давления насоса соединена трубопроводом с частью *c* высокого давления. Электромотор *a* дает при 1 480 оборотов мощность равную 1 000 kW. Предусмотрено воздушное охлаждение мотора и его полная герметичность от проникновения пыли и влаги. Охлаждающий воздух в количестве 200 *м³/мин* поступает по каналам *ll*, пройдя предварительно через камеру *k* воздушного фильтра. Нагретый воздух отводится по трубам *m*. Ток подводится по кабелю, про-

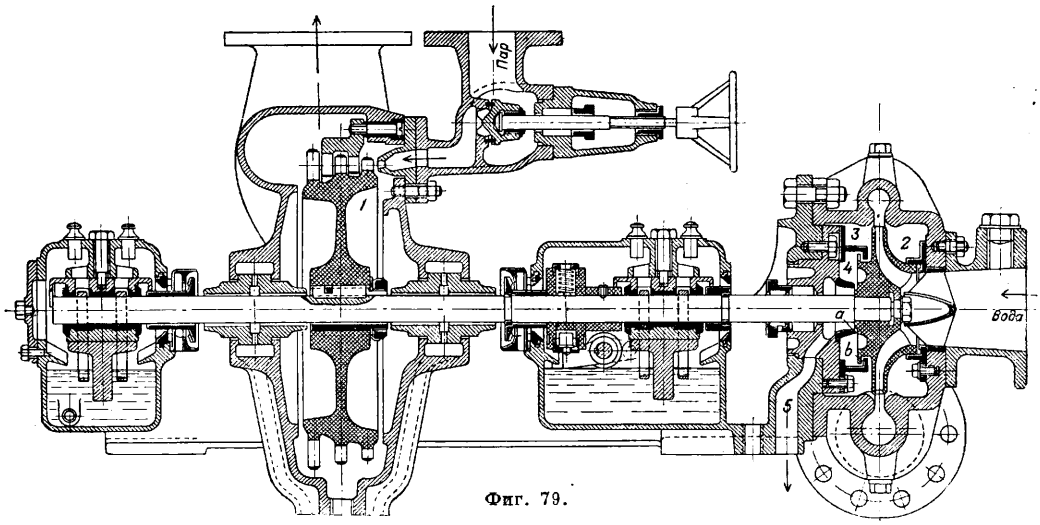


Фиг. 77.

ложенному в канале *i*. Электрич. ток от распределителя *f* поступает в трансформатор и затем через распределитель *h* высокого напряжения подводится по кабелю к мотору *a*. Пуск мотора осуществляется с помощью масляных выключателей *d*. Вода к Н. поступает из сборных колодцев *e*. Фиг. 79 изображает установку одноступенчатого Н. для питания парового котла. Н. приводится во вращение от паровой турбины *1* и благодаря чрезвычайно большому числу 5 000—8 000 об/м. дает давление в 25 *atm*. Бронзовое рабочее колесо посажено непосредственно на вал турбины. Осевое давление полностью уравновешено уплотняющим кольцом, находящимся с задней стороны колеса, благодаря различной величине диаметров полостей *2* и *3*, колесо давлением воды перемещается по направлению турбины, этому сдвигу противодействует давление в полости *4*, к-рое автоматически устанавливается, т. к. при перемещении колеса налево уменьшается ширина щели *a*, выводящей воду из полости *4* в канал *5*, и увеличивается ширина щели *b*, приводящей воду в полость *4*. Вал турбин расположен на 2 подшипниках с кольцевой смазкой и снабжен двумя установочными кольцами. Фиг. 80 дает в плане расположение пяти центробежных Н. для водоотливных работ в сухом доке (США). Каждый из Н. при 165 об/м. откачивает 300 000 *л/м*. Насосы расположены в зале *a* и приводятся в действие от пяти паровых машин в 1 000 индикаторных сил каждая. Пар подводится из котельной *f*, вода перед поступлением в котлы подогревается экономайзерами *h*; рядом с котельной помещается электростанция *e*, ток которой идет на освещение дока и для вспомогательных машин. Гидравлическая силовая установка *g* служит для управления водяными задвижками и обслуживается вспомогательными Н. *b*. Конденсат паровых машин откачивается конденсационными Н. *c*. При станции имеется аккумуляторная *d*, мастерская *i*; Н., установленные на этой станции, одноступенчатые со спиральными кожухами, имеют по две всасывающих трубы диаметром в 1 *м*; диаметр рабочего колеса равняется 2,3*м*.



Фиг. 78.

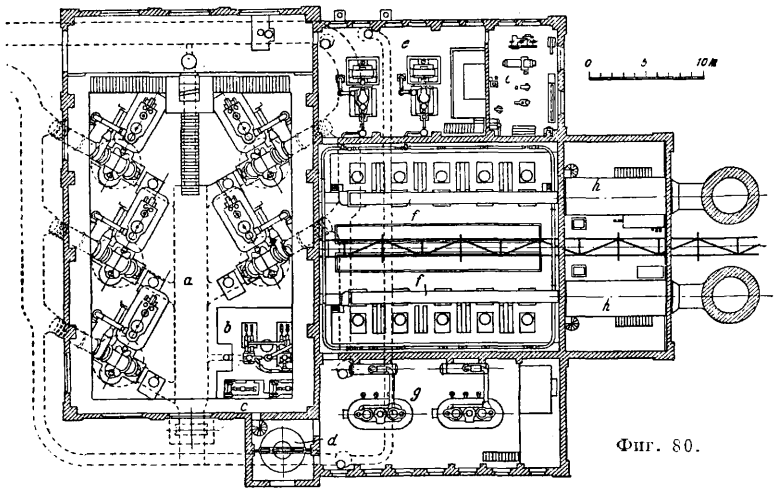


Фиг. 79.

Н. специальные.

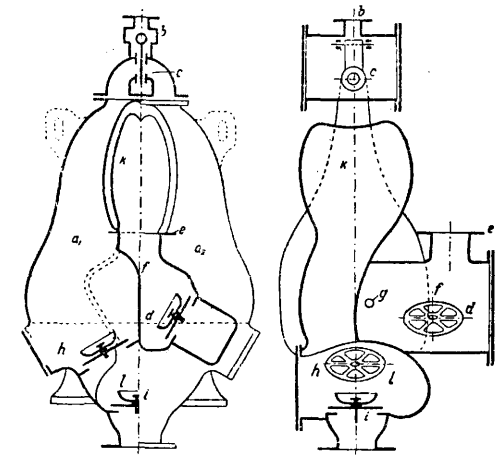
Пульсометр, работающий паром, состоит из двух камер a_1 и a_2 (фиг. 81), в которые поочередно поступает пар через штуцер *b*.

Парораспределительным органом является качающийся клапан—перегородка c. Если пульсометр будет наполнен водою и клапан c будет прижат влево, то пар начнет поступать в правую камеру a_2; под давлением пара вода из камеры a_2 через нагнетательный клапан d поступает в нагнетательный трубопровод, присоединенный к штуцеру e. Когда уровень воды в камере a_2 опустится до верхнего края нагнетательного клапана d, пар будет протекать через него с большой скоростью, и вследствие сильного смешения пара с водой произойдет конденсация его. и в камере a_2 получится разрежение. Под влиянием разрежения скорость протекания пара через щель у клапана c значительно повысится, и клапан переместится вправо, при этом пар потечет в камеру a_1, из к-рой вода будет вытесняться в нагнетательный трубопровод. В то же в емя из нагнетательной камеры f через разбрызгивающее отверстие g в камеру a_2 впрыскивается вода, для увеличения конденсации пара; вследствие образовавшегося в камере a_2 разрежения происходит всасывание воды через всасывающий клапан h. Пульсометр снабжен приемным клапаном i и всасывающим воздушным колпаком k, который непосредственно соединен с пространством всасывания l. 1 *кг* пара может осуществить работу по поднятию воды, равную 6 000—7 000 *кгм*. Пульсометры могут всасывать на высоту 7—8 *м*. Высота нагнетания до 50 *м*. Давление пара д. б. приблизительно на 1,5 *atm* больше давления высоты нагнетания. Пульсометры просты и дешевы, поэтому удобны для временных установок.

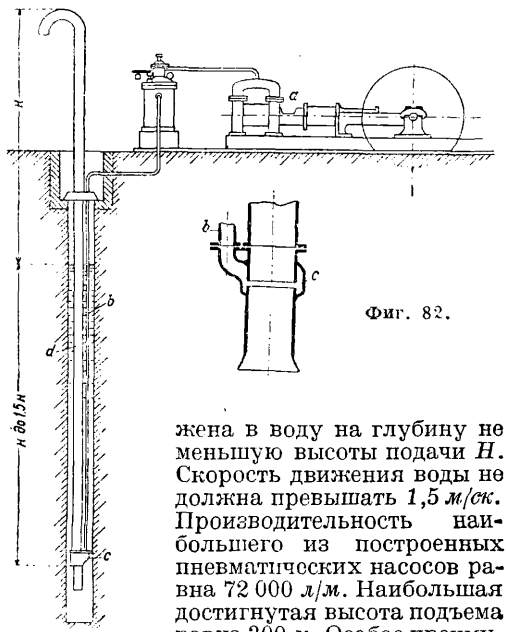


Фиг. 80.

Н. пневматические работают сжатым воздухом, к-рый из компрессора a по трубе b (фиг 82) подводится в приемную коробку c, посаженную на нижнем конце трубопровода d для подъема воды. Воздух образует в столбе воды, идущей по нагнетательному трубопроводу, воздушные пузырьки и прослойки, благодаря чему уд. вес этой смеси становится меньше уд. веса воды, окружающей трубопровод d. Разность уд. весов смеси воды и воздуха в трубе d и воды вне трубы создает силу, к-рая заставляет воду подниматься по трубе d, последняя д. б. погружена в воду на глубину не меньшую высоты подачи H. Скорость движения воды не должна превышать 1,5 *м/сек*. Производительность наибольшего из построенных пневматических насосов равна 72 000 *л/м*. Наибольшая достигнутая высота подъема равна 300 *м*. Особое преимущество пневматического насоса заключается в том, что он не имеет никаких подвижных частей, вследствие чего он пригоден для подъема сильно загрязненных вод и не требует никакого ухода. При высоте подачи $H = 5 \div 15$ *м* на 1 *л* воды требуется 2—3 *л* воздуха (приведенного к 1 *atm*); при $H > 60$ *м* соответственно 4—5 *л* воздуха; кпд $\eta = 0{,}45$. Этот тип Н. особенно удобен при большой высоте всасывания, так как



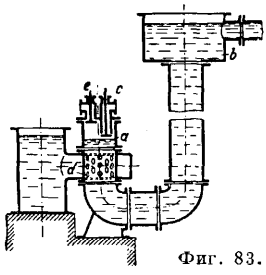
Фиг. 81.



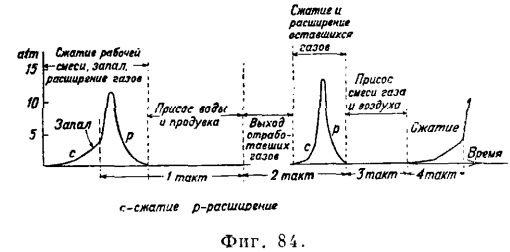
Фиг. 82.

он легко м. б. глубоко опущен в скважину малого диаметра.

Н. Гемфри (Hymphrey) внутреннего сгорания работает аналогично четырехтактному двигателю, причем роль поршня выполняет возвратно движущийся столб жидкости. Насос работает следующ. образом. При взрыве рабочей смеси (см. *Двигатели внутреннего сгорания*) в камере сгорания *a* сгоревшие газы расширяются и гонят столб воды по направлению к верхнему баку *b* (фиг. 83) до тех пор, пока не откроется выхлопной клапан *c*, через который отработавшие газы выходят наружу; при открытии выхлопного (выпускного) клапана открывается продувочный клапан, и камера сгорания наполняется свежим воздухом. Вследствие приобретенной инерции вода продолжает двигаться по направлению к баку *b*, благодаря чему получается дополнительное расширение газов, давление становится меньше 1 *atm*, и вода засасывается через всасывающие клапаны *d*. Засосанная вода частью следует за движущимся столбом жидкости, частью заполняет камеру *a*. После того как вода перельется в верхний бак *b* и столб воды остановится, начинается обратное ее движение. При обратном движении воды продолжается удаление сгоревших газов до момента, пока вода не достигнет выпускного клапана и не запрет его, после чего наступает сжатие свежего воздуха в той части камеры *a*, которая располагается выше выпускного клапана. Давление сжатого воздуха при этом достигает величины большей статич. давления, соответствующего высоте верхнего бака, поэтому столб воды начинает двигаться по направлению к баку *b*. Когда уровень воды в камере *a* достигнет выпускного клапана, давление в камере *a* будет очевидно равно атмосферному, при дальнейшем движении снова наступает разрежение, открывается впускной клапан *e*, и смесь газа и воздуха наполнит камеру *a*. Повторное обратное движение столба воды сжимает рабочую смесь, после чего последнюю взрывают



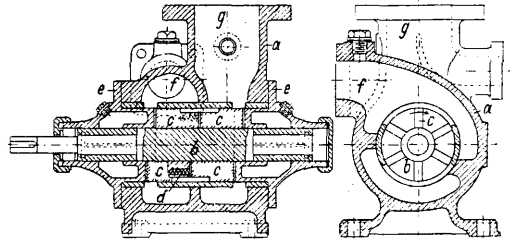
Фиг. 83.



Фиг. 84.

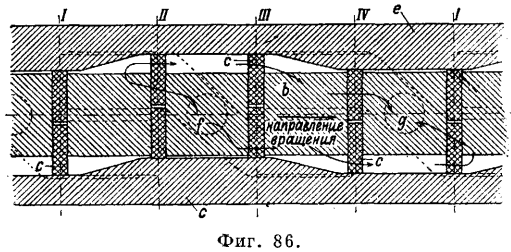
и начинается новый рабочий такт. Полный рабочий цикл т. о. состоит из двух длинных тактов расширения и выпуска и двух коротких тактов наполнения и сжатия. Диаграмма работы Н. Гемфри дана на фиг. 84. Пуск в ход насоса производят сжатым воздухом, который быстро выпускают через открываемый от руки впускной клапан. Этот тип Н. применим для перегонки больших количеств воды на небольшие высоты. Расход горючего в генераторе —0,5 *кг* антрацита на 1 силочас.

Н. колов:атные. В этих насосах разрежение, необходимое для всасывания, и давление создаются вращающимся телом, при вращении которого изменяются в Н. объемы пространств всасывания и нагнетания. Примером Н. с одним валом, расположенным центрально, может служить конструкция, изображенная на фиг. 85. В цилиндрической



Фиг. 85.

полости корпуса *a* Н. вращается цилиндрич. ротор *b*, к-рый имеет четыре или шесть выфрезованных канавок по направлению образующих цилиндра. В канавках помещены по две пластинки *c*, между к-рыми имеется пружина *d*, благодаря чему пластины прижимаются к торцовым крышкам *e* насоса, очерченным по кривой. Схема действия такого Н. показана на фиг. 86, изображающей в развернутом виде цилиндрич. поверхности ротора и крышек Н. При движении ротора по направлению стрелки происходит уве-

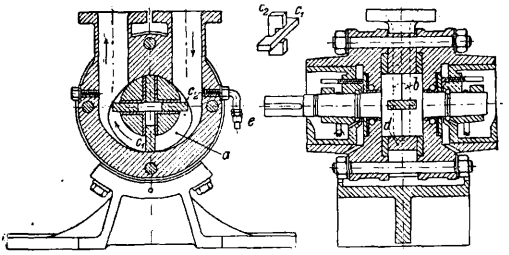


Фиг. 86.

личение или уменьшение объема пространства между двумя соседними пластинами, жидкость засасывается через всасывающий штуцер *f* и нагнетается в трубопровод через штуцер *g*. Этот насос может быть соединен непосредственно с электромотором; Н. этой конструкции строят для производительности 25—125 *л/м* и для высоты подачи до 40 *м*.

Эксцентриковый Н. (фиг. 87) имеет вал, расположенный эксцентрично по отношению к рабочему пространству *a* кожуха Н. Вал *b* разрезан посредине и имеет прорези, расположенные под углом в 90°; в прорезях могут независимо друг от друга радиально перемещаться две пластины c_1 и c_2. Средняя часть *d* кожуха Н. имеет такую же ширину, как и пластины c_1 и c_2, и имеет рабочую полость *a*, очерченную сверху и снизу по дугам окружностей, проведенных из центра вала. Поверхности полости *a* служат направляющими для пластинок c_1 и c_2; при вращении вала концы пластин c_1 и c_2, касаясь все

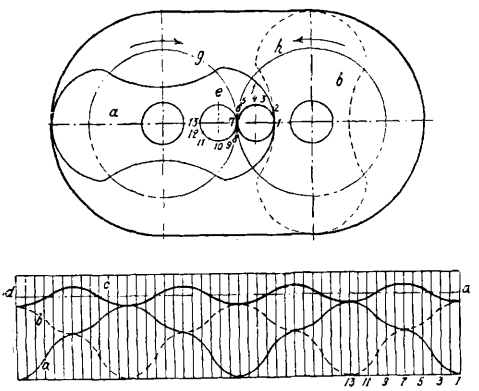
время очертания рабочего пространства *a*, разделяют последнее на две полости—всасывающую и нагнетательную. В положении, изображенном на фиг. 87, пластина c_1



Фиг. 87.

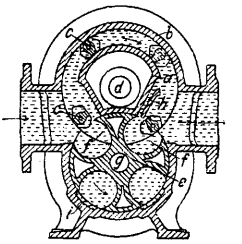
отделяет пространство всасывания от пространства нагнетания и, вращаясь вместе с валом, действует как поршень, с одной стороны всасывая жидкость, с другой нагнетая ее; при этом вращении благодаря центробежной силе пластина c_1 прижимается к направляющей поверхности, чем и достигается необходимая герметичность; в это же время пластина c_2 не работает и перемещается направо, так что пространство сжатия увеличивается, а пространство всасывания уменьшается, благодаря чему нарушается равномерность движения воды; устройством воздушного клапана *e* на всасывающей трубе уменьшается вредное влияние указанной неравномерности на движение воды. Эксцентриковые насосы имеют ~1 000 об/м., поэтому могут быть соединяемы непосредственно с электромотором.

Н. с двумя валами. Простейшим примером служат шестеренчатые Н., в которых рабочими органами являются две вращающиеся цилиндрич. шестерни, заключенные в охватывающий их кожух, к к-рому с одной стороны присоединяют всасывающую трубу, а к противоположной стороне—нагнетательный трубопровод. Шестеренчатые Н. находят применение в качестве масляных насосов



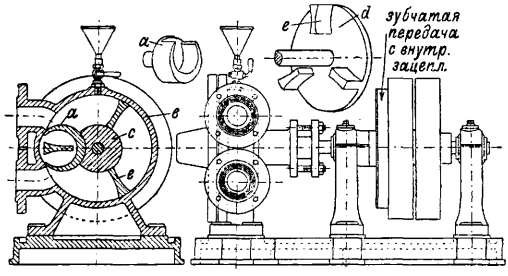
Фиг. 88.

для автомобильных и мотоциклетных двигателей (см. *Мотоцикл*), выполняются как с внутренним, так и с наружным зацеплением шестерен. Шестеренчатые Н. также находят применение в качестве пожарных Н., т. к. установка их на автомобиле удобна и требует мало места (см. *Пожарный автообоз*). Эти Н. строят различной производительности и для давлений до 150 *м*. Н. с рабочими телами *a* и *b*, профили к-рых очерчены по циклоидам, представлен на фиг. 88, на к-рой дана также диаграмма крутящих усилий за один оборот вала: для тела *a*—сплошной линией, для тела *b*—пунктирной линией; суммарный крутящий момент дан кривой *c*; средний крутящий момент дан прямой *dd*. Циклич. профили получены качением окружностей *e* и *f* по полоидам *g* и *h*. Согласованность вращений тел *a* и *b* осуществляется зубчатой передачей, расположенной снаружи корпуса насоса в специальном картере. Недостатком указанных Н. является то обстоятельство, что соприкосновение рабочих тел между собою происходит по линии (а не по поверхности), благодаря чему даже при небольших износах или при недостаточно тщательном выполнении имеют место потери от просачивания жидкости из полости давления в полость всасывания. С этой точки зрения конструкция Н. Лемана, изображенная на фиг. 89, является более совершенной; в этой конструкции между неподвижным телом *a* и кожухом Н. *b* образовано кольцевое пространство, в к-ром перемещаются поршни *c*, *c*, укрепленные на шайбе, вращающейся вместе с валом *d*. Соприкосновение поршней *c* с кожухами и телом *a* происходит по поверхностям, а не по линиям, благодаря чему достигается хорошая герметичность. В том месте, где поршни переходят из камеры нагнетания в камеру всасывания, предусмотрено разобщение этих камер с помощью распределительного вала *g* и сидящей на нем детали *e*, в полости *f* к-рой входят поршни *c*, причем деталь *e* все время соприкасается с кожухом Н. и с телом *a* также по поверхности. Вращение детали *e* осуществляется с помощью шестерен, расположенных вне корпуса Н. Т. к. вал *g* служит только для разобщения камеры нагнетания от камеры всасывания, то передача зубчатыми колесами преодолевает только сопротивление трения, поэтому работает в более выгодных условиях по сравнению с конструкцией, изображенной на фиг. 88. Необходимо предусмотреть, чтобы при входе поршня в полость *f* и при его выходе не образовывалось удара из-за слишком узкой щели, через к-рую вода будет выжиматься из полости *f* поршнем при его входе и через которую вода будет входить в полость при выходе поршня. Для предотвращения как удара так и завихрения воды служит канал *h*, облегчающий выход воды из полости *f*. Для того чтобы разгрузить подшипники вала *g*, внизу кожуха насоса выполнены каналы *i*, сообщающиеся с камерой нагнетания. Конструкция насоса, изображенная на фиг. 90, отличается от Н. Лемана только серповидной формой распределительного вала *a*, расположенного в кольцевом пространстве, к-рое образуют кожух Н. *b* и неподвижное



Фиг. 89.

тело *c*. Распределительный вал *a* с помощью зубчатой передачи с внутренним зацеплением вращается в ту же сторону, что и шайба *d* с крыльями (поршнями) *e*, причем число оборотов вала *a* должно во столько раз пре-



Фиг. 90.

вышать число оборотов шайбы *d*, сколько имеется на ней крыльев *e*. Благодаря описанному расположению вала *a* вся конструкция отличается большой компактностью.

Водоструйные и пароструйные Н. Все водоструйные Н. можно разделить на две группы: действующие равномерно и действующие гидравлич. ударом. Н. первой группы служат в качестве временных установок для откачки воды из котлован при строительных работах, из погребов и подземных сооружений. Отличаясь простотой, эти Н. имеют низкий кпд $\eta = 0{,}1 \div 0{,}25$. Примером может служить конструкция, к-рая изображена на фиг. 91; штуцером *a* Н. присоединяют к трубопроводу городского водопровода; рабочая вода, проходя через диффузор *b*, создает в последнем разрежение, за счет к-рого через отверстия *c* засасывается по всасывающей трубе *d* вода, которая подлежит перекачке, и подается в нагнетательный трубопровод, присоединенный к штуцеру *e*. Водоструйные Н. для откачки воздуха—см. *Конденсатор*.

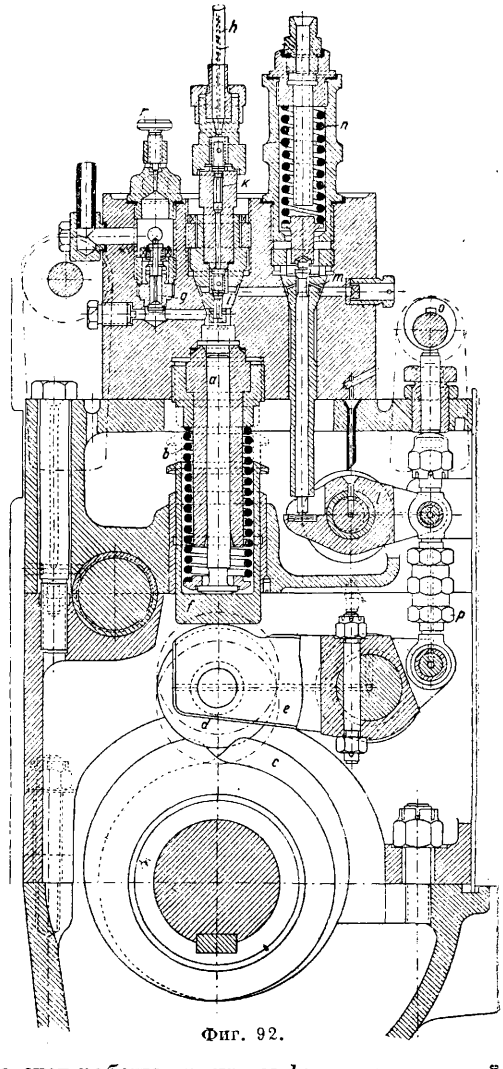
Фиг. 91.

Водоструйные Н., работающие ударным действием воды,—см. *Гидравлический таран*.

Пароструйные Н., т. е. насосы, работающие за счет энергии быстро протекающей струи пара,—см. *Инжекторы*.

Н. топливные служат для подачи топлива в цилиндры *двигателей внутреннего сгорания* (см.). Для подачи тяжелого топлива применяют гл. обр. Н. плунжерного типа с автоматич. регулировкой количества подаваемого топлива (см. *Двигатели Дизеля*). Уплотнение плунжера при давлениях, доходящих до 300 и даже до 600 *atm*, достигается тщательной его пришлифовкой; при работе насоса плунжер не должен подвергаться боковым давлениям. Подача топлива к насосу происходит через всасывающий клапан за время всасывающего хода плунжера; при обратном же ходе плунжера топливо нагнетается в форсуночный топливопровод. Для лучшей герметичности в отдельных конструкциях топливных Н. предусмотрены два нагнетательных клапана, которые ставятся один за другим. Конструкция насоса должна обеспечивать полное удаление из Н. случайно проникших в него пузырьков воздуха, поэтому топливные Н. должны быть снабжены воздушными кранами, и можно считать целесообразным расположение всасывающего клапана в верхней части насосного пространства, т. к. в этом случае он служит и для выпуска воздуха. Для надежности действия Н. его рабочий объем выполняют в 2—3 раза бо́льшим по сравнению с наибольшим объемом заряда топлива. Регулирование количества подаваемого к *форсунке* (см.) топлива обычно осуществляется путем перепуска части засосанного в Н. топлива обратно через всасывающий клапан, к-рый регулятором поддерживается открытым в продолжение нек-рого промежутка времени нагнетательного хода; при этом меняется и момент начала подачи топлива. Для регулировки часто бывает предусмотрен специальный перепускной клапан.

В качестве примера на фиг. 92 приведена конструкция топливного Н. з-да Ман. Всасывающий ход плунжера *a* осуществляется



Фиг. 92.

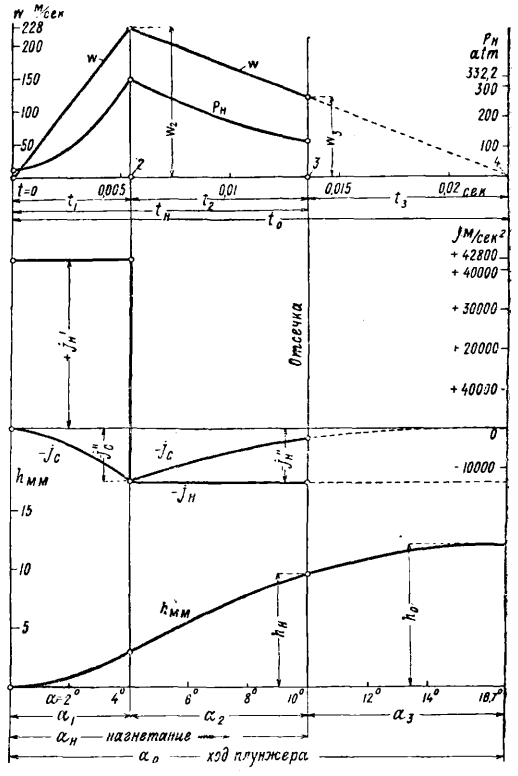
за счет работы пружины *b*; нагнетательный ход—под действием кулачковой шайбы *c*, с которой соприкасается ролик *d* рычага *e*;

цилиндрич. поверхность последнего упирается в толкатель f. Топливо поступает в Н. через всасывающий клапан g и нагнетается в форсуночный топливопровод h через два нагнетательных клапана i и k. Регулировка количества подаваемого к форсунке топлива осуществляется регулятором, действующим на рычаг l, с помощью которого открывается перепускной клапан m. В этой конструкции на регулятор не действует сила давления топлива, т. к. для поднятия перепускного клапана m регулятору нужно преодолеть только разность между силой пружины n и силой давления топлива на клапан m. Для полного выключения топливного Н. непосредственно от руки служит эксцентриковый вал o, при повороте которого рычаг l будет держать перепускной клапан m все время открытым, и в то же время с помощью тяги p рычаг e повернувшись выведет ролик d из соприкосновения с кулачковой шайбой c. Для выпуска воздуха предусмотрен воздушный краник r.

Закон движения плунжера влияет на качество распыливания топлива. Исследованиями установлено, что наиболее хорошие результаты в смысле распыливания получаются в том случае, если струя вытекает из отверстий сопла с отрицательным ускорением истечения $j_{н.}$, абсолютная величина которого будет больше уменьшения скорости движения струи от сопротивления сжатого в цилиндре воздуха, т. е. больше отрицательного ускорения сопротивления равного $-j_c$. При том условии, что абсолютное значение $j_{н.} > j_c$, образуется так наз. «отрывное распыливание», при котором струя топлива разрывается на мельчайшие капли продолговатой формы. При указанном соотношении ускорений передние частицы струи, имея скорость бо́льшую следующих за ними, будут стремиться оторваться, поэтому струя сначала утоняется, а затем разрывается на отдельные продолговатые капли, обладающие относительно значительно лучшею способностью проникновения. Т. к. невозможно осуществить истечение топлива из форсунки все время с отрицательным ускорением, то следовательно нужно стремиться возможно уменьшить время t_1, в течение к-рого движением плунжера сообщается струе топлива увеличение скорости истечения от $w_1=0$ до $w_2=\max$, и за счет уменьшения времени t_1 увеличить период времени t_2, в течение к-рого скорость уменьшается от w_2 до w_3, стремясь в то же время иметь $j_{н.}$ возможно большим. Отношение $t_1 : t_{н.}$ берется равным 0—0,4 и $t_2 : t_{н.}$ равным 1—0,6, где $t_{н.}=t_1+t_2$.

На фиг. 93 даны диаграммы скоростей истечения w, ускорений истечения $j_{н.}$ и ускорений сопротивления $j_{c.}$, давлений топлива $p_{н.}$ и хода плунжера h для одного из Н. при очертании кулачковой шайбы по параболе (изменение w по прямой). Согласно диаграмме $w_{max}=228$ *м/сек*, $j'_{н.}=+42\,800$ *м/сек²* и $j''_{н.}=-13\,540$ *м/сек²*.

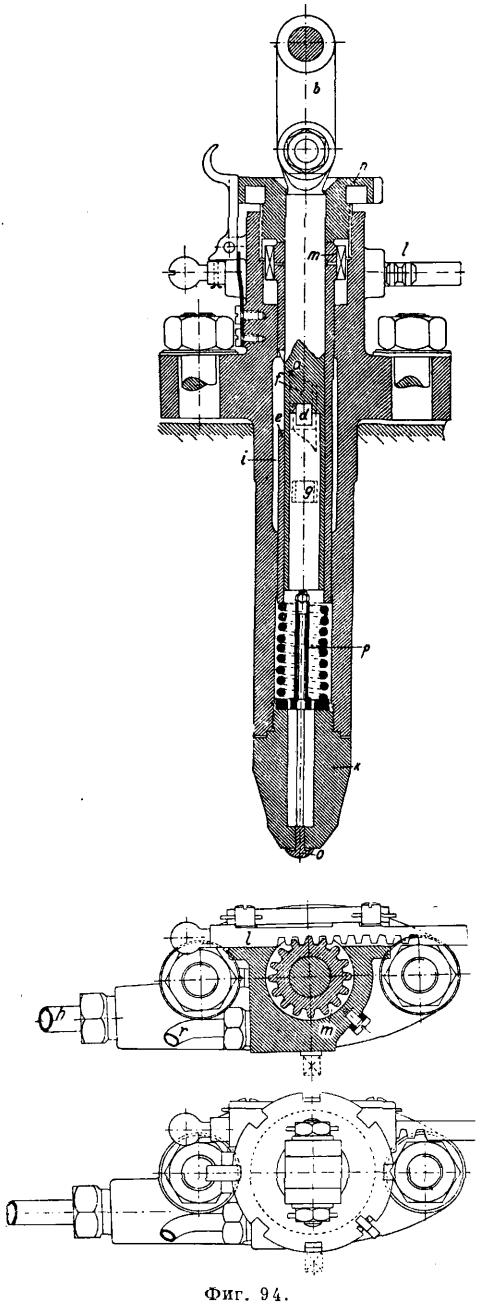
Отношение $t_1 : t_{н.} \cong 0$ при обычных плунжерных Н. можно осуществить исключительно ударным действием приводного механизма на плунжер Н.; т. к. при ударах получаются опасные повышения напряжений, то приведение плунжера Н. в движение при помощи удара можно допускать исключительно для двигателей малой мощности. Значительно совершеннее является конструкция топливного Н., предложенная Всесоюзным Ин-том Дизелестроения изображенная на фиг. 94. Плунжер a приводится в движение от кулачковой шайбы при помощи коромысла, связанного с серьгою b. Плунжер выполнен в нижней своей части полым и имеет перепускное окно d. Плунжер a движется в регулирующей трубке e, к-рая имеет верхнее f и нижнее g окна. На фиг 95 отдельно изображена регулирующая трубка и ее развертка c. При движении плунжера вверх топливо по трубопроводу h поступает



Фиг. 93.

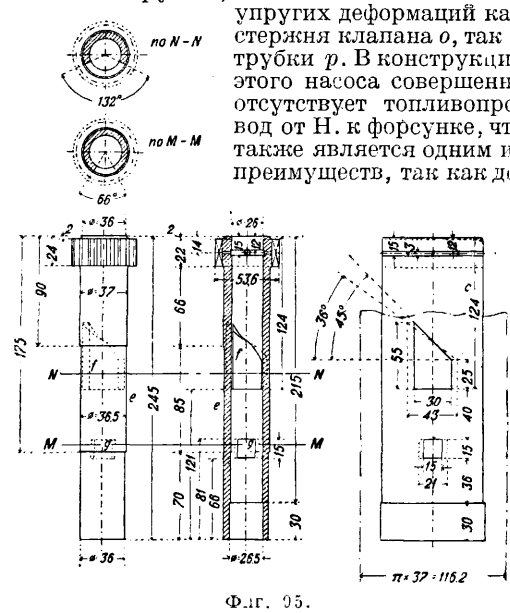
в полость i, расположенную вокруг регулирующей трубки e, и через окно g последней топливо заполняет пространство внутри регулирующей трубки и плунжера. При обратном движении плунжера вниз, в момент достижения последним максимальной скорости, он перекрывает своим нижним краем окно g, давление топлива мгновенно достигает максимального значения, и почти также мгновенно истекающее из форсунки k топливо достигает скорости max w_2. Количество подаваемого топлива регулируется временем открытия перепускных окон f и d. Верхний край окна f имеет скошенное очертание, при повороте регулирующей трубки e изменяется момент начала перепуска. Поворот трубки e осуществляется от регулятора, действующего на рейку l, находящуюся в зацеплении с шестерней m, выполненной на верхнем конце регулирующей трубки. Для изменения момента начала подачи топ-

лива в форсунку перемещают, вращая гайку *n*, регуляторную трубку вдоль ее оси, благодаря чему изменяется момент перекрытия нижнего окна, т. е. время начала подачи топлива в форсунку. Для предотвращения



Фиг. 94.

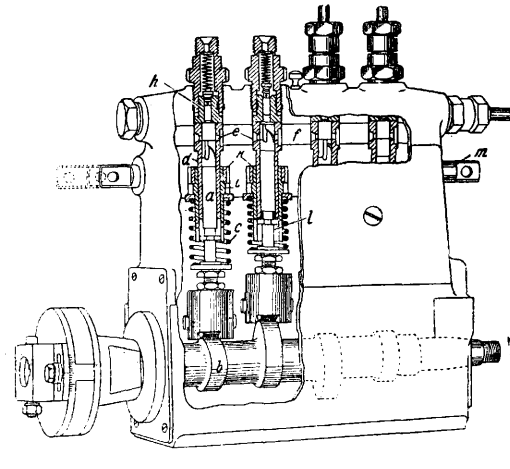
утечки топлива цилиндрич. поверхности как плунжера, так и регуляторной трубки и корпуса Н., тщательно пришлифовывают. Топливо, просачивающееся при работе насоса через неплотности плунжера, отводится по трубке *r*. Форсункой служит сопло, прикрытое головкой клапана *o*; под влиянием давления топлива на головку клапана *o* стержень последнего удлиняется, а трубка *p*, служащая опорой для затяжной гайки клапана, сжимается; благодаря этому между головкой клапана *o* и соплом образуется узкая щель, и топливо, истекающее через эту щель, интенсивно распыливается. В форсунке открытие и закрытие осуществляется не силою пружин, а исключительно за счет упругих деформаций как стержня клапана *o*, так и трубки *p*. В конструкции этого насоса совершенно отсутствует топливопровод от Н. к форсунке, что также является одним из преимуществ, так как де-



Фиг. 95.

формации топливопровода влияют на правильность работы форсунки. Вся конструкция отличается компактностью и простотой.

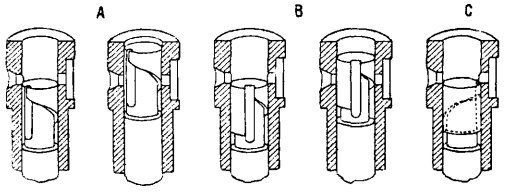
Для легких быстроходных дизельмоторов, устанавливаемых на шасси аэропланов или автомобилей, находят применение топливные насосы з-да Бош (фиг. 96). Число цилиндров Н. выполняют равным числу цилиндров двигателя. Нагнетательный ход плунжеров



Фиг. 96.

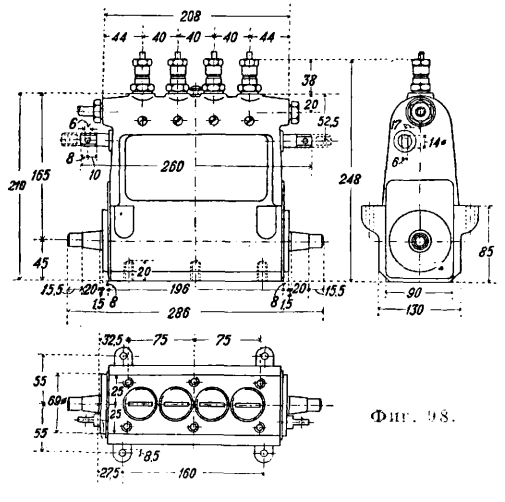
a осуществляется кулачковым валиком *b*, всасывающий ход—пружиной *c*; ход плунжеров = 10 *мм*; диаметры плунжеров выполняются 6—10 *мм*, что соответствует подаче топлива за один ход плунжера 160—440 *мм*³.

Цилиндры *d* Н. имеют в верхней своей части отверстия *e*, благодаря к-рым внутренняя полость цилиндра сообщается с пространством всасывания *f* корпуса Н. Топливо в Н. подается по трубке *g*. Нагнетательный клапан



Фиг. 97.

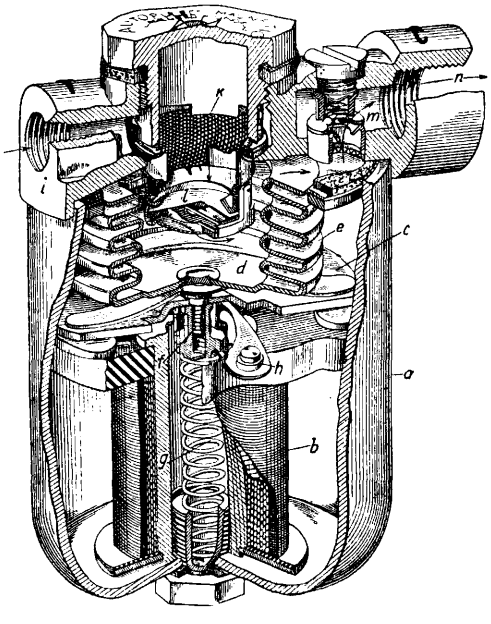
h расположен вверху цилиндра. Ход плунжеров не изменяется, и регулировка количества подаваемого топлива достигается путем перепуска нагнетаемого топлива; для этой цели плунжер *a* в верхней своей части имеет вертикальную канавку и профрезованную выемку с наклонно расположенной верхней кромкой (фиг. 97). В зависимости от поворота плунжера вокруг его вертикальной оси нагнетание топлива будет заканчиваться в разное время, чем и достигается изменение количества подаваемого топлива. Момент начала нагнетания топлива остается неизменным и совпадает с моментом перекрытия плунжером *a* отверстий *e* цилиндра. В положении плунжера, изображенн. на фиг. 97, А, будет осуществлена максимальная подача топлива, т. к. поршень должен будет пройти весь свой путь прежде, чем пространство нагнетания посредством наклонной выемки плунжера не будет через отверстие *e* сообщено с пространством всасывания. Если плунжер повернуть до положения, изображенного на фиг. 97, В, то момент окончания подачи наступит раньше. В положении плунжера, изображенном на фиг. 97, С, подача



Фиг. 98.

топлива совершаться не будет, т. к. посредством вертикальной канавки плунжера пространства нагнетания и всасывания в течение всего хода плунжера будут сообщаться между собой. Поворот плунжеров вокруг вертикальной оси осуществляется с помощью регулирующих трубок *i*, к-рые снабжены на верхнем конце зубчатками *k*, находящимися в зацеплении с зубчатой рейкой *m*. При перемещении рейки *m* будут поворачиваться регулирующие трубки *i*, к-рые в свою очередь повернут плунжер *a*, т. к. выступы *l*, расположенные в нижней части плунжеров, входят в прорези трубок *i*, благодаря чему плунжер и трубка будут поворачиваться вместе вокруг их общей вертикальной оси. В целях изменения момента начала подачи топлива необходимо кулачковый валик Н. повернуть на нек-рый угол по отношению к коленчатому валу двигателя, для чего служат специальные сцепные муфты-регуляторы. На фиг. 98 даны габаритные размеры в *мм* четырехцилиндрового Н.

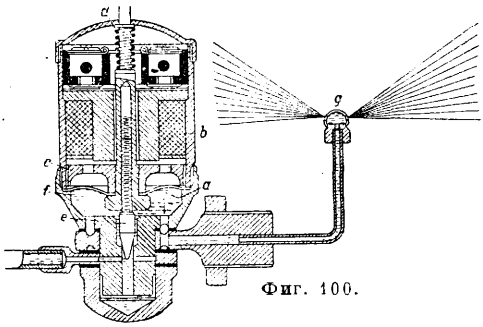
В последнее время отдельные фирмы начали применять Н. также и для подачи



Фиг. 99.

легкого топлива (бензина) в поплавковую камеру карбюратора (см. *Автомобильный двигатель*). Н. для этой цели применяют мембранного или плунжерного типа, причем движение мембраны или плунжера осуществляется или от эксцентрика или силою электромагнита. Одна из конструкций такого Н. изображена на фиг. 99. В корпусе *a* этого Н. помещен электромагнит *b*, включенный в цепь тока для зажигания. Над электромагнитом расположена анкерная пластинка *c*, соединенная с мембраной *d*, служащей дном камеры *e*. Камера *e* имеет гофрированные стенки, благодаря чему объем камеры при движении мембраны *d* может измениться. С пластинкой *c* соединен также штифт *f*, упирающийся в пружину *g*; кроме того снизу пластины *c* прикреплен контакт *h*, к-рый в момент прохождения тока соприкасается с контактом, не показанным на фиг. При прохождении тока через обмотку электромагнита пластинка *c* и мембрана *d* опустятся книзу, объем камеры *e* увеличится, и бензин через патрубок *i*, фильтр *k* и всасы-

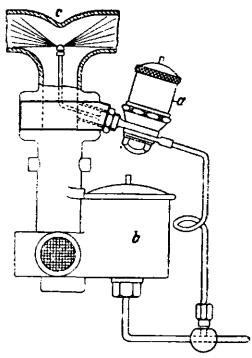
вающий клапан l поступят в камеру e; при опускании пластины c разъединяются контакты h, пружина g сожмет камеру e, и бензин через нагнетательный клапан m и патрубок n по бензинопроводу поступает в карбюратор. Такой насос расходует от 0,25 до



Фиг. 100.

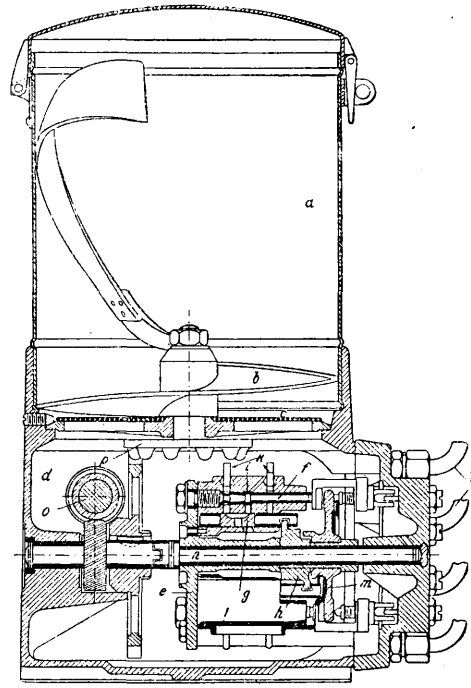
0,5 А при 6 V напряжения. Ход мембраны равняется 5—7 *мм*.

Насосы для легких топлив, применяемые в качестве пусковых приспособлений служат для облегчения пуска в ход автомобильных и авиационных двигателей в холодную погоду. На фиг. 100 изображена одна из конструкций этого Н. мембранного типа; всасывающий ход мембраны a осуществляется силою электромагнита b, притягивающего якорь c, связанный с мембраной. Нагнетательный ход мембраны производит пружина d. При всасывающем ходе клапан e открывает доступ бензину, который всасывается в полость f; при движении мембраны под действием пружины d вниз, клапан e закрывается, и засосанная Н. порция топлива выпрыскивается через жиклер g, который помещают во всасывающей трубе двигателя. Н. приводится в действие путем замыкания и размыкания контактной кнопки, включенной в сеть тока напряжением в 6 или 12 V. На фиг. 101 дана схема установки этого Н. a по отношению к карбюратору b и расположение жиклера Н. во всасывающей трубе c двигателя.



Фиг. 101.

Н. для смазки. Для жидкого масла применяют Н. поршневые, чаще коловратные шестеренчатые или эксцентриковые; описание конструкций этих типов Н. дано выше. Для подачи густой смазки (тавота) применяют специальные поршневые Н., при помощи которых осуществляется напр. центральная система смазки шасси автомобиля. На фиг. 102 представлена конструкция многоцилиндрового поршневого насоса з-да Бош. Тавот закладывается в резервуар a, внутри к-рого вращается вокруг вертикальной оси улитка b, выдавливающая смазку через сетку c в нижнюю камеру d, в которой расположен Н. e, имеющий 1÷8 цилиндров, в которых движутся плунжеры f. Распределительным органом служат золотники g, движение к-рых осуществляется торцовой кулачковой шайбой h; края шайбы входят в пропилы стержней золотников. При одном полном обороте шайбы h, золотники g совершают одно полное движение налево от их среднего положения и одно движение направо. Плунжеры f приводятся в движение кулачковой шайбой m, причем за время одного оборота шайбы m плунжер совершает два полных рабочих хода. При всасывающем ходе плунжера золотник занимает среднее положение, и густая смазка, под давлением улитки b, через всасывающий канал i поступает в цилиндр Н.; при обратном движении плунжера золотник g перемещается влево, закрывает всасывающий канал и сообщает цилиндр Н. с первым нагнетательным каналом k, к-рый в свою очередь соединен с нагнетательным трубопроводом l, подающим тавот к детали машины, требующей смазки. Каждый цилиндр насоса имеет два нагнетательных канала, и золотник при последующем нагнетательном ходе плунжера, переместившись вправо, установит сообщение между полостью цилиндра Н. и вторым нагнетательным трубопроводом. Шай-



Фиг. 102.

бы h и m сидят на валу n, вращение к-рого осуществляется с помощью червячной передачи o. При одном обороте вала o каждый из цилиндров Н. один раз подает смазку в оба присоединенных к нему трубопровода. Улитка b получает вращение от вала o через зубчатую передачу p. Скорость вращения вала o 7 об/м.; диаметр плунжера 7 *мм*, ход плунжера 6 *мм*. За один ход плунжера подается 0,23 *см*³ смазки, т. е. в минуту 1,6 *см*³.

Н. мокровоздушные и воздушные — см. *Конденсатор*.

Н. вакуумные служат для получения разреженного состояния газа; применяют два типа этих Н.: диффузионно-конденсационные и вращающиеся молекулярные (см. *Вакуум*).

Лит.: Neumann Fr., Die Zentrifugalpumpen, 2 Aufl., B., 1922; Taschenbuch für den Maschinenbau, hrsg. v H. Dubbel, 5 Aufl., B 2, B., 1929; Quantz L., Kreiselpumpen, 3 Aufl., B., 1930; Pfleiderer C., Die Kreiselpumpen, B., 1924. **Б. Шпринк.**

НАТР ЕДКИЙ, см. *Едкий натр.*

НАТРИЙ, Na химический элемент I группы периодической системы, принадлежащий к подгруппе так наз. щелочных металлов. Атомный вес 22,997, атомный номер 11.

Физич. свойства. Н.—блестящий металл цвета серебра, быстро тускнеющий при соприкосновении с влажным воздухом. Пары Н. в тонком слое имеют пурпуровую окраску, приобретая в накаленном состоянии желтый цвет с синей флуоресценцией. Н. весьма мягок, но при сильном охлаждении делается хрупким. Кристаллизуется в кубич. системе. Уд. в. $D^{20} = 0{,}971$; твердость по Мосу 0,4; коэф. объемного расширения (в интервале 100÷180°) 0,000275. Н.—хороший проводник тепла и электричества; его уд. электропроводность при 0° равна $23{,}3 \cdot 10^4$ мо; уд. теплопроводность Н. в Cal на 1 *см/сек* составляет 0,317 при 21°; $t°_{пл.}$ 97,5°; $t°_{кип.}$ 877,5°. Теплоемкость Н. между 0° и 20° равна 0,297. Теплота плавления 28,1 cal/*г*; теплота образования ионов Na 57 400 cal на эквивалент; уд. магнитная восприимчивость $13{,}6 \cdot 10^{-6}$; нормальный потенциал Н. (согласно косвенным определениям) 2,71 V (отрицателен по отношению к водородному электроду). Из измерений плотности пара Н. явствует, что молекулы его одноатомны.

Химич. свойства. Na принадлежит к числу элементов с весьма высокой химич. активностью. В своих соединениях он является одновалентным металлом. Н. энергично разлагает воду даже на холоду, с выделением водорода и образованием гидрата окиси—едкого натра NaOH; выделяющееся при этой реакции тепло плавит бегающий по поверхности воды Н., причем водород иногда воспламеняется. Во влажном воздухе натрий окисляется, причем образуются NaOH и углекислая соль Na_2CO_3. При горении Н. на воздухе или в кислороде образуется перекись Na_2O_2; действие аммиака при нагревании приводит к образованию амида натрия NH_2Na; действие водорода в тех же условиях ведет к образованию гидрида NaH (см. *Гидриды*); с азотом металлический Н. не реагирует. Н. чрезвычайно энергично соединяется с хлором и фтором; реакция обычно протекает с появлением пламени, причем образуются соответствующие галоидные соли. Бром начинает действовать на натрий лишь при $t°$ выше 200°; с иодом Н. может быть сплавлен, причем химическое взаимодействие не наступает. Н. легко соединяется с фосфором, мышьяком и сурьмой; реакции с серой и селеном, дающие соответственно сернистый Н., Na_2S и селенистый Н., Na_2Se, требуют предварительного легкого подогрева, после чего протекают со вспышкой. Окиси, галоидные и сернистые соединения тяжелых металлов восстанавливаются натрием до металла, в большинстве случаев с выделением пламени. Реакция Н. с кремнекислотой, силикатами, стеклом и фарфором при повышенной темп-ре приводит к выделению свободного кремния. С окисью углерода и с угольным ангидридом Н. взаимодействует при $t°$ красного каления с выделением угля и образованием углекислого Н.; при действии CO_2 наряду с указанными продуктами получается также окись Н., Na_2O. В жидкой CO_2 натрий быстро покрывается пленкой двууглекислой соли $NaHCO_3$. Сероуглерод разлагается натрием уже на холоду. Конц. серная кислота действует на Н. медленно; с разбавленными кислотами Н. реагирует весьма энергично, часто с появлением пламени. Н. легко растворяется в низших спиртах с образованием алкоголятов. Характерна для Н., как и для *калия* (см.), способность растворяться в жидком аммиаке. Металлический натрий легко сплавляется с большинством металлов; при этом часто наблюдается значительное выделение тепла, например при сплавлении с ртутью или кадмием. Соли натрия окрашивают бесцветное пламя горелки в ярко желтый цвет (реакция весьма чувствительна). Спектр Na характеризуется яркой желтой линией (двойной), со средней длиной волны 589,3 $\mu\mu$.

По распространенности в природе натрий занимает шестое место и встречается в весьма больших количествах в виде солей: хлористого натрия (в морской воде и в залежах каменной соли), его двойной соли с хлористым калием—сильвинита и десятиводного сернокислого Н.—мирабилита $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$. Кроме того Н. встречается в виде борнокислых (Италия), углекислых, кремнекислых, фтористых (Гренландия) и других соединений. Произведенный Тамманом подсчет показывает, что соединения Н. в земной коре составляют 2,8%.

Получение. В свободном состоянии натрий впервые был получен Деви (1807 г.) электролизом твердого, слегка влажного едкого натра, причем катодом служила ртуть; натрий получался в виде амальгамы, из которой путем отгонки ртути он выделялся в чистом виде. Гей-Люссак и Тенар, подробно изучавшие свойства металлич. Н., нашли, что при высокой $t°$ металлич. железо способно восстанавливать едкий натр. Позднее было установлено, что в качестве восстановителя с успехом м. б. применен уголь. Значительные усовершенствования в процессе химич. получения металлич. Н. были введены Сен-Клер-Девилем; в его способе реакционная смесь состояла из безводной соды, мела и угля; прибавка мела, не принимавшего участия в реакции, имела целью препятствовать сплавлению взятой смеси. При накаливании означенной смеси получались окись углерода и пары Н., конденсировавшиеся в особом приемнике. Реакция определяется ур-ием:

$$Na_2CO_3 + 2C = 2Na + 3CO.$$

По этому способу изготовляли в 1860—70 гг. во Франции на нескольких з-дах металлич. Н., требовавшийся в то время для производства алюминия. С конца 80-х годов производство Н. приобрело значительный масштаб, в особенности в Англии, где работали по измененному Кастнером способу Де-

виля, добавляя к реакционной смеси углеродистое железо. С 1890 года, после получения Кастнером привилегии на получение Н. посредством электролиза расплавленного безводного едкого натра, производство Н. химическим путем утратило свое значение, и заводы были перестроены на электролитич. способ получения этого металла. При электролизе безводного расплавленного NaOH имеют место следующие реакции:

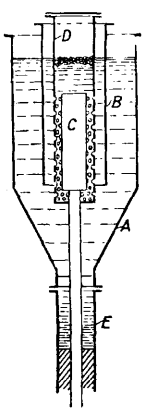
I. $NaOH = Na + OH$;

II. $2OH = H_2O + O$;

III. $2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2$;

IV. $2H_2 + O_2 = 2H_2O$.

Согласно реакции (I) едкий натр, разлагаясь электрич. током, выделяет на катоде металлич. Н., а на аноде—ионы OH; каждая пара OH-ионов в момент выделения образует частицу воды и один атом кислорода (II). Т. о. электролиз NaOH в основном сводится к выделению Н. на катоде и воды с кислородом на аноде. Образующаяся вода частично остается в электролите и, диффундируя к катоду, вступает в реакцию с Н., причем образуется вновь NaOH (III). Выделяющийся при этом водород, смешиваясь с анодным кислородом, образует гремучий газ, который служит причиной частых взрывов при электролизе; в результате получается вода (IV), частично поглощаемая электролитом. Поэтому, как бы ни был хорошо обезвожен электролит, он всегда будет содержать некоторое количество воды, к-рая наряду с NaOH также будет подвергаться электролитическому разложению от действия тока. Влияние побочн. реакций (III и IV), а также электролиза воды настолько велико, что выходы натрия по току на практике составляют в лучшем случае только 40%.



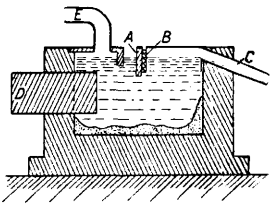
Фиг. 1.

Применяемая ныне на очень многих заводах электролитическая ванна Кастнера схематически представлена на фиг. 1. Она состоит из железного котла *A*, суживающегося к низу и имеющего внизу железный тубус *E*. Сквозь последний проходит железный стержень, служащий для подвода тока и укрепляемый в тубусе при помощи пробки и застывшего электролита. На верхнем конце стержня укреплен железный цилиндрический катод *C*. Над катодом расположен железный цилиндр *D*, являющийся сборником для натрия. Цилиндр *D* имеет диаметр несколько больший, чем у катода; верхняя его часть делается сплошной и заканчивается на несколько *см* выше верхней плоскости катода; ниже этот цилиндр переходит в сетку, концентрически окружающую катод. Анод *B* в виде цилиндрически изогнутого железного (лучше никелевого) листа окружает катод снаружи сетки. Последняя является как бы диафрагмой, препятствующей выделившемуся на катоде натрию проникнуть в анодное пространство. Скопляющийся в сборнике *D* металлический Н. вычерпывается по временам дырчатой железной ложкой. Так как при электролизе часто происходят взрывы гремучего газа (согласно сказанному выше), то это обстоятельство заставляет придавать аппаратуре небольшие размеры. Нормальная натриевая ванна Кастнера вмещает около 150 *кг* NaOH; амперная нагрузка ее 1 250 A и напряжение ~ 5 V. Расход электрич. энергии на 1 *кг* Н. составляет 14,5 kWh. Катодная плотность тока от 1,5 до 2,0 A/*см*², анодная—несколько ниже. Темп-ру электролита поддерживают в пределах 310÷320°, т. е. не более чем на 20° выше $t°_{пл.}$ NaOH. При повышении $t°$ выходы Н. резко падают.

В практике было замечено, что поработавший в ванне электролит дает лучшие выходы Н. по току. Это обстоятельство было учтено Веккером, предложившим в качестве электролита применять смесь NaOH и соды. Систематическое изучение электролиза этой смеси было произведено Нейманом и Гиртсеном в измененной ванне типа Кастнера. Эти изменения заключаются в следующем: 1) создание возможно низкой катодной плотности тока путем применения катода конической формы с звездообразным сечением; 2) возможность изменения анодной плотности тока путем большего или меньшего погружения анода в электролит с целью получения надлежащей анодной плотности тока и соответствующего перегрева в анодном пространстве для более быстрого удаления образующейся в процессе воды; 3) разделение катодного и анодного пространств колоколом, расположенным концентрически между анодом и катодом и не доходящим до уровня электролита на величину около 5 *мм*. Благодаря наличию такого приспособления вода, выделяющаяся на аноде, лишена возможности в значительных количествах поглощаться электролитом; кроме того при таком устройстве только незначительная часть поверхности электролита соприкасается с наружным воздухом, благодаря чему уменьшается поглощение им CO_2, а следовательно и произвольное обогащение содой; далее, наличие узкой щели между анодным и катодным пространствами (вне электролита) мешает водороду смешиваться с выделяющимся на аноде кислородом, в результате чего уменьшается число взрывов гремучего газа и опасность от них. Авторы нашли, что оптимум содержания Na_2CO_3 в электролите составляет 8—17%; $t°_{пл.}$ электролита указанного состава равна 285÷280°. В этом случае процесс при $t° = 315÷320°$ без особых трудностей протекает вполне устойчиво, и выходы Н. по току достигают 65%. Полагая средний выход по току равным 55%, авторы исчисляют уд. расход энергии в 10,7 kWh на 1 *кг* Н. Применяемый для электролиза NaOH должен содержать минимальные количества NaCl (десятые доли процента), быть свободным от солей железа, силикатов и быть вполне обезвоженным. Лучше всего применять NaOH, полученный по способу электролиза с ртутным катодом, или из аммиачной соды.

Конкурирующим с описанным способом является электролиз расплавленного NaCl. Дешевизна электролита и возможность использования анодного продукта (хлора) го-

ворят в пользу этого способа. Однако несмотря на весьма большое количество взятых патентов этот способ все еще не получил сколько-нибудь значительного практич. применения. Причиной является трудность конструирования аппаратуры, стойкой при высоких $t°$ по отношению к хлору и натрию. Кроме того весьма неблагоприятными факторами являются: близость $t°_{пл.}$ NaCl (800°) к $t°_{кип.}$ Н. (877,5°), малый уд. в. металла и его крайне легкая окисляемость. Одно из наиболее удачных выполнений этого способа принадлежит Акционерному обществу Лонца в Базеле. Ванна, предложенная этой фирмой, изображена схематически на фиг. 2; в плане она имеет вид прямоугольника; футеровка внутри ванны выполнена из огнеупорного кирпича; аноды D, состоящие из особого сорта угля, в виде пластин расположены горизонтально; катод представляет собою железную коробку B, закрытую сверху и снабженную боковой сливной трубой C. Над анодами расположена шамотная крышка, погруженная своей закраиной в электролит; под крышкой собирается выделяющийся на аноде хлор, откуда по трубе E он отводится в соответствующие приемники. Анодное и катодное пространства разделены друг от друга при помощи диафрагмы A—стенки, сделанной из изолирующего материала (циркон, корунд и т. п.), к-рую прикладывают к обращенной в сторону анода стенке катода. Вследствие отклонений линий тока, в месте соприкосновения электролит охлаждается и застывает, связывая так. обр. стенку-диафрагму с катодом. Натрий выделяется на внутренних стенках катода и по мере повышения уровня под последним сливается через трубку C. Стенка A в случае необходимости легко м. б. во время работы вынута и заменена новой. В остальном устройство ванны отличается простотой, вследствие чего она может месяцами работать, не требуя ремонта. С описанной ванной сходен электролизер Даннеля, в котором составленный из отдельных угольных пластин анод располагается вертикально. В аппаратах подобного устройства возможно работать с выходом по току до 75%. Амперная нагрузка отдельной ванны достигает 4 000 A, напряжение в среднем 18 V. Удельный расход энергии определяется в 27 kWh на 1 *кг* Н.



Фиг. 2.

Мировое производство Н. в 1929 г. составляло 25 000 *т* при средней цене в Германии 2 250 мар. за *т*. З-ды имеются в Германии, Франции, Швейцарии, Англии, Норвегии и США. Главнейшими применениями металлич. Н. являются приготовление перекиси Н. и цианистых соединений.

Лит.: Федотьев П., Электрометаллургия, т. 2, Ленинград, 1923; Becker H., Die Electrometallurgie d. Alkalimetalle, Monographien über angewandte Electrochemie, B. 9, Halle a/S., 1903; Billiter J., Technische Electrochemie, Die electrochemischen Verfahren der chemischen Gross-Industrie, B. 3, Halle a/S., 1918; Regelsberger F., Chemische Technologie d. Leichtmetalle u. ihrer Legierungen, Lpz., 1926 (во всех этих трудах обширные ссылки на журн. статьи и патентную литературу). **П. Антипин.**

НАТРИЯ СОЕДИНЕНИЯ. Достоверно известны лишь соединения одновалентного Na. Во всех Н. с. атомы Na проявляют резко металлический характер; они образуют только один вид ионов—бесцветный однозарядный катион $Na^{\cdot}$, не осаждаемый сероводородом; в составе комплексных ионов Na не встречается. Для Na известен непрочный гидрид NaH и весьма прочная окись Na_2O, гидрат которой, NaOH, в растворах сильно ионизирован и обладает свойствами энергичного основания (едкая щелочь). Все соли Na хорошо растворимы в воде; исключения из этого правила весьма редки и наблюдаются лишь для немногих солей с тяжелыми и сложными анионами (см. ниже — Аналитич. определение Na). Из растворов соли Na кристаллизуются б. ч. в хорошо образованных, богатых водою кристаллогидратных формах. Все природные Н. с. представляют собою натриевые соли различных к-т—гл. обр. хлорид, флюорид, нитрат, сульфаты, карбонаты, силикаты, фосфаты, арсенаты и бораты; помимо земной коры и водных бассейнов соли Na встречаются во всех животных и растительных организмах.

Гидрид натрия, водородистый натрий, NaH,—бесцветные кристаллы, уд. веса 1,40. Получается нагреванием металлического Na в струе водорода при 300 — 360° и быстрым охлаждением возгоняющихся паров NaH. Кристаллы при температуре выше 400° диссоциируют полностью на водород и Na. На воздухе NaH быстро окисляется; с водою NaH бурно реагирует по уравнению $NaH + H_2O = NaOH + H_2$; во влажной атмосфере эта реакция иногда сопровождается воспламенением. С газообразным аммиаком NaH образует амид натрия; CO_2 восстанавливает до свободного углерода; с SO_2 дает гидросульфит, по ур-ию:

$$2NaH + 2SO_2 = Na_2S_2O_4 + H_2.$$

Окись натрия, Na_2O,—гигроскопич. масса белого цвета, уд. веса 2,3; плавится в краснокалильном жаре. Способы получения: 1) сплавлением перекиси натрия с металлич. натрием: $Na_2O_2 + 2\,Na = 2\,Na_2O$; 2) окислением расплавленного Na (при $t°$ 250—300°) селитрой или нитритом: $10\,Na + 2\,NaNO_3 = 6\,Na_2O + N_2$; $6\,Na + 2\,NaNO_2 = 4\,Na_2O + N_2$; 3) действием окиси углерода на NaCl при высокой темп-ре:

$$2NaCl + CO = Na_2O + Cl_2 + C.$$

Все эти реакции должны проводиться без доступа воздуха. С водой Na_2O моментально образует NaOH и может служить как энергичное водоотнимающее средство. Имеется ряд попыток использовать Na_2O в качестве конденсирующего агента при технич. синтезах. Перекись натрия, Na_2O_2,—желтовато-белого цвета, в расплавленном состоянии — оранжевого; образуется при сжигании Na в кислороде; уд. в. 2,5; $t°_{пл.} > 320°$. О технич. получении и применении см. *Перекиси*. Кроме указанных двух окислов Na—нормального и перекисного типа—существует еще трехокись состава Na_2O_3, розового цвета, образующаяся при пропускании кислорода в раствор Na в жидком аммиаке.

Гидрат окиси натрия, NaOH, — см. *Едкий натр*. Натронная или натристая известь — тесная смесь NaOH и $Ca(OH)_2$, выпускаемая в продажу в виде пористых кусков или зерен. Ее получают, обливая негашеную известь конц. раствором NaOH: за счет раствора известь гасится, причем вся масса вспучивается и затвердевает; для удаления остатков воды ее подвергают умеренному прокаливанию. Применяется для сушения и очистки газов.

Амид натрия, $NaNH_2$, — полупрозрачная лучистокристаллич. масса, в чистом виде бесцветная, обычно же окрашенная в зеленоватый цвет; $t_{пл.}$ 210°; при более высокой $t°$ улетучивается; при 500° разлагается на элементы, частично же переходит в нитрид натрия, Na_3N (черный порошок). Амид натрия химически весьма активен: с водой он образует NaOH и NH_3, с хлористым водородом—NaCl и NH_4Cl, с окисью углерода NaCN и H_2O, с CO_2 при нагревании—цианамид и воду и т. д. Растворяется в жидком аммиаке; при сплавлении с Na не изменяется. Технически $NaNH_2$ получают пропусканием чистого сухого аммиака в расплавленный натрий при $t°$ 300—400°. $NaNH_2$ применяется в органич. синтезе для аминирования, например для получения аминосоединений из фенолов, нафтолов и ароматич. сульфокислот; он используется также как конденсирующее средство в ряде синтезов (напр. в синтезе индиго по Гейману), служит для получения азида натрия (см. ниже) и т д. Возможности применения $NaNH_2$ в органич. реакциях весьма обширны и разнообразны.

Цианамид натрия, Na_2CN_2, — см. *Цианамид*.

Цианистый натрий, NaCN, — см. *Цианистые соединения*.

Азид натрия, NaN_3, соль азотистоводородной кислоты,—гексагональные кристаллы, уд. в. 1,48; при нагревании и ударе сильно взрывает. Хорошо растворим в воде (40,5 : 100 при 15°), плохо—в спирте (0,3 : 100), нерастворим в эфире. Технически получается: 1) пропусканием хорошо высушенной закиси азота над расплавленным амидом натрия при $t°$ ок. 190°:

$$NaNH_2+N_2O=NaN_3+H_2O,$$

или 2) кипячением гидрата гидразина с амилнитритом ($NO \cdot OC_5H_{11}$) и едкой щелочью в спиртовом растворе. Азид натрия служит для получения азида свинца, к-рый употребляется как инициирующее взрывчатое вещество.

Сульфид натрия, $Na_2S \cdot xH_2O$ (где x=0, 1, $4^1/_2$, 5, $5^1/_2$, 6, 9, 10),—см. *Сернистый натрий*. Полисульфиды натрия различного состава содержатся в технич многосернистом натрии. Из представителей этого ряда известны: дисульфид Na_2S_2, трисульфид Na_2S_3, тетрасульфид Na_2S_4 и пентасульфид Na_2S_5, из них наиболее устойчив Na_2S_4. Многосернистый натрий (смесь полисульфидов) — желтая или коричневая твердая масса; для его получения вносят порошок серы в расплавленный кристаллич. сернистый натрий ($Na_2S \cdot 9\ H_2O$) и нагревают до растворения при 100°, затем выпаривают досуха; продукт содержит переменные количества S и H_2O. Пентасульфид может быть получен также прокаливанием гипосульфита. Многосернистый натрий применяется при фабрикации сернистых красителей и в борьбе с вредителями виноградников. Гидросульфид натрия, сульфгидрат натрия, NaSH,—в безводном виде имеет $t°_{пл.}$ около 350°; при нагревании до 500° разлагается на Na_2S и H_2S; легко растворим в воде, растворяется в метиловом и этиловом спиртах; сильно гигроскопичен; образует гидраты с 3, 2 и $1^1/_2$ молекулами H_2O (обычная форма — $NaSH \cdot 2\ H_2O$). Получается путем насыщения раствора Na_2S (либо NaOH) газообразным сероводородом: $Na_2S+H_2S=2\ NaSH$. Технич. продукт содержит примесь Na_2S, Na_2SO_3 и $Na_2S_2O_3$. Применяется непосредственно в виде водного раствора и служит гл. обр. для денитрации волокна в производстве нитроцеллюлозного искусственного шелка.

Фтористый натрий, флюорид натрия, NaF,—кристаллы уд. в. 2,8; $t°_{пл.}$ ок. 990°, $t°_{кип.}$ 1 695°. В природной форме представляет минерал вильомит; более распространены технически важные двойные флюориды Na и Al—криолит, $AlF_3 \cdot 3\ NaF$, и хиолит, $3\ Al_3 \cdot 5\ NaF$. О производстве и применении NaF см. *Фтора соединения*.

Хлористый натрий, NaCl,—см. *Поваренная соль*.

Бромистый натрий, NaBr,—см. *Брома соединения*.

Иодистый натрий, NaJ,—см. *Иода соединения*.

Гипохлорит натрия, хлорноватистокислый натрий, NaClO, хлорат натрия, хлорноватокислый натрий, $NaClO_3$, и перхлорат натрия, хлорнокислый натрий, $NaClO_4$,—см. *Хлора соединения*.

Нитрат натрия, азотнокислый натрий, натриевая селитра, $NaNO_3$, см. *Селитра*.

Нитрит натрия, азотистокислый натрий, $NaNO_2$, ромбические призмы, уд. веса 2,17, $t°_{пл.}$ 271°. Растворимость в воде 83,3 : 100 при 15°; реакция растворов слабо щелочная. При действии кислот выделяет бурые пары окислов азота (в разбавленных растворах получается свободная азотистая кислота HNO_2). Нитрит легко образуется при действии различных восстановителей на нитрат $NaNO_3$; этот путь долгое время применялся и для технич. получения нитрита. В данное время нитрит вырабатывается исключительно из нитрозных газов, получаемых при дуговом методе фиксации атмосферного азота или при контактном окислении аммиака. Нитрозные газы по выходе из печи подвергают охлаждению и поглощают раствором едкого натра:

$$NO+NO_2+2NaOH=2NaNO_2+H_2O.$$

Обычно нитрит получают как побочный продукт при производстве азотной к-ты или нитратов, используя для этой цели остаточные нитрозные газы, отходящие из абсорбционных установок. Для поглощения окислов азота нередко вместо NaOH применяют раствор соды. Нитрит применяется в больших количествах для реакций диазотирования,—гл. обр. при производстве органич. красителей; в последнее время его начали также применять для консервирования мяса.

Перманганат натрия, $NaMnO_4$,— см. *Марганца соединения*.

Сульфат натрия, сернокислый натрий, Na_2SO_4. Безводная соль полиморфна, имеет уд. вес 2,67—2,70; ее $t°_{пл.}$ 884° и $t°_{кип.}$ ~ 1 430°; о производстве и применении см. *Сульфат*. Водная форма, $Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O$,— см. *Глауберова соль*. Минералогич. формы, в виде к-рых Na_2SO_4 выкристаллизовывается из природных соляных бассейнов, довольно многочисленны; они представляют собою простые или двойные сульфаты, например: тенардит Na_2SO_4, мирабилит $Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O$, дараскит $Na_2SO_4 \cdot NaNO_3 \cdot H_2O$, глазерит $NaK_3(SO_4)_2$, астраханит $Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$, лёвеит $2\ Na_2SO_4 \cdot 2\ MgSO_4 \cdot 5\ H_2O$, вантгоффит $3\ Na_2SO_4 \cdot MgSO_4$, глауберит $Na_2SO_4 \cdot CaSO_4$, ферринатрит $3\ Na_2SO_4 \cdot Fe_2(SO_4)_3$, натроалунит $NaAl(SO_4)_2 \cdot Al_2O_3 \cdot 3\ H_2O$ и др.

Бисульфат натрия, $NaHSO_4$, кристаллы триклинной системы, уд. веса 2,74, легко растворимые в воде; реакция растворов сильно кислая; из раствора при температуре ниже 50° кристаллизуется в форме $NaHSO_4 \cdot H_2O$, моноклин. системы. Получается как побочный продукт при производстве *азотной кислоты* (см.) из селитры; в этом виде он содержит значительные количества среднего сульфата Na_2SO_4 и пиросульфата $Na_2S_2O_7$, а также примесь солей Fe, Al, Ca и Mg. Чистый бисульфат готовится нагреванием Na_2SO_4 с избытком серной кислоты и кристаллизацией из небольшого количества воды. Бисульфат является малоценным продуктом: при ограниченности его применения и массовой выработке, он иногда не использовался целиком и выбрасывался без утилизации. Прямое применение бисульфат находит в производстве фосфорнокислых удобрений, уксусной и высших жирных кислот, искусственного (вискозного) шелка, гипсового цемента, в кожевенном деле, для травления металлов, регенерации каучука и т. д., заменяя в этих случаях H_2SO_4; он перерабатывается также на средний сульфат и свободную H_2SO_4 либо на сульфат аммония.

Натриевые квасцы, $NaAl(SO_4)_2 \cdot 12\ H_2O$,—см. *Квасцы*.

Сульфит натрия, сернистокислый натрий Na_2SO_3 и бисульфит натрия $NaHSO_3$, см. *Сульфиты*.

Гипосульфит натрия, $Na_2S_2O_3 \cdot 5\ H_2O$,—см. *Гипосульфит*.

Гидросульфит натрия, $Na_2S_2O_4$, и сульфоксилат натрия, $NaHSO_2$, см. *Гидросульфит*.

Персульфат натрия, надсернокислый натрий, $Na_2S_2O_8$,—см. *Перекиси*.

Хромат и бихромат натрия, Na_2CrO_4 и $Na_2Cr_2O_7$,—см. *Хрома соединения*.

Карбонат и бикарбонат натрия, Na_2CO_3 и $NaHCO_3$,—см. *Сода двууглекислая*.

Перкарбонат натрия, надуглекислый натрий, Na_2CO_4,—см. *Перекиси*.

Силикаты натрия. В природе распространены сложные Na-содержащие силикаты, напр. нефелин, $NaAlSiO_4$, жадеит или глаукофан, $NaAl(SiO_3)_2$, альбит, $NaAlSi_3O_8$, цеолиты (натролит, анальцим) и др. Искусственно получаемый метасиликат натрия Na_2SiO_3—см. *Растворимое стекло*.

Фосфаты натрия. Многочисленные природные фосфаты содержат Na наряду с Ca, Al, Mn или Be. Из искусственно получаемых фосфатов (см. *Фосфора соединения*) технич. применение имеет двунатриевый ортофосфат, $Na_2HPO_4 \cdot 12\ H_2O$, кристаллизующийся в моноклинной системе, уд. веса 1,53 и $t°_{пл.}$ 40°. Растворимость (безводной соли) в воде: при 0°—2,5 ч., при 100°—ок. 100 ч. в 100 ч. H_2O. Его получают нейтрализацией фосфорной к-ты содой (до слабо щелочной реакции) и затем кристаллизуют из раствора, плотность к-рого д. б. ок. 27° Bé. Фосфат натрия применяется в текстильном деле для отяжеления шелка и при крашении, для огнестойкой пропитки тканей, для получения глазурей, при паянии металлов, в технологии брожения как питательный материал для бактериальных культур и т. д. Двойной фосфат Na и аммония $Na(NH_4)HPO_4 \cdot 4\ H_2O$ (моноклинные кристаллы удельного веса 1,55, $t°_{пл.}$ 79°)—употребительная соль в химич. анализе.

Бораты натрия—см. *Бора соединения*. Перборат натрия, надборнокислый натрий, $NaBO_3$,—см. *Перекиси*.

Формиат натрия, HCOONa,—см. *Муравьиная кислота*. Ацетат натрия, $CH_3 \cdot COONa$,—см. *Уксусная кислота*. Пальмитат, стеарат и олеат натрия—см. *Мыловарение*. Оксалат натрия, щавелевокислый натрий, $Na_2C_2O_4$,—см. *Щавелевая кислота*.

Аналитическое определение Na в Н. с. А. Качественные реакции. 1) Соли Na окрашивают пламя горелки в желтый цвет. 2) Раствор $K_2H_2Sb_2O_7$ дает с солями Na мелкокристаллический осадок кислого (двуметаллич.) пироантимоната $Na_2H_2Sb_2O_7 \cdot 6\ H_2O$. 3) Кремнефтористоводородная кислота H_2SiF_6 дает студенистый осадок Na_2SiF_6. 4) Диоксивинная кислота $(CO \cdot COOH)_2$ дает на холоду кристаллический осадок Na-соли. 5) Цинк-уранил-ацетат в водно-спиртовом растворе дает осадок Na-Zn-UO_2-ацетата, $NaZn(UO_2)_3(CH_3 \cdot COO)_9 \cdot 6\ H_2O$. 6) Магний-уранил-ацетат в спиртовом растворе или кобальт-уранил-ацетат в разбавленном уксуснокислом растворе дают аналогичные осадки тройных ацетатов желтого цвета. 7) Раствор K-Bi-нитрита в присутствии $CsNO_2$ (~1%) дает желтый осадок тройного нитрита, состава $6\ NaNO_2 \cdot 9\ CsNO_2 \cdot 5Bi(NO_2)_3$. См. *Микрохимический анализ*.

Б. Количественное определение Na. 1) Весовым путем: а) в виде хлороплатината натрия Na_2PtCl_6, отделяемого от соответствующего K-соединения растворением первого в спирте; б) в виде NaCl, после отделения Na от остальных металлов (калий м. б. выделен в виде KBF_4); в) в виде суммы сульфатов натрия и калия (после удаления других металлов), определяя в ней общее количество серной кислоты. Если общий вес $Na_2SO_4 + K_2SO_4$ равен b, а отвечающее ему общее количество H_2SO_4 равно a, то количество Na_2SO_4 (x) м. б. вычислено по ф-ле:

$$x = 4{,}41\ (1{,}78\ a - b).$$

2) Объемным путем, по Окатову: осаждают Na в виде соли диоксивинной к-ты, растворяют в H_2SO_4 и титруют органич. анион оксидиметрически, при помощи $KMnO_4$. 3) Колориметрич. путем: осаждают Na в виде Na-Zn-UO_2-ацетата (см. выше), растворяют последний в уксусной кислоте, прибавляют определенное количество $K_4Fe(CN)_6$ и колориметрируют по образующемуся красно-бурому окрашиванию раствора.

Лит.: Менделеев Д. И., Основы химии, 9 изд., гл. 12 и дополнения к ней, М.—Л., 1928; Фокин Л. Ф., Обзор химич. промышленности в России, ч. 1, гл. 4, П., 1920; Gmelin's Handbuch d. anorgan. Chemie, 8 Aufl., System-Nummer 21 (Natrium), 8 Aufl., B., 1928; Ephraim F., Anorganische Chemie, 4 Aufl., Dresden—Lpz., 1929; Ull. Enz., B. 8. **В. Янковский.**

НАУЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА (НОТ), базирующаяся на научных основах организация труда, содействующая повышению производительности труда при создании одновременно наиболее благоприятных усло-

вий труда для работающих. Подобно тому как слово «организация» можно толковать и как действие и как состояние, точно так же, говоря о Н. о. т., можно иметь в виду либо действие по постановке труда на научных основах в определенной области либо состояние дела постановки труда в том или в ином конкретном случае. Основоположником Н. о. т. является американский инж. Ф. Тейлор (см. *Тейлоризм*), положивший начало scientific management, науке об управлении, как он назвал предложенную им прикладную дисциплину. Приоритет Тейлора надлежит конечно понимать условно, так как, являясь представителем капиталистич. строя, Тейлор относился далеко не научно к человеч. фактору в производстве. Первая всероссийская конференция по Н. о. т. и производства, созванная в 1921 г. и проходившая под руководством проф. В. Бехтерева, в общей своей резолюции заявила, что «считает неправильным отождествление понятия «Научная организация труда» с «тейлоризмом» в виду того, что последний лишь в указанной (в резолюции речь шла о рациональном использовании технических средств производства.—И. Б.) части совпадает с принципами действительно научной организации производства, между тем как в нем имеются и ненаучные стороны, сводящиеся гл. образ. к чрезмерному повышению напряженности труда, без учета общего баланса энергии работающего».

Н. о. т., использовав учение Тейлора и внеся в него соответствующие весьма существенные поправки, считает одним из важнейших своих принципов нормирование работы всех машин и установок, а также и труда каждого рабочего. Методы этого нормирования с применением фотографии рабочего дня, хронометража и других приемов разбираются в специальной ветви Н. о. т.—техническом нормировании. Нормирование выработки тесно связано также с изучением трудовых движений и их рационализацией, с устранением лишних движений, замедляющих работу и дополнительно утомляющих работающего. В этой области основоположником разработки вопроса является сотоварищ Тейлора—американский инж. Франк Джильбрет, показавший на анализе работы каменщика, что вместо 18 движений, какие расходовал каменщик на кладку каждого кирпича, можно при научной организации кладки обойтись $1^3/_4$ движения на кирпич с соответствующим повышением производительности труда и с избавлением каменщика от ряда излишних и утомительных нагибаний. Научная организация трудовых движений связана с вопросом надлежащей организации рабочего места и подбора наиболее приспособленного к работе инструмента, что содействует более удобной и более производительной работе. В этой части проблема Н. о. т. смыкается с вопросами из области психофизиологии труда. Важнейшим принципом Н.о. т. является также правильно проведенное разделение труда, которое дает возможность каждому работнику сосредоточиться на более частом повторении меньшего числа операций, что содействует автоматизации работы, накоплению упражняемости и вместе с экономией на времени, ранее уходившем на переключение от одной работы к другой и перемену инструментов и приспособлений, в весьма значительной степени повышает производительность труда. Большим разделением труда характеризуются технически наиболее совершенные формы организации производства, как массовое производство, в особенности возникшее на базе последнего *непрерывно-поточное производство* (см.).

Разделение труда в управлении привело к т. н. функциональному управлению в производстве. Анализируя универсализм функций, присущих обычно мастеру в производстве, Тейлор выдвинул принцип необходимости разделения труда и в области управления, разбив универсальные ф-ии мастера и его помощника между 8 мастерами: мастером, наблюдающим за установкой работы и следящим за всеми работами до того момента, когда заготовка будет укреплена на станке; мастером, наблюдающим за скоростью работы, за тем, чтобы применялись надлежащие резцы и наивыгоднейшие скорость, подача и глубина резания; контролером (браковщик), следящим за качеством работы; мастером, который заведует ремонтом и наблюдает, чтобы рабочие содержали станки в чистоте и порядке и чтобы соответствующий порядок был около станков, где складываются отдельные заготовки (этот мастер наблюдает и за содержанием ремней и приводов); 4 мастера кроме того, по Тейлору, должны работать в бюро со следующими функциями: мастер, заведующий порядком и ходом работы, намечает весь ход работ для данной заготовки по мастерской и от станка к станку с тем, чтобы работа возможно скорее была закончена; мастер, заведующий составлением инструкционных карточек, сообщает в производстве все детали работы; мастер, заведующий определением времени и цен, вписывает в инструкционные карточки все указания о времени и стоимости работы; мастер, заведующий общим порядком в мастерской, является администратором, наблюдающим за порядком и налагающим административные взыскания в соответствующих случаях. Такое разделение труда между мастерами значительно облегчает возможность подбора соответствующих лиц на каждую из вышеперечисленных функциональных работ, значительно упрощенных сравнительно с работой универсального мастера. Такое разделение труда содействует и лучшему выполнению работы по управлению производством. Разделение труда между административно-технич. персоналом на базе функционального управления является одним из прогрессивных принципов современного управления, знающего сейчас специальные органы функционального управления в производстве, как напр. технико-нормировочное бюро, планово-распределительное бюро, контрольное бюро, бюро рационализации.

Н. о. т. тесно связана также с применением соответствующих систем оплаты труда, которые стимулируют производительность его. В условиях СССР, где социалисти-

ческая рационализация выдвинула новые формы организации труда, где на базе социалистическ. соревнования родились ударные бригады разных видов, где в ряде мест эти бригады переросли в производственные коммуны, вопрос о системах оплаты труда не потерял все же своей остроты, и поэтому надлежащие системы премирования должны являться добавочным стимулом к повышению производительности труда для рабочих масс, объединенных в ударные бригады. На 1930/31 г. ВСНХ совместно с ВЦСПС наметили например выделение 50 млн. руб. для премирования (коллективного и индивидуального) ударных з-дов, бригад, цехов и отдельных ударников. Н. о. т. одной из своих составных частей считает проблему надлежащего инструктирования работы в производстве, с непрерывным повышением квалификации и с непрерывным обучением и продвижением рабочих. Практика капиталистической организации труда выдвинула целую систему мероприятий как социально-экономического, так и психологич. порядка, направленных на продвижение более преданных делу («бизнесу», в Америке) рабочих и основанных на расслоении рабочего класса со ставкой на рабочую аристократию. Принципиально иное положение в производстве, какое занимает в Советском Союзе рабочий, являющийся не только носителем рабочей силы, но и активным участником организации производства, выдвинуло в практике социалистич. строительства новые формы как выдвижения рабочих на командные посты в производстве, так и переквалификации и обучения путем своеобразной организации заводов-втузов и других форм обучения. Как извращение социалистич. Н. о. труда необходимо отметить пропагандируемую А. Гастевым реакционную теорию о современном рабочем как о «придатке машины», обучение которого должно в основном ограничиться привитием ему рабочих навыков вместо приобщения его к политехнич. образованию. Защищавшаяся Гастевым в течение ряда лет точка зрения в последнее время всесторонне разоблачена как реакционная и оппортунистич. установка, и происходивший в августе 1930 г. Всесоюзный политехнический съезд признал, что взгляды Гастева не отвечают принципам построения политехнич. школы в социалистич. стране.

В арсенале Н. о. т. одним из могучих средств, содействующих успешности труда и наибольшей удовлетворенности каждого из его участников, является надлежащее разрешение проблемы подбора персонала для каждой работы. В соответствии с требованиями, какие предъявляет к рабочему та или иная профессия, Н. о. т. методом профессионального подбора выбирает из наличного состава рабочих наиболее подходящих для данной работы лиц. С другой стороны, в соответствии с определенными свойствами данной личности, необходимо при помощи профконсультации ее правильно профориентировать. При профподборе и профориентации применяются специальные методы пограничной с Н. о. т. области знаний, т. н. психотехники. Н. о. т. требует также при каждой работе—и в этом одна из характернейших ее особенностей—создания таких условий труда для рабочих, при которых они были бы наиболее целесообразно обслужены с гигиенич. и психофизич. точек зрения. Здесь имеются в виду определенные требования в отношении t° помещения, влажности воздуха и его пыльности, освещения помещения и его окраски. Опыты показали, что от разнообразной окраски помещения, а также и от различной степени освещенности в большой мере зависят и производительность труда и самочувствие работающих; последние вопросы являются предметом изучения *гигиены труда* (см.) и психофизиологии труда. К области изысканий последней относятся и такие вопросы Н.о.т., как например организация рабочего места, приспособленного к анатомич. и психофизиологическим требованиям, как организация соответствующего режима работы с определенным чередованием времени работы и отдыха, в целях уменьшения утомления и повышения производительности труда. К области широко понимаемой Н.о.т. относятся также такие проблемы, как специализация предприятий и их кооперирование, как организация производства, *рационализация* (см.), *стандартизация* (см.) и др.

Научной разработкой проблем Н. о. т. в СССР занят ряд институтов: Центральный ин-т труда, Ин-т охраны труда и Ин-т техники управления (Москва), Ин-т рационализации управления (Харьков), Казанский ин-т НОТ и ряд институтов в сети Наркомтруда и Наркомздрава, с задачами разработок по линии охраны труда и его оздоровления. Общество работников Н. о. т. (ОРН) объединяет как общественная научная организация соответствующих специалистов в области Н. о. т. Обмену опытом в области Н. о. т. содействуют научные конференции: Первая всероссийская конференция собрана была в 1921 году, Вторая всесоюзная конференция в 1924 г.; в 1925 г. ВСНХ собрал Всесоюзное совещание по рационализации производства; в июне 1930 года ВСНХ совместно с Госпланом и ВЦСПС собрали Всесоюзную конференцию по рационализации и борьбе с потерями (конференция разбирала в основном организационные вопросы). В 1931 году намечается Третий всесоюзный съезд по рационализации. За границей в ряде стран имеются ин-ты, занимающиеся различными проблемами научной организации труда; наиболее известны: руководимый проф. Атцлером ин-т физиологии труда в Дортмунде, Японский ин-т труда в Курашики. В связи с усилением капиталистич. рационализации почти все страны Запада используют в своих целях пропаганду научных методов, будто бы лежащих и в основе капиталистич. рационализации; в связи с этим почти во всех странах организованы с подавляющим участием промышленных и финансовых кругов национальные комитеты по Н. о. т. Такие комитеты имеются в Бельгии, Болгарии, Франции, Италии, Голландии, Польше и других странах. В Германии и Австрии существуют государственные кураториумы по рационализации. Эти национальные комитеты объединены в международном комитете по Н. о. т., основной

ф-ией которого является созыв международных съездов по Н. о. т. Таких съездов до сих пор было четыре: первый в 1924 г. в Праге (на нем участвовала и советская делегация), второй в 1925 г. в Брюсселе, третий в 1927 г. в Риме, четвертый в 1929 году в Париже. В виду того что организация этих съездов находится фактически в руках капиталистических групп и что рабочая общественность на эти съезды не привлекается, научные учреждения и промышленные предприятия СССР в последние годы на этих съездах не участвуют. Пятый международный съезд по Н. о. т. состоится в 1932 г. в Голландии. В качестве международного центра по Н. о. т. с задачами главн. образом информационного и научно-библиографического характера функционирует с 1927 года Международн. ин-т НОТ в Женеве; членами этого ин-та являются отдельные институты, предприятия и лица. В виду организационных связей ин-та с Лигой наций советские ученые учреждения не входят в качестве членов в этот ин-т.

Лит.: Тейлор Ф., Административно-технич. организация промышл. предприятий, пер. с англ., Москва, 1918; его же, Научная организация труда, пер. с англ., 2 изд., М., 1924 (две работы Тейлора); Джильбрет Ф., Изучение движений как способ повысить производительность труда, 2 изд., М., 1924; Бурдянский И., Основы рационализации производства, Москва, 1930; «Труды Первой всероссийской конференции по научной организации труда и производства», вып. 1—6, М., 1921; Тезисы и доклады Второй всесоюзной конференции по научной организации труда и производства, Москва, 1924; Atti del III Congr. Intern. di Organizzazione scientifica del lavoro, Roma, 1927; IV Congrès International de l'organisation scientifique du travail, Mémoires, Paris, 1922.

И. Бурдянский.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ, см. *Организация научных исследований и промышленных испытаний.*

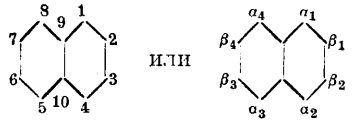
НАФТАЛИН, $C_{10}H_8$, углеводород ароматического ряда, кристаллизующийся в блестящих бесцветных листочках моноклинич. системы, с характерным запахом; $t°_{пл.}$ 80°, $t°_{кип.}$ 218°. Уд. вес твердого Н. D^{25} = 1,1517, жидкого — D^{100} = 0,9628. В воде Н. практически нерастворим. Растворимость Н. в вес. частях на 100 ч. различных органич. растворителей (при 15°) следующая:

Этиловый спирт	5,29
Бензол (чистый)	45,80
Толуол	32,00
Ксилол	31,50
Кумол	30,10
Продажный 90%-ный бензол	43,20
Сольвент-нафта	31,72
Смесь из 50% бензола + 50% толуола	39,80
» 30% » + 70% »	37,20
50%-ный продажный бензол	31,80
Петролейный эфир (уд. вес 0,672)	16,90
Креозотовое масло (уд. вес 1,03 с содержанием 8% фенола)	9,65
Тяжелое масло	8,90
Нефтяное масло (уд. вес 0,885)	11,20
Крезиловая к-та (смесь всех трех крезолов, получаемая при перегонке камен. угля; уд. в. 1,059)	15,20

Упругость паров Н. при различных $t°$:

°C	*мм* рт. ст.	°C	*мм* рт. ст.
20	0,064	160	166,5
80	7,4	170	222,7
100	18,32	180	298,8
110	28,37	190	387,1
120	41,60	200	495,0
130	60,57	210	630,8
140	86,55	220	796,5
150	121,15	250	1 487,0

Теплота плавления нафталина 35,68 Cal; теплота испарения 75 Cal; теплота сгорания (твердого Н.) 9 624 Cal; удельная теплоемкость твердого Н. 0,310, жидкого (при 83°) 0,396. Молекула нафталина содержит 2 конденсированных бензольных ядра (имеющих два общих углеродных атома); ее строение изображают обычно как бициклическое; представление же о пространственном расположении атомов и о распределении валентности стоит в зависимости от того или иного взгляда на строение бензольного ядра. Для обозначения места замещающих групп в Н. пользуются следующей нумерацией углеродных атомов:



В химическом отношении ядро Н. обладает значительной устойчивостью; реакции его являются характерными для ароматич. углеводородов вообще, отличаясь лишь бо́льшим разнообразием продуктов замещения по сравнению с бензолом. При окислении нафталина получается фталевый ангидрид $C_6H_4\langle^{CO}_{CO}\rangle O$. Обработка Н. разбавленной азотной кислотой при обыкновенной $t°$ дает α-мононитронафталин, при нагревании — динитронафталины; при действии крепкой азотной к-ты или нитрующей смеси получаются три- и тетранитронафталины, обладающие взрывчатыми свойствами. Крепкая серная кислота при $t°$ до 70° дает α-нафталинсульфоновую к-ту, а при повышенных $t°$ (~160°) — соответственный β-изомер, служащий в технике источником для получения β-замещенных нафталина. При продолжительном нагревании Н. с H_2SO_4 образуются *дисульфокислоты* (см.) нафталина.

Н. содержится в больших количествах в каменноугольной смоле, иногда до 10%, а обычно 5—6%. Джонс установил, что Н. присутствует лишь в смолах, полученных при $t°$ выше 750° (так что присутствие Н. в смоле служит признаком, что данная смола — не первичная), хотя Фишер, Шрадер и Зербе указывают, что первичная смола содержит некоторые дериваты Н., как α- и β-метилнафталины. Смолы, получаемые из горизонтальных и наклонных газовых реторт, содержат Н. примерно в таких же количествах, как и смола из коксовых печей (8—11%), но вертикальные реторты дают пониженный выход Н. Смола водяного газа также содержит Н. до 1,5%; в небольших количествах Н. содержится в смолах доменных газов. Содержание нафталина в светильном газе следующее:

Темп-ра °C	5	10	15	20	25
Упругость паров в *мм* рт. ст.	0,010	0,018	0,030	0,051	0,084
Количество Н. в *г/м*³	0,59	1,07	1,78	3,04	5,00

Методы получения. Главная масса Н. получается из среднего и тяжелого масел — фракций каменноугольной смолы, кипящих в пределах 170—230° и 230—280°; первая из них предварительно подвергает-

ся разгонке на «карболовое» (180—220°) и «нафталиновое» масла. Последнее (с содержанием 45—50% Н.) разливается в кристаллизаторы, обычно плоские ящики—«тарелки» (как их называют в Донбассе) глубиной до 1 *м*, емкостью 10—12 $м^3$, в которых оно остается 2—4 суток (количество кристаллизаторов рекомендуется рассчитывать на 8—10-суточную продукцию). За границей подобные тарелки устанавливают в несколько этажей в открытом с боков здании. На других з-дах, напр. в Англии, первую кристаллизацию Н. из горячего масла ведут в цилиндрич. резервуарах (обычно старых паровых котлах) емкостью 18—45 $м^3$, снабженных змеевиком для глухого пара. После того как кристаллизация закончена, спускают оставшееся жидким масло и расплавляют Н. при помощи глухого пара. Расплавленный Н. разливают в плоские кристаллизаторы, подобные упомянутым выше, для повторной кристаллизации. За границей в настоящее время применяют также искусственное охлаждение, причем кристаллизаторы снабжают мешалками, что значительно ускоряет процесс, и выделение Н. происходит полнее. Дальнейшим шагом вперед является применение непрерывнодействующих кристаллизаторов. В Англии запатентован аппарат [1] для кристаллизации Н., состоящий из расположенных горизонтально один над другим цилиндрических сосудов, в каждом из которых имеется концентрично расположенная труба со шнеком; внутренние трубы соединены последовательно между собой. По внутренним трубам течет нафталиновое масло, а между трубами—охлаждающая жидкость. Промышленного применения эти кристаллизаторы еще не нашли, хотя с успехом применяются для выделения парафина. По окончании кристаллизации Н. на тарелках дают маслу стечь через отверстие в дне тарелки, а кристаллич. массу Н. размалывают, подают в дезинтегратор и затем подвергают фугованию в центрифугах или прессованию в фильтрпрессах. После фугования в Н. остается еще 2—4% масла. Варнес дает следующую производительность центрифуг в зависимости от размера:

Диаметр барабана	Производительность
750 *мм*	52—104 *кг/ч*
900 »	63—105 »
1 050 »	76—152 »

После того как масло отфуговано, кристаллы промывают теплой водой (около 40°), способствующей, с одной стороны, расплавлению кристаллов β-метилнафталина, плавящихся при 32°, а с другой—вытеснению масла, задерживающегося между кристаллами Н. После фугования Н. подвергается прессованию в гидравлич. горячих прессах при давлении до 300 *atm*. В нек-рых случаях горячему прессованию подвергают сырой Н. непосредственно после применения кристаллизаторов, но при этом Н. получается худшего качества, так как вследствие большего содержания масел сырой Н. имеет более низкую $t°_{пл.}$, чем фугованный; поэтому во избежание больших потерь Н. прессование приходится вести при более низких $t°$, что не благоприятствует удалению примесей. Если прессованию подвергается нафталин нефугованный, то рекомендуется, расплавив $^1/_3$ Н., смешать его с остальною частью и эту смесь прессовать. Прессование в настоящее время производится почти исключительно в прессах, подобных применяемым на маслобойных з-дах и имеющих для заполнения прессуемым Н. два цилиндра с перфорированными стенками; в то время как один находится под давлением, другой выгружается и загружается вновь. Емкость цилиндра на прессах достигает 400 *кг*. Прессованный Н., хотя и содержит относительно малое количество примесей и имеет $t°_{пл.}$ около 79°, но благодаря своему не вполне белому цвету с трудом находит сбыт, вследствие чего его необходимо подвергать дальнейшей очистке. Для этого нафталин дробят, расплавляют и (для удаления влаги) промывают 0,5—1% серной к-ты (60° Bé), затем 3—4% (от веса Н.) серной к-ты (66° Bé); после кислотной промывки следуют 2—3 промывки водой и наконец одна щелочная промывка раствором едкого натра (уд. вес ~ 1,17) для полной нейтрализации. Вся операция промывки продолжается 5—6 ч. Промытый Н. (предназначающийся для синтеза красителей и тому подобных целей) подвергают ректификации под вакуумом в кубе, снабженном мощной колонной. Холодильник наполняют горячей водой в 85—90° во избежание застывания Н. Скорость отгонки—1 500—2 500 *л/ч*. В результате получается ~ 90% чистого Н. Продукт, применяемый как средство от моли, не нуждается в такой тщательной ректификации и либо подвергается сублимированию либо м. б. перегнан в простом кубе со шлемом; полученные кристаллы после измельчения могут быть спрессованы в шарики или кубики. Ниже приведены некоторые ориентировочные расходные коэфициенты, считая на 1 *т* нафталина:

Электроэнергия на центрифуги (для фугованного)	5 kWh
Электроэнергия на прессы (для прессованного)	60 »
Электроэнергия на дезинтегратор, воздух и мешалки при промывке (для промытого)	21 »

и на 1 *т* ректификованного Н.:

Электроэнергия на дезинтегратор, воздух и вакуум при ректификации	25 kWh
Вода горячая для промывки на центрифугах	3 $м^3$
Вода горячая для холодильника при ректификации	9 $м^3$
Пар на горячее прессование	0,20 *т*
Пар на расплавление Н.	0,1 »
Пар при ректификации Н.	0,1 »

Применение. Н. поступает на рынок в виде сырого центрифугированного Н., сублимированного Н. и прессованного в форме шариков, кубиков, плоских цилиндров или чистого кристаллического нафталина. Эти сорта отличаются помимо внешнего вида гл. обр. чистотой и в зависимости от последней имеют различную $t°_{пл.}$. В то время как сырой центрифугированный продукт содержит только 70—80% чистого Н., содержание Н. в кристаллич. продукте разнится от 100% лишь на несколько десятых %, а $t°_{пл.}$ лежит в пределах 79,5÷79,6°. Сублимированный, а также и прессованный Н. содержит чистого Н. 98—99%; $t°_{пл.}$ их ок. 79°. За границей сырой центрифугированный Н. применяется в довольно значительных количествах в качестве горючего для автомоби-

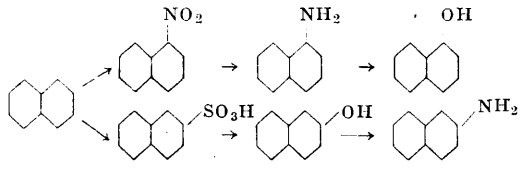
лей—как отдельно, так и растворенным в других видах жидкого топлива, напр. в бензоле, спирте и т. п. Н. сублимированный, или прессованный, применяется гл. обр. в качестве средства от моли. Кристаллический чистый Н. используется в значительных количествах как исходный продукт для целого ряда промышленных органических синтезов, главным образом в производстве синтетических красителей, а также взрывчатых веществ и некоторых фармацевтических препаратов. Другим потребителем Н. является промышленность искусственных смол, в частности изоляционных (глиптали и смолы, см. *Глиптали*) для электротехнич. целей; при их получении исходным веществом служит фталевый ангидрид, получаемый из Н. За последнее время крупной областью применения Н. сделалось производство *тетралина* (см.) и *декалина* (см.), применяемых как весьма ценные растворители и в качестве горючего для моторов. Кроме этого Н. находит применение в военной технике как составная часть горючих дымовых смесей.

Лит.: [1]) Ан. П. 115906/17.—Warnes A., Coal Tar Distillation a. Working-up of Tar Products, 3 ed., L., 1923; Handb. d. Kokerei, hrsg. v. W. Glund, 2 Aufl., B. 2, Halle a/S., 1928; Bunbury H. a. Davidson A., The Industrial Application of Coal Tar Products, London, 1925; см. также *Коксобензольное производство*. **Ф. Рыбкин.**

Производные Н.

Встречающиеся в природе немногие производные Н. не имеют технич. значения. Из них юглон (см. *Красящие вещества естественные*) находится в скорлупе грецкого ореха, сантонин—действующее начало цитварного семени; гомологи Н.: метил- и диметилнафталин, а также α- и β-нафтолы находятся в каменноугольном дегте. Наибольшее значение имеют синтетич. производные Н., получаемые введением в нафталиновое ядро различных групп (SO_3H, NH_2, NO_2, OH, галоидов и групп смешанных функций). Из них наибольшее значение имеют сульфопроизводные Н. Кроме главной области применения производных Н.—в синтезе красителей—они применяются и в других областях; так, β-сульфокислоты—при приготовлении искусственного дубителя «Нерадоль ND» (см. *Дубильные материалы*); β-нафтол применяется в медицине как антисептик. Эфиры β-нафтола с органическими к-тами применяются как кишечный антисептик: таковы: бензонафтол—эфир β-нафтола и бензойной к-ты, бетол—эфир салициловой к-ты, лактол—эфир молочной к-ты. Метиловый, этиловый и бутиловый эфиры β-нафтола применяются в парфюмерии и известны под названием *неролин* (см.). В фотографии применяются производные β-нафтола в качестве проявителей; таковы эйконоген (натриевая соль 1-амино-2-нафтол-6-сульфокислоты) и диогген (натриевая соль 1-амино-2-нафтол-3,6-дисульфокислоты).

Производные Н. в промышленности красящих веществ. Многие производные нафталина имеют исключительное значение в производстве азокрасителей. Особенно часто применяются сульфокислоты нафтиламинов, нафтолов, диоксинафталинов и аминонафтолов, количество к-рых весьма велико. В большинстве случаев они являются продуктами обработки более простых производных Н., получаемых либо из нитронафталинов либо из сульфокислот Н. Вследствие особенностей строения нафталинового ядра при нитровании Н. имеет место введение нитрогруппы исключительно в α-положение. В силу этого большинство простейших замещенных производных Н. (в α-положении) получаются дальнейшей обработкой α-нитронафталина или продукта его восстановления—α-нафтиламина. С другой стороны, при сульфировании Н. более стойкой является его β-сульфокислота (α-сульфокислота получается при более низких $t°$, и сульфогруппа в ней легко подвижна, переходя при более высокой $t°$ в β-изомер). В виду этого большинство простейших производных Н., имеющих заместителей в β-положении, получаются дальнейшей обработкой β-сульфокислоты Н. В нафталиновом ряду весьма легко протекает реакция взаимного превращения гидроксильной группы в амидную и наоборот, вследствие чего легко осуществляется получение α-нафтолов из α-нафтиламинов и β-нафтиламинов из β-нафтолов. Т. о. получение простейших производных Н. м. б. представлено следующ. схемой:

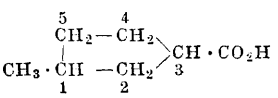


Вышеприведенные реакции могут иметь место не только в простейших производных Н., но и в более сложных, где наряду с одной нитрогруппой или одной сульфогруппой имеются и другие заместители. Таким путем м. б. получены и более сложные производные аминов и фенолов нафталинового (как α, так и β) ряда. Если такими заместителями являются сульфогруппы, то получаются сульфокислоты аминов и нафтолов. Сульфокислоты нафтиламинов и нафтолов м. б. также получены и непосредственным сульфированием готовых аминов и нафтолов. При пользовании обоими вышеприведенными методами, а также реакцией взаимного перевода амидной группы в гидроксильную и наоборот, получается возможность приготовления значительного числа моно- и полисульфокислот обоих нафтиламинов и обоих нафтолов. Щелочное плавление некоторых из них приводит к сульфопроизводным аминонафтолов и диоксинафтилинов. Наиболее важные из сульфокислот Н.: нафтионовая кислота (1,4-нафтиламинсульфокислота), кислота Невиль-Винтера (1,4-нафтолсульфокислота), к-та Шеффера (2,6-нафтолсульфокислота), R-кислота (2,3,6-нафтолдисульфокислота), G-кислота (2, 6, 8-нафтолдисульфокислота), H-кислота (1, 8, 3, 6-аминонафтолдисульфокислота), I-кислота (2, 5, 7-аминонафтолсульфокислота), γ-кислота (2,8,6-аминонафтолсульфокислота), хромотроповая к-та (1, 8, 3, 6-диоксинафталиндисульфокислота). Другие производные Н. применяются в значительных количествах как для синтеза красителей, так и в текстильной химии в ледяном крашении (см.

Крашение). Таковы α-нафтиламин и гл. обр. *нафтолы* (см.). Значение галоидопроизводных Н. невелико. Об отдельных классах производных Н. и о методах их получения см. *Промежуточные продукты* в синтезе красителей.

Лит.: Ворожцов Н. Н., Основы синтеза красителей, М., 1925; его же, Ступени в синтезе красителей, Л., 1926; Fierz-David H.E., Grundlegende Operationen d. Farbenchemie, 3 Aufl., B., 1924; Reverdin u. Fulda, Naphtalinderivate, Basel, 1894; Tauber u. Norman, Die Derivate des Naphtalins, «B», 1896, B. 29. **И. Иоффе.**

НАФТЕНОВЫЕ КИСЛОТЫ, карбоксильн. производные *нафтенов* (см.); общая ф-ла их простейших представителей $C_nH_{2n-1}\cdot COOH$. В более узком смысле под Н. к. понимают к-ты, встречающиеся в нефти или выделяемые из нее тем или иным способом; их называют тогда также нефтяными кислотами. Подобно нафтенам Н. к. могут принадлежать к различным циклич. рядам. Их рациональные названия должны указывать на природу циклич. ядра, а также на состав и положение боковых групп. Так например, Н. к. со строением



д. б. названа 1,3-метилциклопентанкарбоновой кислотой. Вопрос о строении основного циклич. ядра Н. к. несмотря на многочисленные работы в этом направлении и поныне остается открытым. Можно считать установленным лишь то, что простейшие естественные Н. к. в большинстве не принадлежат к ряду циклогексана. Надо думать, что здесь преобладают пятичленные циклы, т.е. те кольчатые системы, которые занимают столь видное место в составе нафтеновой части естественных нефтей.

Н. к. представляют собой маслянистые жидкости с характерным запахом, особенно неприятным и прилипчивым у низших естественных Н. к. Как типичные одноосновные к-ты, они легко образуют соли с одним эквивалентом основания и сложные эфиры с одной молекулой спирта. С трех- или пятихлористым фосфором Н. к. дают соответствующие хлорангидриды, превращающиеся при действии аммиака в кристаллич. амиды; последними удобно пользоваться для характеристики Н. к., выделения их из несложных смесей и очистки от примесей. По отношению к окислителям Н. к. очень устойчивы; окисление же при нагревании приводит здесь лишь к продуктам глубокого распада. Н. к. совершенно не действуют только на алюминий и нек-рые специальные сорта стали и чугуна, но оказывают довольно значительное действие на другие металлы; наиболее сильно действуют Н. к. на свинец и цинк, менее всего—на олово и железо.

Простейший способ синтеза Н. к. заключается в действии углекислоты на соответствующее магнийорганическое соединение, содержащее циклич. радикал. Так например, при действии CO_2 на магнийбромциклогексан, с последующим разложением промежуточного комплексного соединения водой, получается циклогексанкарбоновая к-та:

$$C_6H_{11}MgBr \rightarrow C_6H_{11}\cdot CO_2H.$$

Н. к. с шестичленными циклами м. б. получены также подобно нафтенам, путем гидрогенизации соответствующих ароматических соединений, т. е. бензойной кислоты (или ее эфиров) и ее гомологов. Наконец Н. к. можно получать из природных нефтей, для чего смесь очищенных к-т подвергают этерификации, и полученные сложные эфиры, метиловые или этиловые, подвергают фракционировке в вакууме, выделяя б. или м. узкие фракции. Так же, как в случае нафтенов, этим методом нельзя пользоваться для получения индивидуальных соединений; его применяют лишь для исследования химич. природы естественных нефтяных к-т.

Содержание Н. к. в разных нефтях различно; о нем можно судить по кислотности нефтей (в $\%SO_3$). Так например, кислотность балахано-сабунчинской нефти (уд. в. 0,880—0,882) колеблется от 0,100 до 0,104% SO_3, тогда как для различных сураханских нефтей кислотность наблюдается лишь в пределах от 0,04 (красная сураханская) до 0,006% (белая сураханская нефть). Как общее правило нафтеновые нефти заметно богаче кислотами, чем парафиновые. В дистиллатах одной и той же нефти Н. к. распределены также неравномерно. Наиболее богаты ими средние дистиллаты—соляровые и веретенные (около 2%), отчасти также и машинные (около 1,5%); керосиновые же и цилиндровые дистиллаты содержат Н. к. значительно меньше (0,4—0,5%). Получение Н. к. из нефти и ее дистиллатов производится обработкой последних едким натром с последующей обработкой щелочного раствора разбавленной серной к-той (см. *Асидол*). Получаемые таким образом Н. к. содержат обыкновенно минеральные масла (до 25%); они употребляются преимущественно при валянии шерсти, а также в качестве суррогата высших кислот жирного ряда при мыловарении. Их щелочные растворы, получаемые при очистке керосиновых дистиллатов («щелочные отбросы»), утилизируются также для изготовления мылонафта; для этого их сначала упаривают, а затем отсаливают поваренной солью и наконец продувают воздухом. Мылонафт хорошо мылится и характеризуется высокими дезинфицирующими свойствами; отрицательные качества мылонафта—жидкая консистенция и неприятный запах; для устранения его было предложено немало различных способов, к-рыми удается достичь б. или м. значительной дезодорации.

Лит.: Гурвич Л. Г., Научные основы переработки нефти, Москва, 1925; Budowski J., Die Naphtensäuren, Berlin, 1922; Naphtali M., Chemie, Technologie u. Analyse d. Naphtensäuren, Stuttgart, 1927; Aschan O., Naphtenverbindungen, Terpene und Campherarten, 1929; Brooks B., Chemistry of the Non-Benzenoid Hydrocarbons, New York, 1922. **С. Наметкин.**

НАФТЕНЫ, термин, первоначально предложенный для обозначения нефтяных углеводородов состава C_nH_{2n}, обладающих характером предельных (Марковников и Оглоблин, 1881—83 гг.). Правильнее подразумевать под Н. класс углеводородов непредельного состава, но с предельными свойствами, независимо от того, обнаружены эти углеводороды в нефти или нет. Простейшие Н., состав которых отвечает ф-ле C_nH_{2n}, характеризуются замкнутым (моноциклическим)

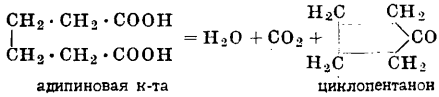
строением с 3, 4, 5, 6, 7 и более атомами углерода в цикле; их свойства напоминают свойства парафинов, вследствие чего Н. называются иногда циклопарафинами (см. *Алициклические соединения*). Каждый простейший Н. стоит во главе особого ряда, объединяющего обширную группу производных данного цикла. Кроме Н. состава C_nH_{2n} существуют также и Н. других рядов, например C_nH_{2n-2} и т. д.; они также обладают предельными свойствами, но по строению являются бициклическими или вообще полициклическими углеводородами.

Хотя Н. составляют главную часть нек-рых нефтей (напр. бакинской), выделение их из этого природного продукта представляет громадные трудности и не может служить источником получения чистых Н. (см. *Нефть*). Для получения отдельных представителей Н. применяются следующие синтетич. методы. 1) Действие металлич. натрия на некоторые дибромиды или цинковой пыли на их спиртовый раствор; этим путем получаются напр. циклопропан (Фрейнд, 1882 г.) и его гомологи:

$$BrCH_2\cdot CH_2\cdot CH_2Br + 2Na = \underset{\text{циклопропан}}{H_2C\triangle^{CH_2}_{CH_2}} + 2NaBr.$$

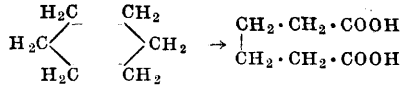
дибромпропан

2) Восстановление нек-рых галоидопроизводных, получаемых в свою очередь из соответствующих спиртов или кетонов. Последние могут быть получены проще всего сухой перегонкой двуосновных к-т жирного ряда или их солей, напр.:



адипиновая к-та циклопентанон

Этим способом был приготовлен впервые синтетич. Н., находящийся в кавказской нефти, 1, 3-диметилциклогексан (Зелинский, 1895 г.), а также позднее обнаруженные в нефти циклопентан (Вислиценус, 1893 г.), циклогексан (А. фон-Байер, 1893 г.) и многие другие Н. 3) Наконец Н. с шестичленными циклами и их производные удобно получаются гидрогенизацией соответствующих ароматич. соединений (см. *Гидрирование*). Этим способом широко пользуются в настоящее время для технич. превращения ароматич. углеводородов и их производных в соответствующие производные нафтенового ряда; так например, из фенола C_6H_5OH получают циклогексанол $C_6H_{11}OH$; из нафталина $C_{10}H_8$—декалин $C_{10}H_{18}$ и тетралин $C_{10}H_{12}$, и т. д. По своим химич. свойствам Н. напоминают более всего парафины; подобно последним они совершенно неспособны к реакциям присоединения. Исключение составляют лишь Н. низших рядов, напр. циклопропана; так, сам циклопропан, присоединяя иодистоводородную к-ту, дает иодистый пропил и т. п. Подобно парафинам Н. при действии хлора дают хлорозамещенные продукты, со слабой же азотной кислотой при нагревании образуют нитросоединения предельного характера; кроме того в этом последнем случае получаются и продукты окисления Н.—соответствующие двуосновные к-ты; так, из циклопентана получается глутаровая кислота, из циклогексана—адипиновая и т. п.:



циклогексан адипиновая к-та

Для шестичленных Н., напр. циклогексана и его гомологов, характерна также способность перехода в ароматич. углеводороды в присутствии тех же катализаторов, к-рые содействуют гидрогенизации бензола и его гомологов, но при более высокой температуре (ок. 350°).

Лит.: Гурвич Л. Г., Научные основы переработки нефти, Москва, 1925; Залкинд Ю. С., О составе нефтей, «Нефт. и сланц. хозяйство», М., 1922; Наметкин С. С., Очерк развития взглядов на углеводороды кавказской нефти, там же, 1921; Aschan O., Chemie d. alizyklischen Verbindungen, Braunschweig, 1905; Aschan O., Naphtenverbindungen, Terpene und Campherarten, inkl. Pinusharzsäure sowie Körper d. Kautschukgruppe, Berlin, 1929; Brooks B., Chemistry of the Non-Benzenoid Hydrocarbons, New York, 1922. **С. Наметкин.**

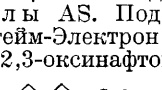
НАФТИОНОВАЯ КИСЛОТА, 1, 4-нафтиламинсульфокислота, применяется в производстве красителей. См. *Промежуточные продукты синтеза красителей*.

НАФТОЛЫ, оксипроизводные нафталина, элементарного состава $C_{10}H_8O$, широко применяемые в качестве *промежуточных продуктов синтеза красителей* (см.) и в текстильной химии для ледяного *крашения* (см.). Существуют два изомера Н.

1) α-Нафтол, получаемый сплавлением со щелочами α-сульфокислоты нафталина или же гидроксилированием α-нафтиламина; белый кристаллич. продукт с $t°_{пл.}$ 96°, $t°_{кип.}$ 278—280°, уд. в. 1,224, трудно растворимый в воде, легко — в органич. растворителях. Применяется в производстве красителей и для превращения в более сложные производные *нафталина* (см.).

2) β-Нафтол является одним из наиболее важных промежуточных продуктов в синтезе красителей, получается при сплавлении со щелочами β-сульфосоли нафталина и очищается перегонкой с перегретым водяным паром или в вакууме; белый кристаллич. продукт с $t°_{пл.}$ 122°, $t°_{кип.}$ 285—286°, уд. в. 1,217; трудно растворим в воде, легко—в органич. растворителях. Применяется для производства азокрасителей и изготовления более сложн. производных нафталина, как нитрозо-β-Н. и сульфокислоты β-Н.; особенно велико применение β-Н. в ледяном крашении.

3) Нафтолы AS. Под этим названием фирмой Грисгейм-Электрон были выпущены производные 2,3-оксинафтойной к-ты

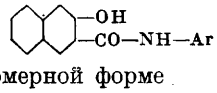


которые более применимы в ледяном крашении, чем β-Н., так как дают более яркие и прочные оттенки и облегчают самый процесс ледяного крашения; нафтолы AS обладают субстантивными свойствами и в силу этого адсорбируются волокном. В виду этого хл.-бумажные ткани, обработанные раствором нафтола AS, могут без предварительной просушки быть пущены на обработку раство-

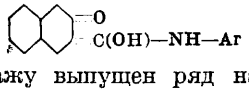
Нафтолы AS.

Марка	Название	Формула
—	анилид	2,3-оксинафтойной к-ты
BS	*м*-нитранилид	2,3-оксинафтойной к-ты
BO	α-нафталид	2,3-оксинафтойной к-ты
RL	*п*-анизидид	2,3-оксинафтойной к-ты
SW	β-нафталид	2,3-оксинафтойной к-ты
BR	дианизидид	2,3-оксинафтойной к-ты
TR	*м*-хлор-*о*-толуидид	2,3-оксинафтойной к-ты
D	*о*-толуидид	2,3-оксинафтойной к-ты
G	толуидид ацетоуксусной к-ты	

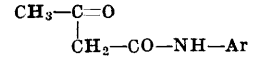
ром диазотированного амина; между тем при применении β-Н. необходимо пропитанные раствором β-нафтолята ткани предварительно высушить, что помимо лишней операции может вызвать и частичное окисление β-нафтолята и потускнение в силу этого оттенка окраски. Поэтому несмотря на довольно высокую цену нафтолов AS, они успешно конкурируют с β-нафтолом. 2,3-оксинафтойная кислота получается из β-нафтола при действии на нафтолят углекислотой. При взаимодействии 2,3-оксинафтойной кислоты с аминами в присутствии водоотнимающих веществ (преимущественно треххлористого фосфора) получаются ариламиды кислоты общего состава



или в таутомерной форме



В продажу выпущен ряд нафтолов AS, содержащих различные арильные остатки. Один из них является производным не 2, 3-оксинафтойной кислоты, а ариламидом ацетоуксусной кислоты, имеющей ту же β-дикетонную структуру, что и 2,3-оксинафтойная к-та в таутомерной кето-форме

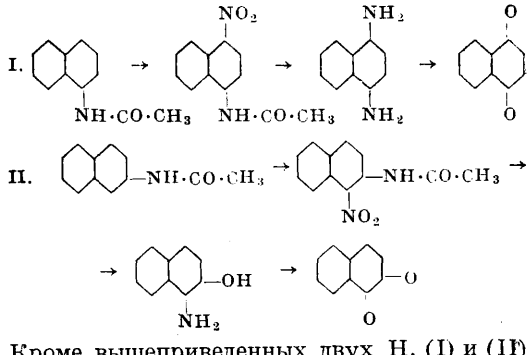


Нафтолы AS с различными основаниями дают всевозможные оттенки цветов и выпускаются в продажу под общим названием нафтолов AS с добавлением букв, характеризующих их марку. Эти нафтолы AS следующие (см. табл. на стр. 369).

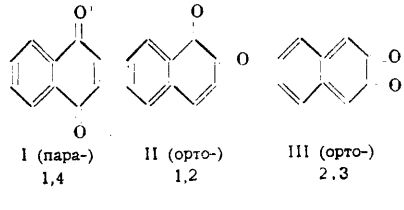
О применении нафтолов AS см. *Крашение*.

Лит.: Петров П., Викторов П. и Малютин Н., Химич. технология волокнистых веществ, Ив.-Вознесенск, 1928; Шапошников В. Г., Общая технология волокнистых и красящих веществ, М.—Киев, 1926; Ворожцов Н. Н., Основы синтеза красителей, М.—Л., 1925; его же, Ступени в синтезе красителей, Л., 1926. **И. Иоффе.**

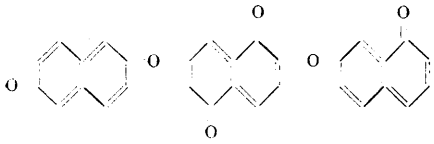
НАФТОХИНОНЫ, производные нафталина, элементарного состава $C_{10}H_6O_2$, к-рые содержат две карбонильные группы C=O. Первый Н. был получен непосредственным окислением нафталина в ледяной уксусной к-те хромовым ангидридом; при окислении *о*-аминофенола был получен другой нафтохинон, изомерный с первым. Строение обоих нафтохинонов было установлено работами Либермана; последний, исходя из ацетил-α-нафтиламина, получил *п*-нафтохинон 1,4 (схема I) и, исходя из ацетил-β-нафтиламина, получил *о*-нафтохинон 1,2 (схема II), оказавшиеся идентичными с полученными впервые продуктами:



Кроме вышеприведенных двух Н. (I) и (II) возможны теоретически еще четыре Н.:



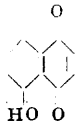
I (пара-) 1,4 II (орто-) 1,2 III (орто-) 2,3



IV (амфи-) 2,6 V (ана-) 1,5 VI (ката-) 1,7

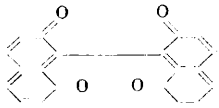
из к-рых первые три—одноядерные хиноны, а последние—двуядерные. 2,3-Н. до сих пор не удалось получить, что находится вероятно в связи с особенностью нафталинового ядра, в котором положение 2,3 не является *о*-положением. Ана-, или 1,5-Н., не удалось получить, т. к. при окислении соответствующего ему 1,5-диоксинафталина получается лишь окси-производное *п*-нафтохинона—юглон (VII) (см. *Красящие вещества* естественные):

VII.



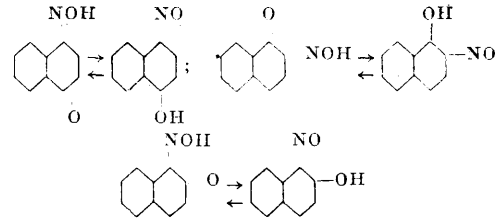
Ката-,или 1,7-Н., не был получен, т. к. окисление соответствующего ему 1,7-диоксинафталина приводит даже при умеренном окислении к дихинону соответствующего динафтила (VIII):

VIII.

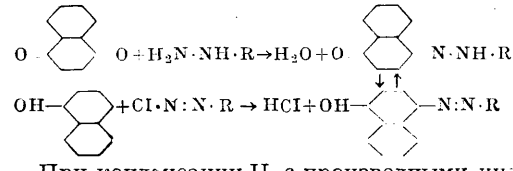


Таким обр. в настоящее время известны лишь три Н. 1) *п*-Нафтохинон, или 1,4-Н., получаемый окислением 1,4-аминонафтола (из *α*-нитрозонафтола или *α*-нафтольных азокрасителей), желтые иглы с $t°_{пл.}$ 125°, обладающий специфич. хинонным запахом, перегоняющийся с водяными парами, легко растворимый в большинстве органических растворителей и мало растворимый в воде. 2) *о*-Нафтохинон, или 1,2-Н., получаемый окислением 1,2-аминонафтола (из *β*-нитрозонафтола или *β*-нафтольных азокрасителей), оранжево-красные кристаллы, разлагающиеся при 115—120°; без запаха, не перегоняется с водяными парами. 3) Амфи-нафтохинон, или 2,6-Н., получается при окислении 2,6-диоксинафталина в сухом бензоле мелко измельченной перекисью свинца; оранжевые кристаллы, переходящие в серый цвет при нагревании до 135°; обладает сильно окислительными свойствами.

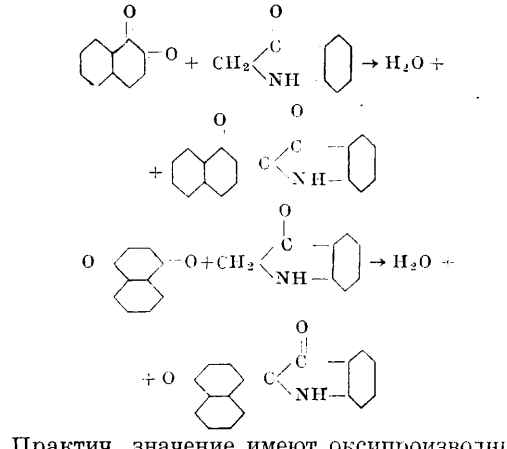
Практич. применение Н. невелико. Благодаря подвижности кислорода, входящего в карбонильную группу, Н. способны к реакциям конденсации с продуктами, легко отдающими два атома водорода. Так, при взаимодействии с гидроксиламином Н. переходят в нафтохинооксимы, которые идентичны с соответствующими нитрозонафтолами. Именно 1,4-нафтохинооксим идентичен с *α*-нитрозонафтолом, а 1,2-нафтохинооксим, в зависимости от положения оксимной группы, соответствует либо *β*-нитрозо-*α*-нафтолу либо *α*-нитрозо-*β*-нафтолу.



Эти нафтохинооксимы играют большую роль в производстве *красящих веществ* (см.) и являются либо протравными красителями либо промежуточными продуктами для приготовления красителей. Получаются они преимущественно нитрозированием *α*- и *β*-нафтолов (см. *Промежуточные продукты* в синтезе красителей). При конденсации Н. с гидразинами ароматич. ряда получаются нафтохинонгидразоны, являющиеся таутомерами азокрасителей. Так, из 1,4-Н. с ароматич. гидразином получается нафтохинонгидразон, идентичный с азокрасителем, полученным из соответствующего гидразину диазосоединения и *α*-нафтола по следующим схемам:



При конденсации Н. с производными индоксила в кето-форме получаются красители, имеющие типичную группировку либо индигоидов (см. *Индигоидные красящие вещества*) либо индолигнонов (см. *Красящие вещества* синтетические):



Практич. значение имеют оксипроизводные Н. (в частности вышеприведенный юглон) и диоксипроизводные (ценный протравный краситель нафтазарин); см. *Красящие вещества* синтетические — нафтохинонные красители.

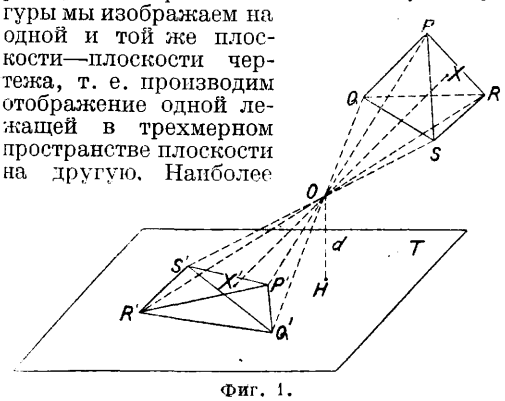
Лит.: Ворожцов Н. Н., Ступени в синтезе красителей, Ленинград, 1926; Meyer V. u. Jacobson P., Lehrbuch d. organischen Chemie, B. 2, T. 2, Berlin, 1923.

И. Иоффе.

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ, наука о методах изображения на плоскости пространственных фигур. Методы эти должны дать такое изображение фигуры, при к-ром по чертежу можно было бы судить об истин-

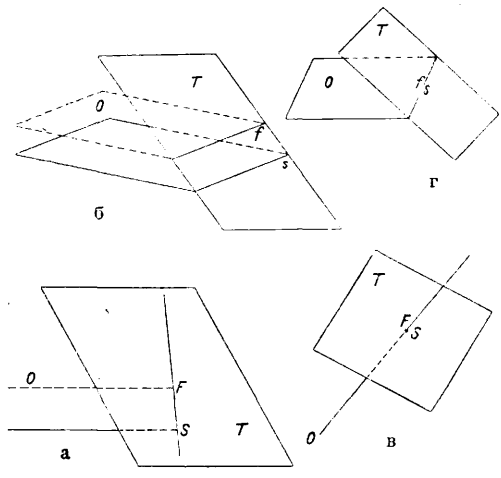
ной форме и размерах ее и которое было бы наиболее наглядным, т. е. при известной привычке производило бы на нас впечатление пространственного, а не плоского образа. Для целей геодезии, технич. черчения и картографии б. ч. вполне достаточно удовлетворить первому требованию. Для архитектора и художника второе требование является более существенным. Соответственно этому в первом случае чаще употребляются теоретически более простые, но не всегда дающие наглядный рисунок методы—ортогональной проекции на одну или несколько плоскостей, во втором случае—метод наиболее близкий к процессу человеч. зрения — центральное проектирование, или перспектива. Простейшие изображаемые нами предметы ограничены плоскими гранями; эти грани ограничены прямолинейными контурами; важнейшие, бросающиеся в глаза, точки—вершины этих контуров, т. е. точки пересечения нескольких прямых линий.

Естественно поставить требование, чтобы при изображении таких фигур прямые линии изображались прямыми, а вершины переходили в вершины. Различные грани фигуры мы изображаем на одной и той же плоскости—плоскости чертежа, т. е. производим отображение одной лежащей в трехмерном пространстве плоскости на другую. Наиболее общее преобразование одной плоскости в другую, при котором прямые переходят в прямые, а вершины в вершины, есть проективное преобразование, или коллинеация двух плоскостей. Все употребляемые в Н. г. преобразования суть частные случаи наиболее общих проективных преобразований, учение о которых составляет содержание проективной геометрии (см. *Геометрия*). Эти же методы годятся и при изображении предметов, не имеющих плоских граней и прямолинейных контуров, напр. кривых линий и поверхностей; но при этом следует помнить, что только прямолинейные контуры сохраняют свою прямолинейную форму; форма криволинейного контура, вообще говоря, меняется.



Фиг. 1.

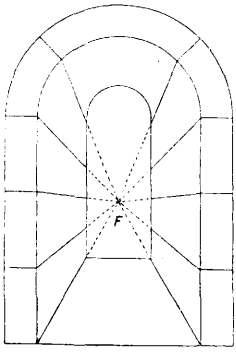
1. Центральная проекция, или перспектива. Преобразование перспективы есть проектирование фигуры из нек-рой точки—центра перспективы—связкой лучей (т. е. совокупностью лучей, проходящих в пространстве через центр). Перспективным образом точки X предмета является на плоскости T (фиг. 1) точка X' пересечения луча OX с плоскостью T. Перспектива есть именно то преобразование, к-рое производит наш глаз при наблюдении предмета: лучи зрения, проходя через глаз (центр перспективы), переводят все точки предмета в плоскость нашего зрения. Поэтому перспективные чертежи—наиболее наглядные, выпуклые, если мы правильно на них смотрим, т. е. совместим глаз с центром O. Опуская из O перпендикуляр на плоскость T, мы по его основанию H и длине d узнаем расположение



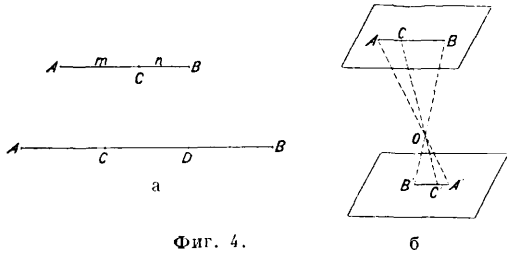
Фиг. 2.

центра. Прямые при перспективе переходят в прямые, вершины—в вершины. Перспектива есть следовательно преобразование проективное. Плоскость, вообще говоря, отображается во всю плоскость чертежа. Проективное соответствие, устанавливаемое при этом между плоскостями, называется перспективитетом и характеризуется тем, что линия пересечения плоскостей (ось перспективы) сама себе соответствует, так как для точек этой прямой $X' \equiv X$. Задача Н. г. состоит не только в умении отобразить данную пространственную фигуру на плоскости, но и обратно—в том, чтобы по готовому чертежу определить положение в пространстве изображенных на нем линий и плоскостей. Ищем поэтому на чертеже те точки прямых и плоскостей, задание которых однозначно определяет их положение в пространстве. Известно, что любая пара точек однозначно определяет прямую, тройка точек или пара параллельных или пересекающихся прямых однозначно определяют плоскость. Для простоты выбираем не произвольные, а вполне определенные точки и линии (фиг. 2а и 2б): 1) след прямой (плоскости), т. е. точку S (линия s) ее пересечения с плоскостью чертежа, и 2) точку F (линия f) схождения, определяющую направление (положение) прямой (плоскости) в пространстве и находящуюся на пересечении прямой (плоскости), параллельной данной прямой (плоскости) и проходящей через центр O. Говорят, что точка F (линия f) схождения есть перспективный образ бесконечно удаленной точки (прямой) нашей прямой (плоскости). Линии f и s параллельны между собой. Для прямых (плоскостей), проходящих через центр O, точки F и S (линии f и s) совпадают (фиг. 2в и 2г). Для

прямых и плоскостей, параллельных плоскости чертежа, точки F и S и линии f и s лежат в бесконечности. Во всех случаях кроме последнего точки F и S однозначно определяют прямую, линии f и s—плоскость. Точки пересечения двух прямых переходят в точки пересечения на чертеже. Параллельные прямые переходят не в параллельные на чертеже, а в пересекающиеся—пучок прямых, проходящих через их общую точку схождения F (фиг. 3). Только линии, параллельные между собой и параллельные плоскости чертежа, изображаются параллельными прямыми вследствие того, что их общая точка F лежит в бесконечности. Две прямые, не лежащие в одной плоскости, не пересекаются. На чертеже они пересекутся. Если прямые заданы точками S_1, F_1; S_2, F_2, то они пересекаются в пространстве тогда и только тогда, когда линия, соединяющая S_1 с S_2, параллельна линии, которая соединяет F_1 с F_2. При помощи задания точек F и S и линий f и s легко решаются задачи пересечения прямой с плоскостью и двух плоскостей. Этими задачами и кончаются вопросы чистой прямолинейной геометрии, не имеющей дела с измерением линий и углов. Задачи измерительного, или метрического, характера, к которым относится и проведение перпендикуляров, перспектива не решает просто,—по следующей причине. При перспективном отображении длины отрезков и величины углов вообще меняются



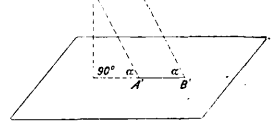
Фиг. 3.



Фиг. 4.

и меняются непропорционально. Если отрезок AB разделен точкой C в отношении $\frac{AC}{CB} = \frac{m}{n}$, то при перспективе это отношение вообще изменится $\left(\frac{A'C'}{C'B'} \neq \frac{m}{n}\right)$; в частности середина отрезка переходит не в середину, а в другую точку. Только сложное отношение четырех точек отрезка A, B, C, D, т. е. $\frac{AB}{AC} : \frac{AD}{BD}$ сохраняется при перспективе (фиг. 4а). Для фигур, лежащих в плоскостях, параллельно плоскости чертежа, перспектива дает подобные образы, т. е. сохранение углов и сжатие или растяжение длин в определенном отношении (фиг. 4б). Сложное отношение хотя и не изменяется при перспективе, однако является слишком громоздким аппаратом для решения простых измерительных задач Н. г. Проще обратиться к таким методам, где величины изменяются в определенном отношении, т. е. к методу параллельного проектирования.

2. Параллельная проекция—частный случай перспективы, когда центр O удален в бесконечность, т. е. все точки изображаемого предмета проектируются лучами, параллельными нек-рому направлению, на плоскость чертежа. Изображение получается при этом такое, как если бы мы смотрели на предмет из очень большого удаления. Выпуклость чертежа сравнительно с перспективой теряется, но зато законы отображения более просты. На законах параллельной проекции основано построение падающих теней. Действительно, источник света—солнце—находится от земли на столь большом расстоянии, что практически лучи света можно считать параллельными (если источник света находится на небольшом расстоянии от предмета, тень строится по законам перспективы). Прямые изображаются в параллельной проекции прямыми, кроме тех, к-рые параллельны направлению проекционных лучей и следовательно изображаются точкой. Параллельные прямые переходят в параллельные на чертеже. Плоскость отображается на всю плоскость чертежа. Проективное соответствие, получающееся при этом между плоскостями, называют аффинным или аффинитетом; оно характеризуется тем, что кроме линии пересечения плоскостей, к-рая сама себе соответствует по точкам, бесконечно удаленная прямая одной плоскости переходит в бесконечно удаленную прямую другой плоскости (т. к. параллельные переходят в параллельные). Это обстоятельство представляет удобство сравнительно с перспективой. Но с другой стороны, в перспективе образы бесконечно удаленных элементов, т. е. точки и линии схождения, вместе со следами однозначно определяли положение прямых и плоскостей в пространстве, здесь же образы бесконечно удаленных элементов также лежат в бесконечности и не могут оказать помощи при решении этой задачи. Зато метрич. соотношения в параллельной проекции проще. Длины отрезков на данной прямой изменяются в одном и том же отношении, т. е.



Фиг. 5.

$$\frac{AC}{CB} = \frac{A'C'}{C'B'},$$

в частности середина отрезка переходит в середину. Длина проекции зависит лишь от направления прямой и направления проекционных лучей, а именно (фиг. 5):

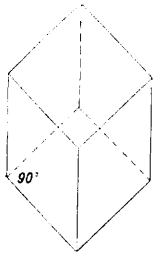
$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{\sin\alpha}{\sin(\alpha+\beta)}.$$

Следует помнить, что для разных прямых угол β меняется, так что в разных направлениях длины изменяются в разных отношениях. Конгруентность, т. е. сохранение всех размеров фигуры, получается (как подобие в случае перспективы) для фигур, которые лежат в плоскостях, параллельных

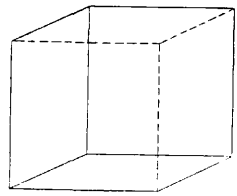
плоскости чертежа, и только для них. Этим обстоятельством пользуются при выборе плоскости чертежа, к-рый находится в нашем распоряжении в каждой конкретной задаче, а именно выбирают ее параллельною той из граней фигуры, размеры к-рой мы хотим получить истинными, неискаженными. Истинные размеры других граней исследуются методом совмещения их с плоскостью, параллельною плоскости чертежа. Важным частным случаем параллельн. проекции является т. н. «военная перспектива», т. е. параллельная проекция под углом в 45° ($\alpha = 45°$) к плоскости чертежа, выбранной горизонтально. В этой проекции основания фигур, как параллельные плоскости чертежа, изобразятся без искажения. Кроме того не исказятся длины высот (фиг. 6): $\alpha = 45°$; $\beta = 90°$;

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{\sin 45°}{\sin 135°} = 1.$$

Часто употребляется также параллельная проекция на вертикальную плоскость под



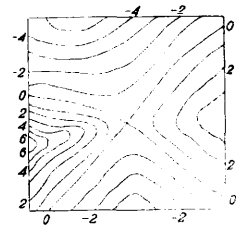
Фиг. 6.



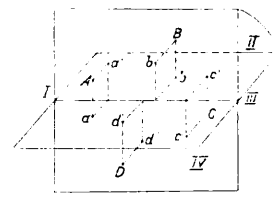
Фиг. 7.

углом 30°, 45° и 60° (фиг. 7). Косая параллельная проекция благодаря возможности выбора угла α и плоскости проекции дает чертежи, хотя и худшие, чем перспектива, но все-таки достаточно наглядные. Если отказаться от последнего требования, то простейшей по своим законам и наиболее приспособленной для решения метрич. задач является прямая параллельная, или ортогональная, проекция.

3. Ортогональная проекция — частный случай параллельной, под углом $\alpha = 90°$ к плоскости чертежа, к-рую как правило выбираем либо вертикальной либо горизонтальной. Длина проекции особенно просто выражается через длину проектируемого отрезка: $A'B' = AB \cdot \cos \beta$, где β—угол между прямой и плоскостью чертежа. Все точки, лежащие на одном перпендикуляре к плоскости чертежа, имеют одну и ту же проекцию. Определить однозначно по данной проекции форму и размеры фигуры является невозможным. Поэтому либо д. б. даны по крайней мере две проекции фигуры, либо чертеж в ортогональной проекции должен содержать отметки о высотах каждой вершины по отношению к плоскости чертежа. Если плоскость T—горизонтальна, то высоты над нею считают положительными, а под нею—отрицательными; если T—вертикальна, то высоты точек, лежащих перед нею, считают положительными, за нею—отрицательными. Т. о. в каждой вершине проекции прямолинейной фигуры должно стоять некоторое положительное или отрицательное число. Высоты остальных точек находим, соединяя вершины прямыми. Если фигура не прямолинейная, то нужно знать высоту каждой точки. Принципом отметок (топографич. метод) пользуются при черчении карт. Чтобы изобразить рельеф местности, точки, лежащие на одной и той же высоте, соединяют



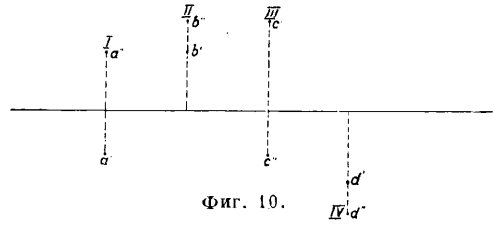
Фиг. 8.



Фиг. 9.

линиями (т. наз. горизонтали, или линии уровня), к-рые затем отмечают числами (фиг. 8). Однако для многих целей значительно удобнее принципа отметок является проекция на две различные плоскости.

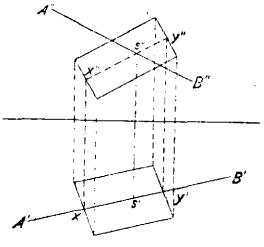
4. Ортогональная проекция на две плоскости изобретена создателем Н. г., франц. геометром Монжем (Monge) в 1798 г. За плоскости проекции берем горизонтальную плоскость и вертикальную, выбор к-рой каждый раз диктуется условиями задачи. При чертежах заданий получается т. о. план и фасад здания. Вместо двух отдельных проекций фигуры Монж предложил изображать обе проекции в одной и той же плоскости след. обр. Вертикальную плоскость вращают вокруг оси проекции (линии пересечения горизонтальной и вертикальной плоскостей) назад до совмещения ее с горизонтальной (фиг. 9). Задняя часть горизонтальной плоскости будет совмещена таким обр. с верхней частью вертикальной, а передняя с ее нижней частью. Точка изображается на двойной плоскости двумя проекциями, лежащими на одном перпендикуляре к оси проекции a' и a'' (фиг. 10); при этом расстояние горизонтальной проекции a' от оси проекции равно высоте точки по отно-



Фиг. 10.

шению к вертикальной плоскости, расстояние вертикальной проекции a''—высоте точки над горизонтальной плоскостью. В зависимости от того, как расположены проекции точки, над осью или под осью проекции, можно судить, в каком из четырех квадрантов, на которые разбивает наша пара плоскостей пространство, лежит данная точка (фиг. 10). Для определения положения прямой достаточно знать проекции двух ее точек. Соединяя одноименные проекции этих точек прямыми, мы получаем проекции прямой, к-рые вполне определяют ее положение в пространстве. Соответственные проекции двух параллельных прямых параллельны. Чтобы опре-

делить, пересекаются ли две прямые, мы должны рассмотреть точки пересечения их одноименных проекций. Если эти точки пересечения лежат на одном перпендикуляре к оси проекций, то прямые пересекаются, в противном случае—нет. Плоскость изображается обычно либо проекциями некоторого лежащего на ней тр-ка или мн-ка (в частности параллелограма) либо проекциями двух лежащих на ней пересекающихся или параллельных прямых. При этом на плоскости особенно важную роль играют 2 семейства линий: линии параллельные горизонтальной плоскости, или линии высот, и линии параллельные вертикальной плоскости, иногда называемые линиями фронта. Линии высот вообще пересекаются с линиями фронта; для плоскостей, параллельных оси проекции, оба семейства совпадают. Пара линий по одной из каждого семейства определяет плоскость.

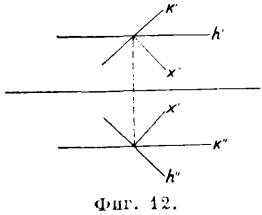


Фиг. 11.

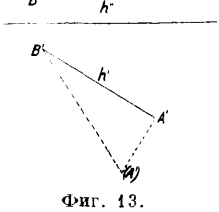
Задача пересечения прямой и плоскости. Для нахождения точки пересечения прямой и плоскости (заданной проекциями параллелограма) проводим через прямую вспомогательную плоскость, перпендикулярную к горизонтальной плоскости проекции. Горизонтальная проекция вспомогательной плоскости совпадает с горизонтальной проекцией $A'B'$ нашей прямой (фиг. 11). Ищем проекции точек x, y пересечения вспомогательной плоскости с двумя из ребер параллелограма. Горизонтальные проекции x', y' этих точек найдутся на пересечении $A'B'$ с горизонтальной проекцией параллелограма, вертикальные проекции x'', y''—на пересечении перпендикуляров к оси проекции их x', y' с вертикальными проекциями этих ребер. Соединяя x'' с y'' пунктирной линией, мы на пересечении ее с вертикальной проекцией $A''B''$ нашей прямой найдем вертикальную проекцию s'' искомой точки S пересечения прямой и плоскости. Для нахождения горизонтальной проекции s' достаточно провести перпендикуляр из s'' к оси проекции, до встречи его с $A'B'$. Ясно, что построение можно вести, использовав другую вспомогательную плоскость, перпендикулярную к вертикальной плоскости проекции. Результаты обоих построений должны совпасть, на чем и основан способ проверки. Задача пересечения двух плоскостей сводится к предыдущей. Ищем точки пересечения одной из плоскостей с двумя прямыми другой плоскости и соединяем полученные точки прямой линией. Задача проведения перпендикуляра к данной плоскости. Ни перспектива, ни косая параллельная, ни даже ортогональная проекция не сохраняют величины углов, а следовательно и свойства перпендикулярности. Прямой угол изображается в ортогональной проекции как прямой тогда и только тогда, когда одна из его сторон параллельна плоскости проекции. Если плоскость задана проекциями линий высот и линий фронта, то перпендикуляр к плоскости (а следовательно и к обеим этим линиям) будет иметь горизонтальную проекцию перпендикулярною к горизонтальной проекции линии высот и вертикальную проекцию перпендикулярною к вертикальной проекции линии фронта. Отсюда простое построение перпендикуляра к плоскости (фиг. 12). То же построение в обратном порядке служит для проведения плоскости перпендикулярной к данной прямой. В этом построении и состоит главное преимущество ортогональной проекции перед любой косоугольной проекцией.

Переходя к задачам метрическим, мы встречаемся здесь прежде всего с определением истинной величины отрезка. Если угол α наклона отрезка к плоскости проекции задан, то величину можно вычислить по ф-ле $AB = \frac{A'B'}{\cos\alpha}$. Но обычно величина угла α неизвестна, заданы лишь проекции отрезка. Поэтому важно иметь геометрич. конструкцию, дающую истинную величину отрезка.

Задача определения истинной длины отрезка. Проекции отрезка AB меньше истинной величины его, кроме случая параллелизма отрезка и одной из плоскостей проекций. Чтобы привести отрезок в такое положение параллелизма, его вращают вокруг нек-рой оси, к-рую выбирают параллельною плоскости проекции. Осью вращения может служить например проходящая через B линия высот h той вспомогательной плоскости, которая проходит через AB и перпендикулярна горизонтальной плоскости проекции. Горизонтальная проекция h' линии h (фиг. 13) совпадает с горизонтальной проекцией $A'B'$ нашего отрезка, вертикальная проекции h'' параллельна оси проекции. Вспомогательную плоскость вращаем вокруг h до тех пор, пока она попадет в положение, параллельное горизонтальной плоскости. Горизонтальная проекция (A') точки A в новом положении будет лежать, как легко видеть, на перпендикуляре к $B'A'$ в точке A', на расстоянии $A'(A')$, равном расстоянию от точки A'' до h''. Пунктирная линия $B'(A')$ дает истинную величину AB.



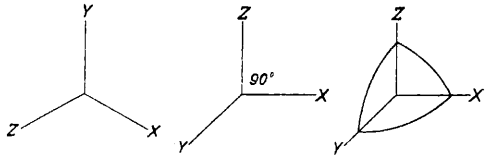
Фиг. 12.



Фиг. 13.

5. Ортогональная аксонометрия—ортогональная проекция на три взаимно перпендикулярные плоскости. Точка, как известно из метода *координат* (см.), вполне определяется такими тремя проекциями. Для изображения всех трех проекций на одной и той же плоскости чертежа проектируют их вместе с осями координат на эту пло-

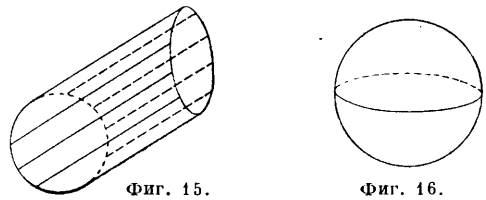
скость косоугольно. По теореме Польке, любая тройка отрезков на плоскости OX, OY, OZ таких, что не все четыре точки O, X, Y, Z лежат на одной прямой, есть нек-рая косоугольная проекция трех единичных (длины 1) отрезков осей прямоугольных координат в пространстве. Поэтому тройку отрезков, координатный триэдр, можем выбрать произвольно, под любыми углами и любой длины. После этого изображение фигуры производится так, как это делается в аналитич. геометрии, т. е. по координатам точек. Выбор координатного триэдра дает



Фиг. 14.

нам относительную единицу масштаба на каждой из осей, так что и обратно—по данным проекциям можем определить координаты точки. Выбор триэдра дает кроме того перпендикулярные направления на каждой из координатных плоскостей, что представляет большие удобства при построении перпендикуляров. Аксонометрия дает при весьма простых средствах наглядные чертежи, поэтому при всех рабочих чертежах именно она и употребляется. На фиг. 14 даны наиболее употребительные триэдры и аксонометрич. изображение поверхности шарового сектора.

Круг и конические сечения. При перспективе любое конич. сечение может перейти в любое другое. В этом можно убедиться, помещая центр перспективы в вершину конуса (см. *Конические сечения*, фиг. 1). При параллельной проекции конич. сечения переходят в одноименные. Действительно, строя на данной кривой цилиндр (косой или прямой), всякую проекцию ее мы получим как сечение цилиндра нек-рой плоскостью, непараллельной образующим цилиндра (фиг. 15—эллиптич. цилиндр). В частности параллельная проекция круга есть



Фиг. 15. Фиг. 16.

эллипс. Желая получить проекцию сферы (поверхности шара), мы только в сечениях, параллельных плоскости чертежа, можем изображать круги, в других сечениях—эллипсы (фиг. 16). При параллельной проекции сохраняется свойство сопряженности; в частности пара взаимно перпендикулярных диаметров круга переходит в пару сопряженных диаметров эллипса. Н. г. находит применение гл. обр. в техническом черчении.

Лит.: Пальшау А., Начала начертательной геометрии, 9 изд., Москва—Ленинград, 1927; Weber H. u. Wellstein J., Энциклопедия элементарной математики, 2 изд., т. 2, кн. 1, Одесса 1913; Salkowski E., Grundzüge d. darstellenden Geometrie, Leipzig, 1928; Scheffers G., Grundzüge der darstellenden Geometrie, 2 Auflage, B. 1—2, Berlin, 1922—27. **Ю. Рожанская.**

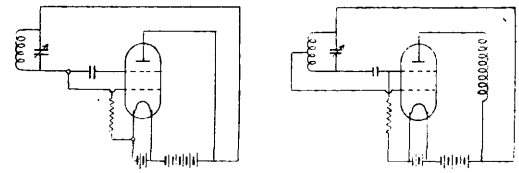
НАЧЕС, см. *Ворсовальная машина*, *Ворсовые ткани* и *Ткани*.

НАШАТЫРНЫЙ СПИРТ, см. *Аммиак*.

НЕВИЛЬ-ВИНТЕРА КИСЛОТА, α-нафтол-4-сульфокислота, наиболее важная из сульфокислот α-нафтола. См. *Промежуточные продукты синтеза красителей*.

НЕГАДИН в радиотехнике, схема лампового генератора, работающего от двухсеточной лампы, в к-рой колебательный контур включен в общий участок цепей контрольной сетки и сетки пространственного заряда. В Н. генерация осуществляется при отсутствии какого-либо специального устройства обратной связи; катушка колебательного контура является одновременно катушкой обратной связи. В этом заключается одно из преимуществ негадиновой схемы. Н. впервые предложен был голландцем Нуманом, почему эта схема иногда называется также схемой Нумана.

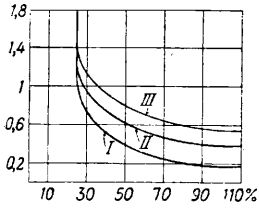
Н. находит применение гл. обр. для целей регенеративного приема при двухсеточных лампах. Телефон при этом включается в



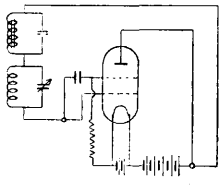
Фиг. 1. Фиг. 2.

анодную цепь. Особенно рационально применение Н. при приеме от рамочной антенны, т. к. он, не требуя специальных устройств для обратной связи, значительно облегчает вопрос об осуществлении регенерации непосредственно в контурах рамочной антенны. Степень обратной связи в Н. регулируется или изменением накала лампы или изменением при помощи переменного сопротивления напряжения на сетке пространственного заряда. Первый способ дает менее плавное наступление регенерации, чем второй; при этом он проще и в эксплоатационном отношении. Регенерация в Н. обычно резко наступает при малом напряжении накала, следовательно малом анодном токе, затем при дальнейшем повышении накала она держится постоянной и резко обрывается при достижении определенного максимального накала. Для получения плавного наступления регенерации в цепи сетки пространственного заряда должна участвовать лишь часть катушки колебательного контура (фиг. 1), и в анодную цепь включается дроссель (см. схему фиг. 2). На фиг. 3 даны типичные для Н. кривые зависимости анодного тока (в mA), при котором наступает регенерация, от числа действующих в цепи сетки пространственного заряда витков в % от их общего числа. Кривая I относится к случаю, когда в анодной цепи нет дросселя, кривая II—при включенном дросселе, имеющем $L = 0{,}6 \cdot 10^8$ *см* и $R = 26{,}2\ \Omega$, и кривая III—для дросселя, имеющего $L = 1{,}65 \cdot 10^8$ *см* и $R = 59\ \Omega$. Все кри-

вые относятся к немецкой лампе RE—26. Дроссель в анодной цепи способствует также получению равномерной регенерации на широком диапазоне волн. Негадинная схема применяется и в сверхрегенеративном радиоприеме. В этом случае колебания вспомогательной частоты получаются от контура,



Фиг. 3.



Фиг. 4.

настроенного на эту частоту и включенного последовательно с контуром принимаемой частоты также в общем участке цепей контрольной сетки и сетки пространственного заряда (см. фиг. 4). Н. находит также применение и в измерительной технике как устойчивый и удобный в работе генератор с одной катушкой.

Лит.: Mittelmann E., Untersuchungen über die Schwingschaltung, von Numans-Rosenstein, «Jahrbuch d. drahtlosen Telegraphie u. Telephonie», Berlin, 1926, B. 28, H. 6; Mittelmann E., Weiterer Beitrag zur Negadynschaltung, ibid., 1927, B. 30, H. 5; Wigge H., Rundfunktechnisches Handbuch, B. 1—2, Berlin, 1925—27.

НЕГАТИВ, фотографическое изображение, отрицательное по отношению к снимаемому объекту в смысле распределения светотени: чем ярче освещены отдельные части объекта, тем темнее они выходят на Н. Это объясняется тем, что в большинстве способов фотографич. воспроизведения (примеры и исключения—см. *Фотография*) действие света, упавшего на фотографич. материал, заключается в почернении последнего, зависящем от яркости света. Н. не является конечной целью при получении фотографич. изображения, которое должно передавать распределение светотени объекта в прямом, а не в обращенном виде. Каждый Н. является лишь промежуточной ступенью для получения неограниченного числа позитивных изображений с правильной передачей светотени. Позитив получается или путем обращения Н., или путем контактного печатания, или увеличения с Н., или наконец фотографической съемкой Н., если последний получен на непрозрачной подложке, напр. фотографической бумаге (см. *Бумаги фотографические*). Хороший Н. является поэтому необходимым, хотя и недостаточным условием получения хорошего фотографич. изображения, и оценка качеств и свойств Н. является серьезной задачей для каждого фотографа-практика. От правильности этой оценки зависит возможность исправления недостатков Н. путем его химической обработки (усиление, ослабление и т. д.), ретуши, подбора бумаги для позитива, способа печатания и т. д. Нормальным называется Н. с правильной передачей светотени объекта. Это значит, что участки объекта, представляющиеся глазу наблюдателя одинаково яркими, должны вызвать на Н. одинаковые почернения и что почернение на негативе должно быть пропорционально яркости объекта. Количественно яркость данного участка объекта определяется интенсивностью испускаемого или отражаемого им света, а почернение на Н.—непрозрачностью данного участка Н., т. е. отношением количества падающего на него света J_0 к пропущенному свету J: непрозрачность $O=\frac{J_0}{J}$. Логарифм непрозрачности называется плотностью Н.: $D=\lg O=\lg\frac{J_0}{J}$. Для бромосеребряных *эмульсий* (см.) плотность пропорциональна количеству выделившегося (после проявления) серебра.

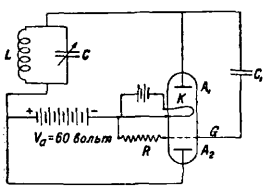
Если почернения на Н. нарастают медленнее, чем яркости объекта, то Н. называется мягким; если мягкость Н. выражена в такой степени, что природные контрасты сильно смягчены, и негатив является мало пригодным для получения с него позитива, то Н. называется вялым. Если, наоборот, контрасты освещения объекта передаются слегка преувеличенно, Н. называется контрастным, если сильно преувеличенно—жестким. Эти отклонения от нормальной передачи светотени объекта м. б. исправлены в процессе *проявления* (см.) негатива, поэтому весьма важно, чтобы фотограф умел определять характер Н. в темной комнате при слабом свете красного или зеленого фонаря; это умение приобретается длительным опытом. Значительно труднее исправить недостатки светопередачи по выходе из темной комнаты, т. е. по окончании *фиксирования* (см.). Тогда можно подвергнуть мягкие и вялые негативы усилению, контрастные и жесткие Н.—ослаблению. Если весь Н. является очень прозрачным, то он называется тонким; если, наоборот, все изображение очень темно (выделилось слишком много металлич. серебра), то Н. называется плотным. Тонкие Н. также м. б. исправлены усилением, а плотные—ослаблением, но способы химич. обработки здесь иные, чем для исправления неправильной передачи контрастов освещения. Часто Н. бывает затянут б. или м. плотной *вуалью* (см.), серой или цветной, к-рая д. б. удалена ослаблением или другими способами химич. обработки. Нормальным считается Н. с правильной передачей светотени, лишенный вуали, с достаточной, но не чрезмерной плотностью в светах (темных местах Н., соответствующих светлым участкам объекта) и хорошей передачей деталей в тенях (светлых местах Н.).

В целях сохранения оригинального Н., представляющегося особенно ценным или редким, приготовляется его фотографич. копия, т. н. дубликат Н., получаемый обыкновенно при помощи *диапозитива* (см.). К получению дубликата Н. приходится прибегать в том случае, если первоначальный Н. с редкого или неповторимого сюжета настолько неудачен, что не допускает непосредственного копирования. С него получают диапозитив, а с последнего—дубликат Н., и на нем приступают к процессам усиления или ослабления, к-рые могли бы испортить ценный Н. Соответственным подбором сортов эмульсий и способа проявления

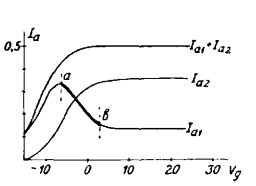
можно добиться дубликата Н. с совершенно иной градацией (см. *Фотография*, *Сенситометрия*) и т. о. исправить недостатки Н.

Лит.: Фотография и аэрофотография, под ред. Д. Сольского, пер. с нем., Москва, 1926; Энглиш Е., Основы фотографии, М.—Л., 1927; Goldberg E., Der Aufbau d. photographischen Bildes, Halle a/S., 1925; Eder J. M., Handbuch d. Photographie, T. 2 und 3, Halle a/S., 1903; Hauberrisser G., Wie erlangt man brillante Negative und scheine Negative, 21/25 Aufl., Lpz., 1925; Meute, Lehmann u. Nauck, Das Negativverfahren, Handbuch der Photographie, hrsg. v. W. Vogel, B. 2, T. 2, Berlin, 1926; Scheffer, Die Grundlage der Photographie, Berlin, 1917. **А. Рабинович.**

НЕГАТРОН, предложенная Скотт-Таггартом (заявка 1917 года) схема со специальной четырехэлектродной электронной лампой (см. *Лампа электронная*). Эта негатронная лампа в отличие от обычного триода обладает двумя анодами (фиг. 1): главным A_1 и «отклоняющим» A_2, причем последний обычно бо́льших размеров, чем A_1. С такой лампой осуществляется падающая характеристика тока I_a на A_1 относительно напряжения V_g на сетке G (фиг. 2) благодаря тому, что при подхо-



Фиг. 1.



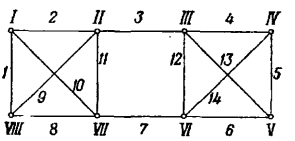
Фиг. 2.

дящем подборе геометрич. размеров и взаимного расположения сетки и обоих анодов ток I_{a2} увеличивается за счет тока I_{a1}. Такая падающая характеристика ab (фиг. 2) обусловливает наличие *отрицательного сопротивления* (см.) $\frac{\partial I_{a1}}{\partial V_g} < 0$ (отсюда название Н.), к-рое, как и в *вольтовой дуге* (см.) или *динатроне* (см.), способствует возникновению колебаний в колебательном контуре LC (фиг. 1). В этой схеме сетке G сообщается необходимое (мгновенное) напряжение от колебательного контура через конденсатор C_1, причем увеличение напряжения на A_1 увеличивает V_g и тем уменьшает I_{a1} (благодаря увеличению I_{a2}). Утечка через большое сопротивление R обеспечивает, как обычно, поддержание нужного среднего напряжения на сетке, фиксируя тем самым выгодную рабочую точку на характеристике. R и C_1 м. б. в их действии заменены особой батареей, включаемой вместо C_1 отрицательным полюсом к аноду A_1 и положительным к сетке G. Рабочая точка и ток накала выбираются так, чтобы полный ток испускания $I_{a1} + I_{a2}$ равнялся току насыщения и распределялся между A_1 и A_2 примерно поровну. Технического успеха Н. не имел.

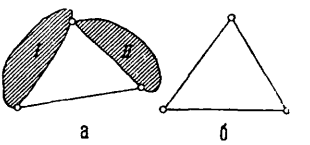
Лит.: Scott-Taggart T., «Radio Review», N. Y., 1921, v. 2, p. 61; «Jahrb. d. drahtl. Telegraphie und Telephonie», Berlin, 1922, B. 19, p. 148; Taschenbuch d. drahtlosen Telegraphie u. Telephonie, hrsg. v. F. Banneitz, Berlin, 1927; Habann E., «Jahrbuch der drahtl. Telegraphie u. Telephonie», Berlin, 1924, B. 24, H. 5/6; Ан. П. 166260/17. **Б. Введенский.**

НЕЗАТУХАЮЩИЕ КОЛЕБАНИЯ, см. *Колебания электрические*.

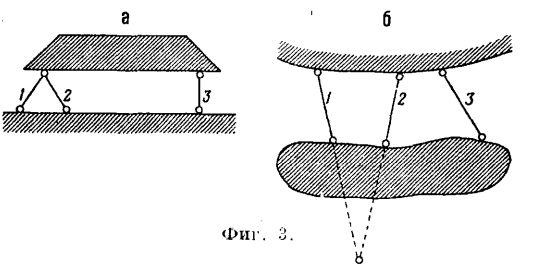
НЕИЗМЕНЯЕМОСТЬ ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ, неизменяемость системы, свойство стержневой системы сохранять свою теоретическую схему и взаимное расположение отдельных частей в пределах упругих деформаций, вызываемых нагрузками. Стержневые системы с жесткими узлами неизменяемы по существу конструкции своих узлов, например *жесткая рама* (см.); стержневые системы с шарнирн. соединениями узлов, например *фермы* (см.), требуют особого определения своей неизменяемости. Всякую систему можно рассматривать как состоящую из ряда стержней и неизменяемых дисков (см. *Система*). По условию статической определимости число полных шарниров S в системе и число n стержней или дисков должно удовлетворять условию $n = 2S - 3$ (см. *Система*). Если число стержней $n < 2S - 3$, то система заведомо изменяема. Но и условие $n = 2S - 3$ и $n > 2S - 3$ (система статически неопределима) не гарантируют неизменяемости системы; например показанная на фиг. 1 система, в которой $S = 8$ и $n = 14$, т. е. $14 > 2 \cdot 8 - 3$, по своему образованию является изменяемой. Простейшими образованиями системы являются соединение двух дисков шарниром и стержнем (фиг. 2а), или, что то же, присое-



Фиг. 1.

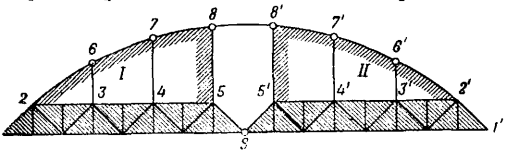


Фиг. 2.



Фиг. 3.

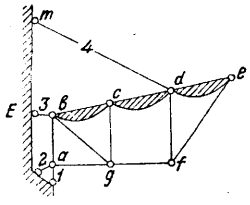
динение узла двумя стержнями (фиг. 2б), и соединение двух дисков тремя стержнями, не пересекающимися в одной точке (фиг. 3 а и б). Последующее развитие системы делается путем присоединения к исходной неизменяемой системе новых дисков, узлов и систем одним из указанных выше способов; напр. на фиг. 4 показана комбинированная



Фиг. 4.

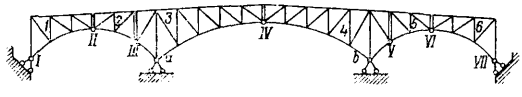
система, неизменяемость к-рой можно проследить следующим образом по ее образованию. Фермы *1—2—5—S* и *S—5'—2'—1'* как образованные из тр-ков представляют собой неизменяемые диски; к ним присоединены узлы *6*, *7*, *8* двумя стержнями каждый: узел *6* стержнями *2—6* и *3—6*, узел *7*—стержнями *6—7* и *4—7* и т. д., чем образуются

жесткие диски *I* и *II*; оба эти диска соединены между собой стержнем *8—8'* и шарниром *S*, что приводит к неизменяемой системе в целом. Аналогично неизменяемость прикрепления системы к земле требует, чтобы система была присоединена к земле не менее как тремя связями (стержнями), не пересекающимися в одной точке (наличие шарнира в присоединении рассматривается как две связи). По существу этого закрепления система и земля должны рассматриваться как два диска.

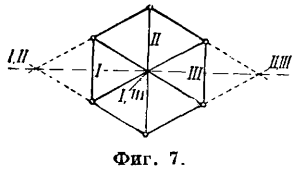


Фиг. 5.

Указанные условия образования простых систем позволяют проверять неизменяемость системы или указанным путем просмотра ее геометрич. образования из исходной системы (диска) или обратным путем, т. е. приведением заданной системы к исходной; последнее достигается путем последовательного устранения из системы узлов с двумя сходящимися в них стержнями, что в силу изложенного не нарушает неизменяемости остающейся части системы. Например проверка Н. г. системы, показанной на фиг. 5, м. б. сделана устранением узла *e* со стержнями *ed* и *ef*, затем узла *f* со стержнями *fd* и *fg*, затем узла *d* со стержнями *dm* и *dc*, что приводит к диску *cgab*, явно неизменяемому, как образованному из двух тр-ков и прикрепленному к земле *E* тремя стержнями *1, 2, 3*, не пересекающимися в одной точке. Неизменяемость системы, показанной на фиг. 6, определяется путем устранения шарнира *II* с двумя дисками *II—I* и *II—III*, затем, после устранения шарнира *VI* с двумя дисками *VI—VII* и *VI—V*, приводим к системе, образованной из двух дисков *III—IV* и *V—IV*, соединенных шарниром *IV* и стержнем *ab* (земля с неподвижными шарнирами *a* и *b*). Такая простая поверка Н. г. систем возможна только в тех случаях, если сама система построена простым геометрич. образованием без введения заменяющих стержней и других условий (см. *Система*), что приводит к отсутствию в таких системах узлов либо шарниров с двумя стержнями или дисками (фиг. 7, 8, 9 и др.).

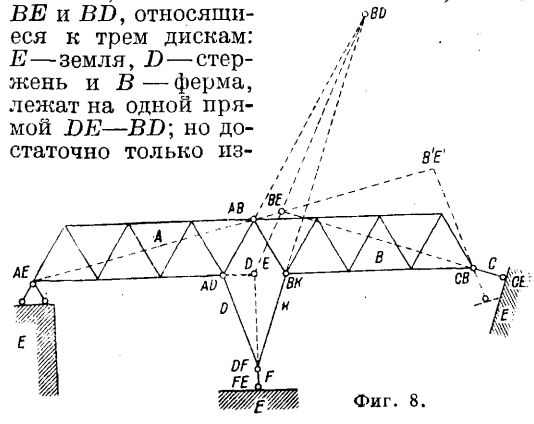


Фиг. 6.



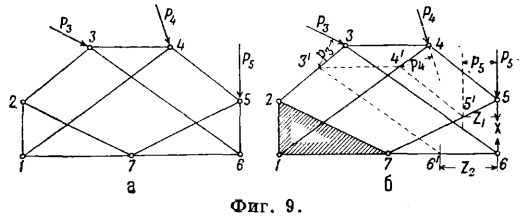
Фиг. 7.

В таких системах поверку неизменяемости следует производить, пользуясь условиями кинематики. По одному из них относительное смещение трех дисков возможно только в том случае, если три относительных мгновенных полюса этих дисков лежат на одной прямой (см. *Кинематический метод*). По этому условию система, показанная на фиг. 7, будет изменяема, т. к. относительные мгновенные полюсы *I-II*, *II-III*, *I-III* ее стержней *I*, *II* и *III* лежат на одной прямой. Система, изображенная на фиг. 8, будет изменяема, так как мгновенные полюсы *DE*, *BE* и *BD*, относящиеся к трем дискам: *E*—земля, *D*—стержень и *B*—ферма, лежат на одной прямой *DE—BD*; но достаточно только изменить направление опорного стержня *C*, что вызывает смещение полюса *BE* с прямой *DE—BD* в точку *B'E'*, и система станет неизменяемой.



Фиг. 8.

Исследование неизменяемости путем определения мгновенных полюсов нередко приводит к очень сложным построениям, почему целесообразнее пользоваться другим условием кинематики—построением плана скоростей (см. *Кинематический метод*). При определении этим способом внутренней неизменяемости системы из нее выделяют один из стержней или дисков, действие которого на остальную систему заменяется силами *X* (фиг. 9). С устранением стержня или диска система получает возможность смещения узлов, что позволяет построить для нее план скоростей, обозначенный на фиг. 9 цифрами



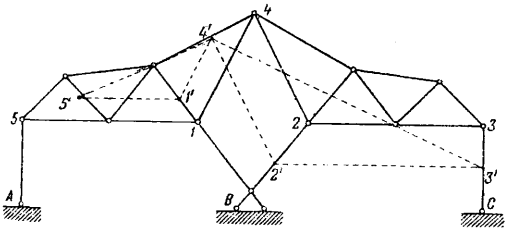
Фиг. 9.

со значками «'». Для построения плана диск *1-2-7* (фиг. 9б) принят неподвижным и относительно его определены изображающие точки плана (см. *Кинематический метод*) по исходной скорости *3—3'*. Если при построении плана скоростей не получится фигура, подобная фигуре исходной системы (фиг. 9), то система неизменяема. При получении подобной фигуры выражение возможной работы приводится к виду:

$$X = \frac{\Sigma Pp}{Z_1 - Z_2} = \frac{\Sigma Pp}{0} = \infty,$$

что указывает на невозможность установить равновесие, т. е. указывает на изменяемость системы. На фиг. 10 путем построения плана скоростей определена неизменяемость системы относительно ее опорных закреплений. Для этого в системе устранена опорная связь *A5*, и для оставшейся части системы

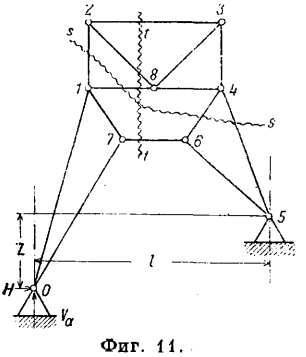
построен план скоростей относительно неподвижного шарнира B по принятой скорости $2—2'$ узла 2, что приводит в конце построения к изображающей точке $5'$. В виду того что опорное закрепление $A5$ допускает только горизонтальное смещение узла 5,



Фиг. 10.

при котором вектор скорости должен быть нормальным к плоскости подвижности, то получение вектора $5—5'$ в наклонном положении, не удовлетворяющем условию закрепления, устанавливает неизменяемость системы

Наконец определение неизменяемости системы м. б. сделано аналитич. путем. Как известно, усилия во внутренних стержнях и опорных связях системы определяются рядом канонич. ур-ий, из которых величина каждого из усилий X в стержне или в опорной связи м. б. представлена отношением детерминанто. $X = D_p : D$. В детерминант D_p входит столбец с известными членами из канонич. уравнений, определяемыми величиной нагрузки. Если нагрузки на системе нет, то очевидно $D_p = 0$ и $X = 0$. Это приводит к условию, что если при отсутствии нагрузки усилия в системе явно равны нулю, то она неизменяема. Напр. в системе, показанной на фиг. 11, из выражения момента относительно узла 4 при разрезе системы сечением $s—s$ видно, что усилие в стержне $1—2$ равно нулю, что приводит к тому, что усилия в стержнях $2—8$, $2—3$ равны нулю. Из разреза $t—t$ в той же системе по условию проекции на вертикальную ось следует, что вертикальная слагающая V_a опорной реакции равна нулю. Из выражения момента относительно опорного шарнира 5 следует, что $HZ - V_a l = 0$, откуда $H = 0$; это позволяет установить равенство нулю усилий во всех остальных элементах системы, чем устанавливается ее неизменяемость. Если бы опорные шарниры лежали на одном уровне, то по ур-ию $HZ - V_a l = 0$ нельзя было бы утверждать, что $H = 0$, т. к. в этом случае $Z = 0$; это указало бы, что система изменяема.



Фиг. 11.

Лит.: Прокофьев И., Теория сооружений, ч. 1, М., 1926; Тимошенко С., Статика сооружений, 2 изд., ч. 1, Л., 1926; Мюллер-Бреслау Г., Графич. статика сооружений, пер. с нем., 2 изд., т. 1, СПБ, 1908.

И. Прокофьев.

НЕЙЗИЛЬБЕР, группа медно-цинково-никелевых сплавов серебристого цвета, отличающихся высоким электросопротивлением, известной химич. стойкостью и близких по свойствам и по составу *никелину* (см.); группа сплавов нейзильбера вся целиком или в отношении отдельных своих представителей носит также названия: новое серебро, германское серебро, никелевое серебро, белый металл, аргентан, альпака, платиноид, мельхиор, альфенид и друг. Под названием пакк-фонг, иначе «белая медь», нейзильбер был известен в Китае уже за несколько веков до нашей эры, в Европе же стал применяться в 19 веке.

В тройной системе Cu-Zn-Ni функциональное значение присадок к Н. таково: никель придает сплаву белый цвет (при содержании 5—10% Ni сплав—желтовато-белый, а при содержании 20—30% Ni—серебристо-белый и с трудом отличим от чистого никеля); затем никель повышает химическую стойкость сплава, противодействуя этим потускнению, и придает лучшие механич. свойства, особенно вязкость и механическую прочность. Однако при высоком содержании Ni сплав обходится сравнительно дорого и кроме того не обрабатывается при краснокалильном жаре. Цинк повышает электросопротивление сплава и его обрабатываемость, однако вместе с тем ограничивает его способность выдерживать нагрев, в частности—при пропускании электрич. тока. Кроме того к Н. присаживаются в отдельных случаях другие металлы: свинец, алюминий, железо, ванадий, вольфрам, олово, и др. Присадка свинца способствует обрабатываемости литья из Н. Присадка алюминия придает расплаву нейзильбера текучесть, необходимую при литье изделий с тонкими стенками и при узких отверстиях матрицы; дополнительная присадка алюминия (до 2%) уничтожает поры в литье. Присутствие алюминия однако нежелательно в тех случаях, когда сплав должен испытывать давление горячей воды. Присадка железа (до 2—2,5%), подобно никелю, сообщает сплаву белизну; однако она сообщает Н. также твердость и хрупкость. Присадка ванадия делает отливки плотными (компактными, без пор), а присадка сплава Al-Zn или Ca-Zn замедляет затвердевание отливок. Данные о составе различных сплавов Н. (в том числе литых, тянутых), механич. свойствах и пределе усталости при взаимно-противоположных напряжениях см. *Спр. Т. Э.*, т. II, стр. 115, 251, 262, 475. Твердость, механическая прочность и теплостойкость Н. больше, чем у латуни, тягучесть же его несколько меньше. В воде Н. сохраняет свой металлич. вид; в разбавленных органич. к-тах, уксусной и молочной, нерастворим. Обработка нейзильбера ведется либо литьем либо механически, что бывает чаще, так как для литья требуется высокая $t°$; по большей части Н. обрабатывается прокаткой, прессовкой и штамповкой при обычной $t°$, причем затруднений не встречается. Н. хорошо полируется и обладает значительной отражательной способностью. Пайка различных изделий из Н. производится тем же сплавом, но с добавкой цинка; другой рецепт припоя: 1 000 *г*

отходов нейзильбера, 100 *г* латуни, 929 *г* цинка, 33 *г* олова, или: 1 000 *г* отходов Н., 125 *г* латуни, 142 *г* цинка, 33 *г* олова.

Чистка мелких изделий из Н. производится погружением их, после предварительного обезжирения раствором поташа или соды или же бензина, в водный раствор азотной и серной кислот и хлористого натрия; затем изделия ополаскиваются водою и просушиваются в опилках из кленового дерева. Для чистки изделий из Н. предлагался также порошок хлористого серебра. Для повышения стойкости поверхности нейзильберовых изделий против коррозии их погружают, после весьма тщательной очистки, в водный раствор азотной кислоты (1:1), а затем ополаскивают водой и просушивают; т. о. удаляются цинк и медь, а поверхность обогащается никелем; вид такой поверхности будет матовый и она не д. б. полируема. Прочность гальваностегически осажденной на Н. серебряной пленки зависит при прочих равных условиях от состава Н. Гальванич. покрытие Н. разных изделий производят в ванне из смеси (в отношении сплава) хлористых солей меди, цинка и никеля с конц. раствором цианистого калия, приливаемым до получения светлого электролита; после этого последний разбавляется нашатырным спиртом по 5 *г* на 1 *л* и фильтруется. Железные изделия для гальванического покрытия нейзильбером предварительно слегка омедняют и кипятят в жидкости из Granadien с водой и винным спиртом, причем добавляется ок. 0,5% прокаленной окиси никеля. Никель не отличается жаростойкостью; например спирали из Н. при пропускании электрич. тока уже от 150° становятся весьма хрупкими и рассыпаются. Электросопротивление Н. после отжига несколько повышается (на 4%). Уд. электросопротивление Н. (при составе 60,16% Cu, 25,37% Zn, 14,03% Ni, 0,30% Fe, следы Mn) равно 30,0 *μΩ-см*, а тепловой коэфициент электросопротивления 0,00036; германский Н. марки 2А фирмы Westfällische Nickelwalzwerk характеризуется уд. электросопротивлением 36,5 *μΩ-см* и тепловым коэф-том 0,00019. Термоэдс Н. в отношении меди характеризуется значением 14,4 μV/°C.

Для выплавки Н. было предложено весьма много различных рецептов и процессов. Здесь приводятся лишь нек-рые. 1) Cu и Ni сплавляются в электрич. печи с плавнем, Fe и Co удаляются окислением при помощи продувания воздуха или добавления окислов металлов, к-рые по восстановлении должны остаться в сплаве; после этого добавляются прочие присадки [1]. 2) Германский способ: шихта из Cu, Zn и Ni сплавляется в графитовом тигле под древесным углем, затем добавляется при помешивании $^1/_3$ общего количества смеси Zn и Ni и наконец еще нек-рое количество Zn взамен испарившегося. 3) Англ. способ: Cu, Zn и Ni сплавляют под угольным порошком и добавляют сплав из 2 ч. Zn и 1 ч. Cu, а под конец $^1/_5$ предыдущего количества Zn. 4) Америк. способ: под древесным углем, смешанным с измельченным стеклом (также с содою или бурою), расплавляют заранее заготовленный сплав Cu-Ni и добавляют затем нагретый Zn; для получения отливок без пор добавляется к расплаву после снятия пены сухой хлористый цинк; особенно удачные отливки могут быть получены при добавлении за пять минут до литья небольшого количества ванадиевого сплава (Cu-Ni-V), поглощающего газы; для замедления затвердевания литья присаживается сплав Al-Zn или Ca-Zn. При производстве плавок желательно иметь в нижней части тигля и наверху одну только медь; чем дольше сплав находится в тигле в жидком виде, тем будет выше качество Н. при дальнейшей обработке [2]. Сплав с 40—50% Zn и 10% Ni (допуск ± 5%) обладает рядом преимуществ: серебристым цветом, хорошей обрабатываемостью—в том числе при краснокалильном жаре, и сравнительной дешевизною, тогда как при более высоком содержании Ni и Cu он и дороже и не выдерживает обработки в указанных условиях [3]. Особенно же равномерное распределение никеля, жидкоподвижность в расплавленном состоянии, компактность отливок и вязкость в твердом состоянии, а также тонкость отливок достигается тем, что к предварительно расплавленному и доведенному до большой текучести никелю (0,5 *кг*) добавляется 4 *кг* меди и наконец 2,5 *кг* цинка, 0,75 *кг* свинца и 0,125 *кг* олова. Никелеподобный сплав, не окисляющийся на воздухе, вполне кислотостойкий и не теряющий блеска при 100°, получается сплавлением шихты из последовательных слоев: 375 ч. меди, 2 ч. фосфористой бронзы, 48 ч. смеси из 800 ч. цинка и 15 ч. кадмия, затем 2 ч. окиси олова и наконец 750 ч. меди; на расплав насыпают перед отливкою 2 части нашатыря [4]. Никелеподобным сплав получается из 4,5 ч. основного сплава (200 ч. меди, 80 ч. олова, 10 ч. алюминия, 10 висмута) с 164 ч. меди, 70 ч. никеля и 61,5 ч. цинка при добавлении плавня [5]. Заменитель никеля—серебристого вида, очень твердый и стойкий против коррозии белый металл, пригодный для отливок вентилей, кранов и т. д., готовится след. обр.: 66 ч. меди сплавляют в тигле, добавляют 3,5 ч. буры, затем 1,5 ч. белого мышьяка и 12 ч. никеля; по размешивании и достижении большой подвижности добавляют 23 ч. цинка, 8 ч. свинца и 1,5 ч. алюминия [6]. В качестве заменителя Н. предложен сплав, обладающий его свойствами: 12 ч. железа, 6 ч. меди, 4 ч. никеля и 1 ч. алюминия, причем применяется как восстановитель 1—2% олова. Другой сплав, подобный Н. и отличающийся большою ковкостью: 0,5 *кг* меди, 2,5 *кг* сурьмы, 10 *кг* олова и 2 *г* ртути.

Применение Н. весьма широко—в машиностроении (краны, клапаны, вентили и другие детали), в судовом оборудовании, для музыкальных инструментов, для частей пишущих машин, для отделки автомобилей и мебели, для оправы стенных и настольных часов, для столовой посуды (блюда, чайники, самовары, вилки и т. д.), для поделок и наконец в качестве электросопротивлений. Н. иногда применяется для эталонных сопротивлений, но мало подходит сюда в виду значительности термоэдс в отношении меди и большого теплового коэфициента сопротивления. Для буферных со-

противлений нейзильбер м. б. применяем там, где он не подвергается продолжительному нагреванию, например в пусковых реостатах. Однако несмотря на преимущества и дешевизну Н. в качестве материала с высоким сопротивлением вытесняется вместе с другими сплавами группы никелина различными, более подходящими материалами.

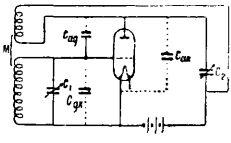
Лит.: [1]) Г. П. 210550, 211215; [2]) Г. П. 296124; [3]) Г. П. 54216; [4]) Г. П. 123750; [5]) Г. П. 40316; [6]) Ам.П. 939938.—Справочник ТЭ, т. II, стр. 114, 260, 476, 251.—Жемчужный С. Ф., Погодин С. А., Сплавы для электрических измерительных и нагревательных приборов, Л., 1928, стр. 38—42; Tafel V. E., «Metallurgie», Halle a/S., 1908, B. 5, p. 375—413; Feussner, «Verhandlungen d. Phys. Ges. zu Berlin», B., 1891, B. 10, p. 109; Feussner u. Zindeck, «Ztschr. f. Instrumentenkunde», B., 1889, B. 9, p. 233; Thompson P. C., «JIAEE», 1916, v. 54, p. 222; Voigt W., «Ztschr. f. anorg. u. allgem. Chemie», Lpz., 1922, p. 39; Feussner, «ETZ», B., 1891, B. 12, p. 250; Neumann B., «Ztschr. f. anorgan. u. allgem. Chemie», Lpz., 1903, p. 225; Elsvers, «Chem.-techn. Mitt.», W., 1876—77, p. 134. **П. Флоренский.**

НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ, химический процесс, результатом которого является нейтральная (не кислая и не щелочная) реакция в подвергаемой этому действию среде. Н. веществ, обнаруживающих кислую реакцию, достигается путем взаимодействия их со щелочами, а Н. веществ, обнаруживающих щелочную реакцию,—взаимодействием с кислотами. Т. о. Н. есть результат взаимодействия ионов $H^{\cdot}$ с ионами OH' по уравнению $H^{\cdot} + OH' = H_2O$. При Н. сильно диссоциированных кислот и щелочей, в результате взаимодействия одного эквивалента к-ты с одним эквивалентом щелочи, всегда выделяется 13 700 cal/*г*—соответственно образованию из ионов $H^{\cdot}$ и OH' 18 *г* недиссоциированной воды. Н. сильных кислот и оснований сопровождается заметной электрострикцией, т. е. увеличением объема продуктов реакции по сравнению с суммой объемов реагирующих веществ. Это явление объясняется тем, что заряды ионов $H^{\cdot}$ и OH' создают вокруг себя значительное внутреннее давление вследствие сильного сжатия окружающей эти ионы воды; после взаимной Н. этих ионов причина, которая вызывает сжатие, исчезает, и жидкость расширяется. Момент наступления нейтральной реакции чаще всего устанавливается при помощи т. наз. *индикаторов* (см.), т. е. веществ, изменяющих свою окраску в момент перехода через нейтральную точку—кислой реакции в щелочную или же наоборот. Такой метод применяется в объемном анализе (см. *Анализ химический*). Однако нельзя считать, что точка нейтральности совпадает с моментом прибавления к какой-нибудь кислоте строго эквивалентного количества щелочи; например сода Na_2CO_3, будучи средней солью (т. е. продуктом взаимодействия эквивалентных количеств щелочи $2NaOH$ и кислоты H_2CO_3), не обнаруживает нейтральной реакции; равным образом не являются нейтральными соединениями и такие средние соли, как сернокислый аммоний $(NH_4)_2SO_4$ и хлористый алюминий $AlCl_3$ (см. *Гидролиз*). Кроме того и индикаторы (см. *Спр. ТЭ*, т. I, стр. 445) не могут совершенно точно обнаружить момент нейтральности среды, так как всякий индикатор обнаруживает б. или м. протяженную (графически не выражающуюся резким переломом кривой титрования в одной точке) область перемены окраски при переходе реакции среды из кислой в щелочную и наоборот.

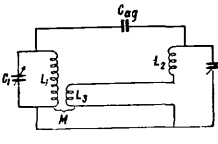
Истинный момент Н. среды определяется полным равенством концентраций свободных активных ионов $H^{\cdot}$ и OH', присутствующих в растворе в момент нейтральности, т. е. нейтральная реакция определяется величиной концентрации водородных ионов $[H^{\cdot}]$, равной 10^{-7} при 22°; раствор нейтрален, если соотношение концентраций ионов $H^{\cdot}$ и OH', присутствующих в нем, отвечает соотношению концентраций тех же ионов в чистой воде. На практике истинная нейтральность среды определяется водородным показателем $P_н$ (при $[H^{\cdot}] = 10^{-7}$, $P_н = 7$). Наиболее точным методом определения истинной нейтральности является метод потенциометрический; см. *Концентрация водородных ионов*. **Б. Беркенгейм.**

Лит.: см. *Концентрация водородных ионов*.

НЕЙТРОДИНИРОВАНИЕ, способ устранения последствий паразитной связи между цепями сетки и анода, устанавливаемой емкостью, существующей между электродами контрольной сетки и анода в электронной лампе. Н. применяется гл. обр. в *усилителях* (см.) высокой частоты, где емкость между анодами и сеткой, задавая дополнительную положительную или отрицательную нагрузку на цепь сетки от обратного действия анодной цепи, может вызвать: 1) в настроенных усилителях—самопроизвольное генерирование, 2) в ненастроенных—или самогенерирование или ослабление усиления. Н. заключается в том, что между отвязываемыми цепями сетки и анода устанавливается некоторая дополнительная отвязывающая связь, или т. н. «отвязка», уничтожающая эффект, даваемый связью через емкость сетка-анод лампы. Эта «отвязывающая» связь задает в одной из отвязываемых цепей эдс, равную по величине, но противоположную



Фиг. 1.

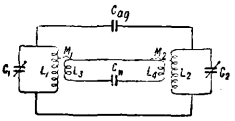


Фиг. 2.

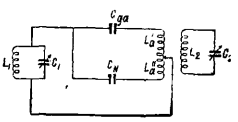
по фазе эдс, передаваемой через емкость лампы. Схема Н. характеризуется: 1) условиями, при к-рых наступает полное Н., определяющими величины электрич. параметров, участвующих в Н.; 2) степенью зависимости Н. от частоты, причем наилучшие схемы определяются независимостью Н. от частоты настройки контуров усилителя; 3) практич. осуществимостью условий Н. Существует большое разнообразие схем Н.; все они м. б. разбиты на 2 основные группы: I—схемы, в к-рых Н. достигается индуктивной связью анодной и сеточной цепей, и II—схемы, использующие принцип разветвления тока.

I. Н. при помощи индуктивной связи. 1) Простейшая схема Н. этой группы показана на фиг. 1. Здесь, а также в дальнейшем, емкость анод-сетка обозначена через C_{ag}. Эквивалентная схема для схемы фиг. 1 показана на фиг. 2. Ламповые емкости C_{gk}

и C_{ak} здесь опущены, т. к. они просто увеличивают собою емкости C_1 и C_2, не изменяя принципиально эквивалентной схемы. Внутренние сопротивления лампы также опущены, так как они, шунтируя контуры, просто увеличивают собою их активное сопротивление. Практически установку Н. удобно производить при потушенной лампе; тогда эти сопротивления не играют уже никакой роли. Т. о. лампа в этой схеме и в дальнейших—эквивалентных—представлена лишь емкостью C_{ag}. В схеме фиг. 2 Н. дости-



Фиг. 3.



Фиг. 4.

гается непосредственно индуктивной связью контуров сетки и анода. Математич. анализ показывает, что взаимоиндукция M, при к-рой наступает полное Н., определяется из ур-ия:

$$M = -\frac{1}{\omega^2\left(C_1 + C_2 + \frac{C_1C_2}{C_{ag}}\right)}. \qquad (1)$$

Из ур-ия видно, что Н. по этой схеме сильно зависит от частоты ω; для каждой частоты д. б. точно отрегулирована M. В усилителях высокой частоты такая схема применяется редко. Вариантом этой схемы является схема Н. посредством обратной связи, причем направление витков катушки взято таким, что она вызывает не уменьшение затухания, а его увеличение (положительное M).

2) В схеме фиг. 3 Н. производится при помощи вспомогательного контура. Условия Н. определяются ур-ием:

$$\frac{\omega^2 M_1 M_2}{j\omega(L_3 + L_4) + \frac{1}{j\omega C_N} + R_k} - \frac{1}{\omega\left(C_1 + C_2 + \frac{C_1C_2}{C_{ag}}\right)} = 0, \qquad (2)$$

где R_k—сопротивление вспомогательного контура, а C_N—емкость конденсатора в этом же контуре; так как в ур-ии (2) 1-й член комплексный, а второй—мнимый, эта схема абсолютного Н. не дает. Однако Н. может получиться полным в двух случаях: 1) при

$$R_k \ll j\omega\left[(L_3 + L_4) - \frac{1}{\omega C_N}\right];$$

тогда

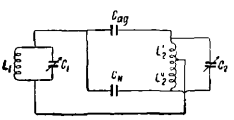
$$C_N = \frac{1}{\omega^2 M_1 M_2\left(C_1 + C_2 + \frac{C_1C_2}{C_{ag}}\right) - (L_3 + L_4)}; \qquad (3)$$

2) если последовательно с C_{ag} включить активное сопротивление R_{ag}, тогда $\frac{1}{C_{ag}}$ будет заменено $\frac{1}{C_{ag}} + j\omega R_{ag}$, оба члена уравнения (2) станут комплексными и Н. при определенном R_k станет возможным. В обоих случаях Н. зависит от частоты. Эта схема нашла нек-рое применение в усилителях высокой частоты для коротких волн (напр. в усилителе коротких волн англ. фирмы Igranik), так как она позволила осуществить Н. при минимуме влияния нейтродинирующей цепи на настройку и работу контуров.

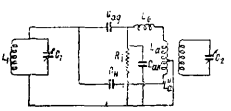
II. Н. при помощи мостиковых схем (разветвления тока). В относящихся к этой группе схемах Н. осуществляется балансированием емкости C_{ag} другой емкостью—емкостью т. н. нейтродинного конденсатора C_N, причем эдс, подводимая этой емкостью (обычно при помощи трансформатора или автотрансформатора со средней точкой) к одной из отвязываемых цепей, изменяется по фазе на 180°. Существует 4 основных схемы, принадлежащих к этой группе. 1) Наибольшее практич. значение приобрели схемы Хезлтайна (Haseltine) (Ам. П. 1489228 и 1533858, 1923 года); простейшая из них показана на фиг. 4. В этой схеме Н. достигается нейтродинирующей цепью, к-рая состоит из емкости C_N и самоиндукции L''_a (половина анодной обмотки переходного трансформатора). Совершенно аналогичная схема, но с контуром L_2C_2, присоединенным непосредственно в анодную цепь, показана на фиг. 5. Обе схемы являются мостиковыми схемами. Схемы дают полное Н. при условии, что

$$\frac{C_{ag}}{C_N} = \frac{L'_a + M}{L''_a + M} = \frac{R'}{R''}.$$

При равенстве $L'_a + M = L''_a + M$, что достигается путем присоединения точки питающего провода точно в середину катушки, а следовательно при равенстве $R' = R''$, $C_N = C_{ag}$. Эти схемы при очень малых R', когда ими можно пренебречь при любом положении точки на катушке B, дают независимость Н. от частоты. Однако эти идеальные условия работы схемы практически имеют место лишь при связи катушек L'_a и L_2, приближающейся к 1. При $k < 1$, т. е. при наличии некоторой самоиндукции утечки L_0 между цепями, схема получает вид, показанный на фиг. 6. Для этой схемы, в виду необходимости для осуществления Н. увеличить емкость C_N, Н. получается уже зависящим от частоты. Практически всегда $\omega L_0 \ll \frac{1}{\omega C_{ag}}$ и поэтому этот эффект сам по себе мал. Однако наличие в анодной цепи L_0 при приеме сигналов вызывает также и другой эффект, нарушающий Н., который обычным Н. не м. б. ликвидирован. В самом деле при приеме сигналов



Фиг. 5.



Фиг. 6.

ток, протекающий через сопротивление лампы R_i, шунтированное емкостью анод-нить C_{ak}, отставая на 90° от тока, протекающего через C_{ag}, задает на L_0 напряжение, которое не м. б. нейтродинировано емкостью C_N. Уменьшить этот эффект до минимума можно задавая сильную связь между обмотками либо сводя до минимума сопротивление контуров L_2C_2. Несмотря на этот недостаток схема все же получила наибольшее практическое применение. Объясняют это тем, что Н. обыкновенно приходится осуществлять для небольшого участка диапазона частот в начале шкалы настраиваемого переменного конденсатора. Для этих условий схема дает обычно хорошие результаты.

Для получения независимости Н. при изменении частоты контуров в широких пре-

делах Хезлтайном была также предложена схема, показанная на фиг. 7. Эта схема дает полное Н. при соблюдении следующих условий:

$$C_N = C_{ag}\frac{A}{1-B\omega^2},$$

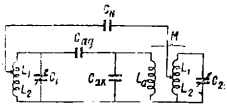
где

$$A = \frac{M}{\eta_1^2\eta_2^2 L_2}$$

и

$$B = \left(1+\frac{C_{ak}}{C_{ag}}\right)\sqrt{\frac{L_a}{L_2}\left(\frac{1}{k}-k\right)} - \left(\frac{1-\eta_2^2}{\eta_1^2}+\frac{1-\eta_1^2}{\eta_2^2}\cdot\frac{L_1}{L_2}\right).$$

Все обозначения этих ур-ий показаны на фиг. 7; $\eta_1 = \frac{n_1'}{n_1}$ и $\eta_2 = \frac{n_2'}{n_2}$, где n_1 и n_2—полное число витков катушек самоиндукции L_1 и L_2, а n_1' и n_2'—число их витков, участвующих в нейтродинной цепи. Из уравнения видно, что эта схема дает независимость от частоты при $B=0$. Полагая $B=0$, найдем, что, при $\eta_1 = 1$, k определяется из следующего выражения:



Фиг. 7.

$$\frac{1}{k}-k < \frac{1}{\sqrt{\frac{L_a}{L_2}\left(1+\frac{C_{ak}}{C_{ag}}\right)}}.$$

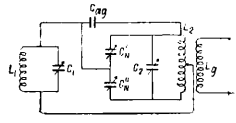
Это последнее неравенство дает верхний предел для k, k_{max}, выше которого нельзя уже получить независимости от частоты даже и при $\eta_2 = 0$. Для $\sqrt{\frac{L_a}{L_2}} = 0{,}5$, k_{max} получается равным 0,4, тогда как для получения оптимальных усилений k всегда д. б. значительно больше (обычно оно достигает величины 0,6—0,8). При этих условиях B может стать равным 0 при $\eta_1 < 1$ тогда, когда и $\eta_2 < 1$, т. е. только тогда, когда часть катушек настроенных контуров участвует в нейтродинных цепях. Практически наибольший интерес представляет случай, когда $\eta_1 = \eta_2 = \eta$ и $L_1 = L_2$; тогда для соблюдения основного условия $B=0$ необходимо η взять отвечающим ур-ию:

$$\eta^2 = \frac{1}{1+\frac{1}{2}\sqrt{\frac{L_a}{L_2}\left(1+\frac{C_{ak}}{C_{ag}}\right)\left(\frac{1}{k}-k\right)}}.$$

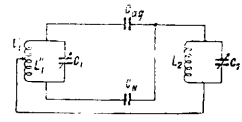
Для $k = 0{,}45$ и $C_{ak} < C_{ag}$, η можно определить из очень простого соотношения: $\eta^2 = \frac{n_2}{n_2+n_a}$. Эта схема представляет интерес также и в том отношении, что она позволяет осуществить Н. при C_N значительно большем C_{ag}. В самом деле, при $B=0$, $C_N = \frac{C_{ag}}{\eta^4}\cdot\frac{M}{L_2}$. При $\eta = 1$ независимости от частоты схема дать не может. В этом случае для получения нулевого тока через C_2

$$C_N = C_{ag}\frac{k\sqrt{\frac{L_a}{L_2}}}{1-\frac{L_a}{L_2}(1-k^2)\frac{C_{ag}+C_{ak}}{C_2}}.$$

Вариантом схемы Хезлтайна является схема Скотт-Таггарта, изображенная на фиг. 8. В схеме Скотт-Таггарта дополнительно по сравнению со схемой Хезлтайна параллельно емкости C_{ag} включен конденсатор C_N', позволяющий значительно увеличивать емкость основного нейтродинного конденсатора C_N'', вследствие чего упрощается процесс нейтродинирования. 2) Схема Райса, показанная на фиг. 9, также основывается на идее мостика. Отличие ее от схемы Хезлтайна (фиг. 4 и 5) заключается в том, что Н. в ней совершается обратным порядком, нежели в схеме Хезлтайна, т. е. от контура сетки, благодаря чему разветвление производится в сеточном контуре. Условия Н. в этой схеме в общем остаются те же, что и для фиг. 4 и 5, т. е. для равенства $C_N = C_{ag}$

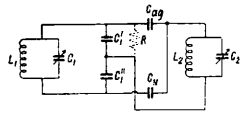


Фиг. 8.

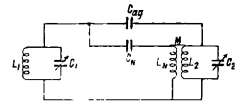


Фиг. 9.

д. б. соблюдено равенство $L_1' = L_1''$. Эта схема находит применение: а) в усилителях, работающих на коротких волнах, где она позволяет осуществлять короткий монтаж, упрощая значительно монтаж переходов между каскадами; б) в супергетеродинных схемах, в 1 детекторе, работающем непосредственно от рамочной антенны и требующем Н. благодаря отрицательной нагрузке, задаваемой через C_{ag} на контур сетки трансформатором промежуточной частоты, включенным в анодную цепь. 3) Схема изофарад (фиг. 10), представляющая собой равноплечный

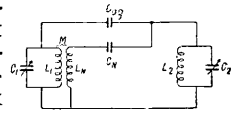


Фиг. 10.



Фиг. 11.

емкостный мост, в диагонали к-рого включены: в одну—контур сетки, в другую—контур анода. Преимущество этой схемы—ее полная симметрия. Схема фиг. 10 аналогична схеме Райса (фиг. 9) с тем различием, что катушки L_1'' и L_1' схемы фиг. 9 заменены в ней конденсаторами C_1' и C_1''. Построить эту схему аналогично схеме Хезлтайна, т. е. с разветвлением в анодной цепи, не удается из-за невозможности осуществить при этом питание анодной цепи. 4) Схема Каупера со специальной нейтродинирующей цепью или ответвлением при обычной схеме усиления. Существует два вида этих схем. а) Схема с нейтродинной цепью, индуктивно связанной с анодным контуром (фиг. 11), дает полное нейтродинирование при



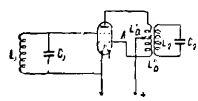
Фиг. 12.

$$C_N = \frac{C_{ag}L_2}{\omega^2 C_{ag}(L_2L_N - M^2) + M}.$$

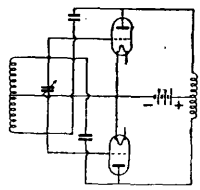
Помимо C_N Н. определяется также и величиною M. Недостаток этой схемы—резко выраженная зависимость от частоты; тем не менее схема находит практич. применение в силу своей простоты. б) Схема с нейтродинной цепью, индуктивно связанной с сеточным контуром (фиг. 12), почти во всех отношениях аналогична схеме фиг. 11.

Кроме этих схем практически используются следующие схемы. 1) Изодинная схема, показанная на фиг. 13, с использованием

двухсеточных ламп. Для полного Н. при этой схеме д. б. соблюдено общее условие $\frac{L''_a}{L'_a} = \frac{C_{ag2}}{C_{ag}}$. При постоянном положении контакта A установка Н. осуществляется или изменением накала лампы или изменением анодной батареи. 2) Схема Н. в пушпуллных каскадах, изображенная на фиг. 14. Условия Н. в этой схеме те же, что и в схеме Хезлтайна, но в виду полной симметрии схемы в этой схеме отпадают все оговорки, относящиеся к схеме Хезлтайна в части причин, нарушающих точное Н. Кроме того Н. начинает находить применение также и в схемах усиления высокой частоты, предназначенных для равномерного усиления в широкой полосе пропускаемых частот (например прием сигналов передачи изображений телевиденья и т. д.). Нейтродинная схема в данном случае получает вид аналогичный схеме фиг. 7, но в нейтродинирующую цепь кроме нейтродинного конденсатора C_N включают последовательно также катушку самоиндукции L_N и сопротивление R_N (фиг. 15), обеспечивающее совершенно равномерное усиление в пропускаемой полосе частот. Величины C_N, L_N и R_N в этом случае могут быть найдены из следующих уравнений:



Фиг. 13.

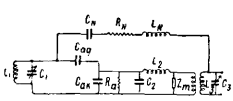


Фиг. 14.

$$C_N = \frac{C_{ag}}{\eta}, \quad R_N = \frac{R_i + R_a}{R_i R_a \cdot C_{ag}} \quad \text{и} \quad L_N = \left(1 + \frac{C_{ak}}{C_{ag}}\right) L_2 \eta,$$

где $\eta = \frac{n_3}{n_a}$; n_3 и n_a—числа витков в катушках L_3 и L_a.

Для получения отчетливого Н. при любой схеме кроме условий, оговоренных выше, д. б. также соблюдены следующие правила. 1) Совершенно должна отсутствовать индуктивная связь между катушками. Это достигается или экранированием отдельных катушек или специальным расположением катушек относительно друг друга, причем в последнем случае м. б. два решения задачи: а) катушки помещаются своими осями перпендикулярно друг к другу; б) при параллельных осях катушки должны иметь (теоретически) угол 54°7′ к общей линии центров. 2) Точно так же д. б. устранены все прочие паразитные связи между контурами, как то: в батареях питания, между соседними проводами при плохом монтаже и т. д. В связи с появлением экранированных ламп, имеющих очень малые емкости C_{ag} порядка 0,05—0,005 *см* (тогда как в триодах C_{ag} порядка 2—10 *см*) и позволяющих осуществлять усиление на высокой частоте без Н., нейтродинные схемы начинают несколько терять свое значение. Однако изучение экранированных ламп показывает, что для достижения максимальных возможных усилений в некоторых случаях оказывается рациональным Н. все же применять. Для этой цели м. б. использованы многие из разобранных здесь схем. Весьма рациональной оказывается схема фиг. 11, позволяющая Н. ограничить только определенным участком диапазона, где другими методами стабилизации усиления получить не удается.



Фиг. 15.

Лит.: Schöpflin O. u. Eichelberger C., Der Neutrodyne-Empfänger, B. 9, Bibliothek d. Radio Amateurs, hrsg. v. E. Nesper, Berlin, 1926, B. 9; Schlesinger K., Neutralisation d. Resonanz-Verstärkers, «Jahrbuch d. drahtlosen Telegraphie u. Telephonie», Berlin, 1929, B. 33, H. 2; Ardenne M., Stoff W., Über die Kompensation d. schädlichen Kapazitäten u. ihrer Rückwirkungen bei Elektronenröhren, ibid., 1928, B. 31, H. 4; Dreyer J., Manson R., The Shielded Neutrodyne Receiver, «Proc. of the Inst. of Rad. Eng.», New York, 1926, vol. 14, *2*; McLachlan N., The Amplification a. Selectivity of a Neutralised Tuned Anode Circuit, «Experimental Wireless a. Wireless Engineer», London, 1926, vol. 3, *36*; Brown O., The Effect of Stray Reactions on the Stability a. Amplifying Power of Amplifiers, ibid., 1925, v. 2, *19*; Beatty R. T., The Stability of the Tuned-Grid, Tuned-Plate H. F. Amplifier, ibidem, 1928, v. 5, *52*; Ardenne M., Stoff W., Harmful Effects of Inter Electrode Capacity, ibid., *60*; Feldtkeller R., Theorie neutralisierter Verstärkerketten, «Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie», B., 1930, B. 35, H. 2.

НЕЙТРОДИННЫЙ ПРИЕМ, метод приема радиосигналов, в к-ром для целей усиления сигналов используется усилитель высокой частоты, работающий на частоте сигнала, с *нейтродинированием* (см.).

НЕНАСЫЩЕННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, в общем смысле—вещества, способные к присоединению тех или иных атомов или молекул в стехиометрич. отношениях (следовательно из определения Н. с. исключаются вещества, образующие т. наз. бертоллиды (т. е. соединения, не подчиняющиеся закону постоянства состава, в отличие от веществ обычного типа—дальтонидов; примером бертоллидов являются пермутиты). Присоединение к Н. с. идет лишь до известного предела; поэтому Н. с. часто называют непредельными соединениями. Ненасыщенность может иметь место лишь в том случае, если в составе молекулы вещества имеются атомы, сохранившие часть своего химич. сродства. Т. о. ненасыщенность молекулы сводится к ненасыщенности тех или других составляющих ее атомов. Известное представление о наличии и даже о степени ненасыщенности молекулы дают обычные структурные формулы, соответствующие классической теории строения, в большинстве случаев не противоречащие ни координационным схемам Вернера ни более новым электронным воззрениям. Затруднение заключается только в определении максимальной (т. наз. предельной) *валентности* (см.) для каждого атома данной молекулы. Формально ее нетрудно определить по положению элемента в периодич. системе Менделеева, но далеко не всеми допускается, напр. шестивалентность или хотя бы четырехвалентность кислорода; однако многие атомы повидимому способны проявлять более высокую валентность, чем это обычно принимается. Способность многих веществ, например неорганич. солей, давать сольваты, в частности—кристаллосольваты (напр. кристаллогидраты, кристаллоалкоголяты и т. п.), в огромном большинстве случаев подчиняющиеся стехиометрич. закономерностям, позволяет причислять и эти сольватообразующие вещества

к Н. с. В них возможно допустить повышение валентности отдельных атомов, например галоидов в галоидных солях, дающих кристаллосольваты, или кислорода в различных гидратах (а м. б. и в капельножидкой воде), или наконец многих металлов.

Принципиально для связи многовалентного атома с каким-нибудь другим достаточно затраты одной единицы валентности. Поэтому наличие в структурной ф-ле кратных (двойных или тройных) связей указывает на возможность реакций присоединения именно в этих местах молекулы, т. е. на ее непредельность (в тем большей степени, чем большее число единиц валентности затрачивается на связь между соседними атомами). Наличие кольчатой структуры также указывает на возможность реакций присоединения с размыканием кольца. Все эти данные строения молекулы указывают лишь на максимальное количество единиц валентности, могущих насыщаться, но не говорят еще об относительной легкости протекания той или иной реакции присоединения. На последнее обстоятельство влияют и характер отдельных атомов в соединяющихся веществах, и их положение в молекуле, и условия реакции—особенно темп-ра среды. Все эти влияния могут иногда свести к нулю способность Н. с. к той либо иной реакции присоединения, а иногда даже и обусловить большую прочность Н. с. в данных условиях и самопроизвольное образование его из соответствующего насыщенного соединения.

Представление о Н. с. имеет наибольшее значение для органич. химии. Здесь особенно важны случаи непредельности, обусловленные присутствием атомов углерода с валентностью меньшей чем 4, или кратных связей с участием атомов углерода, или наконец циклов из углеродных атомов.

А. Присутствие трехвалентного, а тем более двухвалентного углеродного атома обычно делает соединение столь ненасыщенным, что лишь небольшое число подобных веществ способно к существованию в обычных $t°$-ных условиях. Таковы например содержащие C^{III} триарилметилы $\begin{matrix}R\\R_1\\R_2\end{matrix}\!\!>\!C-$, пентаарилэтилы $\begin{matrix}R\\R_1\\R_2\end{matrix}\!\!>\!C-C\!<\!\!\begin{matrix}R_3\\R_4\end{matrix}$, металлкетилы $\begin{matrix}R\\R_1\end{matrix}\!\!>\!C\!<\!\!OMe$ и т. п. Эти соединения (называемые свободными радикалами) существуют обычно лишь в растворах, но некоторые из них выделены и в чистом виде. Они интенсивно окрашены и характеризуются чрезвычайной склонностью к присоединению главн. обр. кислорода и галоидов. К соединениям, содержащим двухвалентный углерод, принадлежат например *окись углерода* (см.) $>C=O$, ее имид, изоформа синильной кислоты, $>C=NH$, ее оксим — гремучая кислота $>C=N\cdot OH$, ее ацетали $>C\!<\!\!\begin{matrix}OR\\OR\end{matrix}$, изонитрилы $>C-N\cdot R$ и производные изоацетилена $>C=C\!<\!\!\begin{matrix}X_1\\X_2\end{matrix}$. Все эти вещества присоединяют кислород, галоиды, галоидоводородные кислоты и т. п., но с весьма различной энергией и обычно медленнее, чем соединения с C^{III}. Некоторые из веществ с C^{II} в обычных условиях довольно прочны и даже находят практич. применение (CO, HCN, соли гремучей кислоты). Свободные радикалы с C^{II} и C^{III} являются повидимому промежуточными продуктами при очень многих реакциях.

Б. Соединения, содержащие кратные связи между какими-либо атомами (одним из которых м. б. и атом углерода), чрезвычайно многочисленны, широко распространены в природе и играют огромную роль в технике. Наличие подобных связей в молекуле является напр. необходимым условием создания многих красящих, пахучих, фармацевтических или отравляющих веществ. Сюда относятся например такие типы веществ, как альдегиды $R\cdot C\!<\!\!\begin{matrix}O\\H\end{matrix}$, кетоны $\begin{matrix}R\\R\end{matrix}\!\!>\!C=O$, карбоновые кислоты $R\cdot C\!<\!\!\begin{matrix}O\\OH\end{matrix}$, нитросоединения $R\cdot N\!<\!\!\begin{matrix}O\\O\end{matrix}$, нитрозосоединения $R\cdot N=O$, нитрилы $R\cdot C\equiv N$, азосоединения $R\cdot N=N\cdot R$, арсеносоединения $R\cdot As=As\cdot R$ и многие производные этих и подобных им классов. Для всех таких веществ характерна способность к присоединению водорода (восстановлению) по месту кратной связи. Часто также возможно присоединение воды, спиртов, второй молекулы того же вещества (полимеризация) и даже более сложных молекул. Электроотрицательные элементы — кислород, галоиды — обычно не присоединяются по кратным связям подобного рода.

В. Вещества, содержащие кратные связи между углеродными атомами,—Н. с. в узком смысле слова—играют не менее важную роль в природе и в технике; их реакции присоединения изучены наиболее подробно. Так, производные этилена $H_2C=CH_2$ и вообще все соединения с одной или несколькими двойными связями (часто обозначаемыми значком ⊨) между С-атомами, характеризуются следующими главнейшими реакциями: 1) галоиды дают насыщенные двугалоидопроизводные $\begin{matrix}>C-X_1\\|\\>C-X_2\end{matrix}$, где X_1 и X_2—атомы галоида; 2) окисление в отсутствии воды → окиси $\begin{matrix}>C\\|\\>C\end{matrix}\!\!>\!O$; 3) окисление в присутствии воды → гликоли $\begin{matrix}>C-OH\\|\\>C\ OH\end{matrix}$ как первая ступень окисления; 4) озон → озониды $\begin{matrix}>C-O\\|\\>C-O\end{matrix}\!\!>\!O$, которые легко распадаются при гидролизе, с разрывом углеродной связи; 5) восстановление → насыщенные соединения $\begin{matrix}>C-H\\|\\>C-H\end{matrix}$; 6) галоидоводородные кислоты → одногалоидопроизводные $\begin{matrix}>C-H\\|\\>C-X\end{matrix}$; 7) хлорнова-

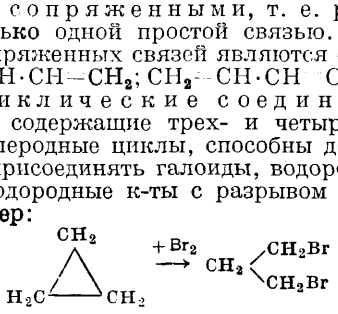
тистая кислота → хлоргидрины $\begin{matrix} >C-Cl \\ | \\ >C-OH \end{matrix}$; 8) вода → одноатомные спирты $\begin{matrix} >C-H \\ | \\ >C-OH \end{matrix}$; 9) кроме того имеют место реакции *конденсации* (см.) как с молекулами того же самого Н.с., так и с другими, главн. обр. тоже непредельными веществами. Качественными реакциями на соединения с ⊢ являются: а) обесцвечивание раствора брома (реакция 1); б) обесцвечивание и выделение бурого осадка перекиси марганца из слабого щелочного раствора $KMnO_4$ (реакция 3); в) быстрое почернение растворов осмиевого ангидрида OsO_4 (реакция 3); г) красное или желтое окрашивание растворов тетранитрометана $C(NO_2)_4$ (реакция 9). Методы количественного определения числа двойных связей основаны на реакциях 1, 2, 4 и 5. Необходимо иметь в виду, что реакции иногда не останавливаются на образовании перечисленных продуктов присоединения, и наоборот— в некоторых случаях присоединение идет с большим трудом или даже совсем не происходит. Последнее явление обычно объясняется стерическими препятствиями, т. е. пространственными затруднениями, возникающими в результате накопления близ кратной связи групп, имеющих большой объем и мешающих воздействию данного реагента. Пространственные затруднения отмечены также и при реакциях некоторых веществ типа Б.

Соединения с одной (производные ацетилена HC≡CH) или несколькими тройными (⊨) связями между С-атомами—еще более ненасыщены и реагируют с большей легкостью, чем этиленовые производные. В частности реакции 1, 5 и 6 идут в этом случае в две фазы, с промежуточным образованием этиленовых соединений, содержащих ⊢, например:

$$\begin{matrix} -C \\ \| \\ -C \end{matrix} \xrightarrow{+Br_2} \begin{matrix} -C-Br \\ | \\ -C-Br \end{matrix} \xrightarrow{+Br_2} \begin{matrix} -CBr_2 \\ | \\ -CBr_2 \end{matrix}$$

Реакции 2, 3, 4 и 7 приводят обычно к распаду молекулы по месту ⊨. Реакция 8 приводит к образованию альдегида или кетона: $\begin{matrix} -C \\ \| \\ -C \end{matrix} \xrightarrow{+H_2O} \begin{matrix} -C=O \\ | \\ CH_2 \end{matrix}$ и легко происходит при действии воды на продукт присоединения к ⊨ солей окиси ртути. Реакция 9 также имеет место для вещества с ⊨. Для соединений, содержащих несколько кратных связей, часто наблюдается анормальное течение многих реакций в том случае, если эти связи являются сопряженными, т. е. разделены только одной простой связью. Примером сопряженных связей являются системы $CH_2=CH\cdot CH=CH_2$; $CH_2=CH\cdot CH=O$ и т. п.

Г. Циклические соединения, именно содержащие трех- и четырехчленные углеродные циклы, способны довольно легко присоединять галоиды, водород и галоидоводородные к-ты с разрывом кольца, например:



Эта ненасыщенность объясняется большим запасом энергии в малых циклах (особенно в трехчленном), что характерно и для обычных кратных связей (см. ниже). Наоборот, пяти- (или более) членные циклы обычно не обнаруживают способности к реакциям присоединения. Вещества, имеющие ⊢ или ⊨ в боковых цепях, или ⊢ в цикле (соединения с ⊨ в цикле еще неизвестны), имеют все свойства обычных Н. с. Ароматич. соединения, содержащие в шестичленном цикле три сопряженных ⊢, отличаются от обычных Н. с. своей стойкостью по отношению к окислителям (кроме озона) и неспособностью к реакциям 6 и 8 (см. выше); наоборот, реакции 1 (в отсутствии кислорода), 4, 5 и 7 протекают легко. Характерные для ароматич. соединений реакции замещения водородов ядра (наприм. нитрование и сульфирование) заключается повидимому в первоначальном присоединении реагента по ⊢ бензольного ядра с последующим отщеплением воды. Присутствие в молекуле кратных связей или ненасыщенных атомов всегда отражается и на физич. свойствах вещества. Так, соединения с ненасыщенными атомами имеют больший молекулярный объем и более низкую $t°_{кип.}$, чем их изомеры, содержащие тот же атом с высшей валентностью, например: $CH_3\cdot C\equiv N$, $t°_{кип.}$ 82°, и $CH_3\cdot N=C$, $t°_{кип.}$ 60°; $CH_3\cdot N\begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow O \end{matrix}$, $t°_{кип.}$ 101°, и $CH_3\cdot O-N=O$, $t°_{кип.}$ −12°. В ряде случаев удается также выявить количественные закономерности. Так, нек-рые физические величины, зависящие от состава и строения вещества и вычисляемые по известным формулам—например *рефракция* молекулярная (см.) или *парахор* (см.) повышаются при наличии тех или иных видов ненасыщенности на определенную величину (инкремент), находимую путем опыта. Т. о. исследование физических свойств часто позволяет делать суждение о наличии ⊢, ⊨, циклов или других видов ненасыщенности. Однако численные величины соответствующих инкрементов не вполне постоянны и изменяются (обычно повышаются—«экзальтируют») при сопряженности кратных связей.

Термохимич. данные показывают, что Н. с. заключают в себе значительный запас энергии. При образовании из элементов простой связи C—C выделяется 71 cal; для других типов связи соответствующие цифры будут: C—H 92 cal; C=C 125 cal (а не 142 cal, как можно было бы ожидать) и C≡C 166 cal (а не 213 cal). Эти цифры повидимому еще не вполне точны; из них однако видно наличие у связанных кратными связями атомов запаса потенциальной химической энергии. Это обусловливает легкость реакций присоединения, идущих обычно с выделением тепла; это же обстоятельство делает понятным и необходимость затраты энергии для превращения насыщенных веществ в Н. с. Количественно выражать степень ненасыщенности любой более или менее сложной молекулы пока еще не представляется возможным.

Лит.: Остромысленский И. И., К теории бензольного ядра и этиленовой связи, М., 1910; Werner A., Beitrag zur Theorie d. Affinität nud Valenz, «Vierteljahrschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich», Zürich, 1891, Jg. 36; Werner A., Lehrbuch der Stereochemie, Jena, 1904; Werner A.,

Neuere Anschauungen auf d. Gebiete d. anorgan. Chemie, 5 Aufl., Braunschweig, 1923; Bloch E., Werner's Theorie d. Kohlenstoffatoms u. die Stereochemie d. karbozyklischen Verbindungen, W.—Lpz., 1903; Walden P., Die Chemie der freien Radikale, Leipzig, 1924; Eisenlohr F., Spektrochemie organischer Verbindungen, Molekular-Refraktion und Dispersion, Chemie in Einzeldarstellungen, hrsg. v. J. Schmidt, B. 3. Stuttgart, 1913; Smilès S., Chemische Konstitution u. physikalische Eigenschaften, Dresden—Leipzig, 1914; Kaufmann H., Beziehungen zwischen physikalischen Eigenschaften u. chemischer Konstitution, Stuttgart, 1927; Meyer H., Lehrbuch d. organisch-chemischen Methodik, B. 1 — Analyse und Konstitutionsermittelung organischer Verbindungen, 4 Auflage, Berlin, 1922; Sugden S., Parachor and Valency, L., 1930; Grimm H. G., Atombau und Chemie (Atomchemie), Handbuch der Physik, hrsg. v. Geiger H. u. Scheel K., B. 24, B., 1927.

НЕОДИМИЙ, см. *Редкие земли.*

НЕОН, см. *Благородные газы* и *Инертные газы.*

НЕОПРЕДЕЛЕННЫЕ УРАВНЕНИЯ, алгебраические ур-ия, в которых число неизвестных больше числа ур-ий. Таково например одно ур-ие 1-й степени с 2 неизвестными

$$ax + by = c.$$

В этом Н. у. x и y могут принимать различные значения; с точки зрения анализа они являются переменными, и уравнение (1) определяет y как (неявную) функцию x. В теории чисел рассматривается Н. у. (1) с целыми коэфициентами a, b, c и ставится вопрос о нахождении целых решений (т. е. решений, где x и y целые числа). Доказывается, что если общий наибольший делитель a и b делит нацело c, то Н. у. (1) имеет бесчисленное множество целых решений. Отметим еще Н. у. 2-й степени:

$$x^2 + y^2 = z^2$$

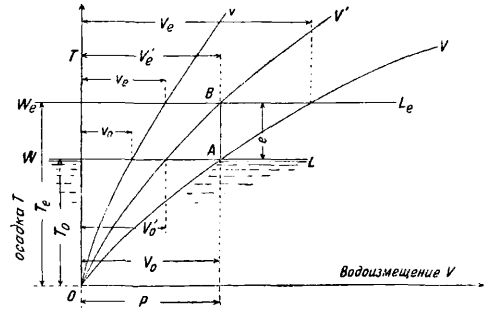
с бесчисленным множеством целых решений (например $x = 3$, $y = 4$, $z = 5$), дающее т. наз. пифагоровы прямоугольные треугольники, в которых гипотенуза и катеты выражаются целыми числами. Ферма (17 век) утверждал, что Н. у.

$$x^n + y^n = z^n \quad (n > 2)$$

не имеет целых решений. Это предложение для ряда значений n доказано различными учеными; но общего доказательства для любого n до сих пор не найдено (великая теорема Ферма). **В. Степанов.**

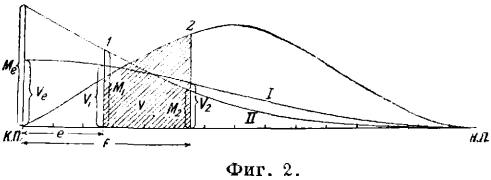
НЕОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ, см. *Минеральные удобрения.*

НЕПОТОПЛЯЕМОСТЬ, свойство конструкции судна, обеспечивающее его от полной потери пловучести при подводной пробоине. Сохранение пловучести путем откачивания воды, вливающейся внутрь судна при аварии, технически невозможно, и поэтому ограничивают объем этой воды, разделяя корпус судна поперечными водонепроницаемыми переборками на отдельные отсеки, или отделения. Затопление одного из таких отсеков вызывает изменение посадки судна (переуглубление, крен, диферент) и его остойчивости. При расчете эффекта затопления какого-либо отсека различают три случая: 1) поврежденный отсек заполнен определенным количеством воды, которая не может переливаться; 2) отсек не заполнен, но закрыт кругом; уровень воды меняется, т. к вода переливается при наклонениях корабля (пробоина заделана или отсек затоплен намеренно для выравнивания корабля); 3) отсек сверху открыт и свободно сообщается с забортной водой; при наклонениях корабля количество воды в отсеке меняется, выравнивая свой уровень по уровню воды вне корабля. Для расчета первых двух случаев применяются обычные формулы для приема твердого или жидкого груза. При расчете третьего, притом наиболее важного случая, считают затопленное отделение вырезанным из корабля до верхней палубы, что равносильно изменению формы и объема подводной части



Фиг. 1.

судна, без изменения его веса и положения ц. т. В этом случае новая осадка определится из кривой водоизмещения OV (фиг. 1) при помощи построения вспомогательных кривых: Ov—объемов затопляемого отделения и OV'—водоизмещения поврежденного корабля (абсциссы кривой OV' равны $V_e - v_e$), проведением из точки A прямой AB параллельной оси OT. При нормальной осадке (ватерлиния WL) углубление — T_0, объем затопленной до WL части отсека — v_0 и так. обр. новое водоизмещение $V'_0 = V_0 - v_0$, где V_0—нормальное водоизмещение, равное весу P судна. Водоизмещение поврежденного судна V'_e после аварии д. б. также равно P, объем воды в отсеке $v_e = V_e - V'_e$, новая осадка—T_e (по ватерлинию W_eL_e), переуглубление — e. Весьма удобно производить расчеты Н. при помощи строевой по шпангоутам (фиг. 2), построенной для по-



Фиг. 2.

садки поврежденного судна, с помощью масштаба Бонжана. Если I—первая интегральная кривая строевой от носового перпендикуляра (кривая объемов) и II—вторая интегральная кривая (моментов), то при затоплении заштрихованного отсека 1-2 водоизмещение поврежденного судна:

$$V'_e = V_e - v_e = V_e - V_1 + V_2,$$

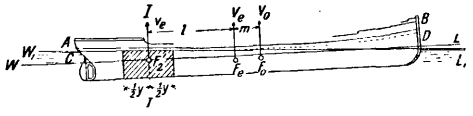
а его момент относительно кормового перпендикуляра:

$$M'_e = M_e - M_1 + M_2 - eV_1 + fV_2.$$

Новое отстояние центра величины равно $\xi = M'_e : V'_e$. Диферент и крен (при асимметрии отсека) определятся по обычным ф-лам, в

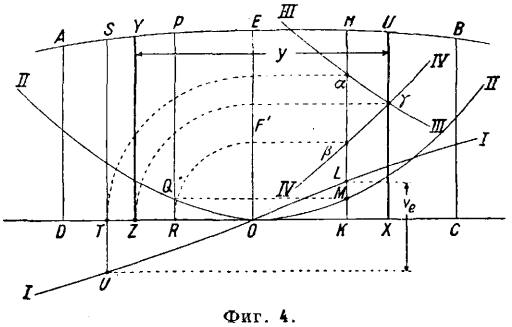
к-рых метацентрич. высота $R_e - a_0$ заменена новой $R'_e - a_0$, где $R'_e = I'_e : V_0$, и I'_e—момент инерции оставшейся части грузовой, относительно ц. т. этой части.

Если при затоплении отсека палуба, до которой доведены водонепроницаемые переборки, погрузится в воду, то последняя затопит соседние отсеки, и судно потеряет пловучесть. Поэтому переборочная палуба торговых судов на всем ее протяжении должна при аварии оставаться над водой, что определяет предельную величину, а следовательно и длину водонепроницаемого отсека. Эта предельная длина отсека различна для каждого поперечного сечения судна и зависит от размеров и формы судна,



Фиг. 3.

его осадки и рода принятого груза. Так как практически и осадка судна и род груза—величины переменные, то вычисленная для определенных условий осадки и нагрузки предельная длина отсека может оказаться недостаточной для других условий. Во избежание потери пловучести от этой неточности вычислений за предельную линию погружения (Tauchgrenze, margin-line) по международным правилам принимают кривую, во всех точках лежащую ниже переборочной палубы (у борта) на 76 *мм*. Если на чертеже (фиг. 3) бока судна нанести: палубную линию AB, предельную линию погружения CD, а также грузовую ватерлинию WL, то для любой действующей грузовой W_1L_1 поврежденного судна объем воды, вызывающий погружение по эту ватерлинию, заштрихованный на чертеже, будет: $v_e = V_e - V_0$, если V_e—полное водоизмещение



Фиг. 4.

по действующую ватерлинию W_1L_1 и V_0—нормальное водоизмещение судна по грузовую ватерлинию WL. Отстояние l центра величины F'_2 объема v_e от центра величины F_e поврежденного судна будет $l = (V_0 : v_e)\, m$, где m—расстояние между F_e и F_0—центром величины неповрежденного судна. Величина V_e и положение точки F_e определяется при помощи масштаба Бонжана. Отстояние переборок от сечения I—I приближенно равно: $\frac{1}{2}\, y = v_e : 2S$, где S — площадь затопленной части сечения I—I. Точную длину отсека y для погружения по W_1L_1, зная величины v_e и l, определяют следующим приемом. Пусть (фиг. 4) AB—участок строевой по шпангоутам для ватерлинии W_1L_1 около точки F', I—I—первая интегральная кривая площадей $OEBC$ и $OEAD$, построенная: справа от F_1—вверх и слева от F'—вниз от основной линии DC, II—II—вторая интегральная кривая этих площадей, построенная вверх от основной линии; тогда для какого-либо положения переборки HK будем иметь KL = площади $OEHK$, а KM = моменту этой площади относительно линии OE. Для любого положения KH переборки справа от F' можно найти такие положения TS и RP переборок слева от F', что будут выдержаны требования $\overline{KL} + \overline{TU} = v_e$ и $\overline{KM} = \overline{RQ}$. Отложив, далее, по линии KH отрезки $K\alpha = OT$ и $K\beta = OR$, получим две точки α и β новых кривых III и IV. Для любого положения переборки справа от F' кривая III—III даст такое отстояние второй переборки от F', что объем между обеими переборками будет v_e, кривая IV—IV даст такое положение второй переборки, что ц. т. объема между ними будет на одной вертикали с F'. Искомое положение переборок, удовлетворяющее обоим условиям, мы получим, проведя правую переборку UX через точку пересечения γ кривых III и IV; положение левой переборки YZ определим из условия $OZ = X\gamma$, как показано на чертеже толстой линией, расстояние же между ними—искомое точное значение y для погружения по ватерлинию W_1L_1 (фиг. 3), $y = OX + OZ = XZ$.

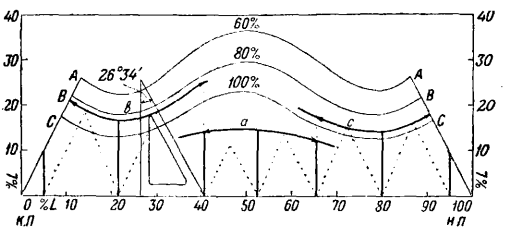
Вычислив величины y для нескольких точек касания ватерлинии W_1L_1 и кривой CD (фиг. 3) и отложив эти величины, выраженные в сотых долях длины судна L, как ординаты на абсциссах, соответствующих сечениям, делящим каждый y пополам, получают теоретич. переборочную кривую (фиг. 5) для предельного погружения поврежденного судна. Для любого сечения судна ордината этой кривой даст искомую длину отсека. Эту длину—предельную допустимую для безопасности судна—т. наз. переборочное расстояние (flutbare Länge, floodable length) вычисляют обычно, учитывая заполняемость (Flutbarkeit, Permeability) каждого отсека водой, т. е. отношение свободного объема, могущего быть заполненным водой, ко всему объему отсека, зависящую от находящихся в нем предметов. Заполняемость машинных (средних) отсеков судна—80%. Для оконечностей заполняемость колеблется от 60% (грузовые трюмы) до 95% (пассажирские помещения, балластные цистерны); заполняемость д. б. подсчитана для каждого сечения по ф-ле $95 \div 35\, r$ %, где r—отношение объемов грузовых помещений ко всему объему судна в данном сечении, или определена по вспомогательным таблицам. Зная ординаты переборочной кривой для 100% (l_{100}) и 60% (l_{60}) заполняемости, ординаты переборочной кривой для любой заполняемости μ определяют по ф-ле:

$$l_\mu = l_{100} + \frac{3}{2}(l_{60} - l_{100})\left(\frac{100}{\mu} - 1\right).$$

Характер переборочных кривых для 60, 80 и 100% заполняемости приведен на фиг. 5

(тонкие линии *AA*, *BB*, *CC*). Для упрощения расчетов и для устранения ошибок современные международные правила дают таблицы заранее вычисленных ординат этих кривых для стандартных судов, при разных процентах заполняемости. Поправки, благодаря отличию формы данного судна от стандартного, получаются по вспомогательным таблицам для разных отношений высоты надводного борта к осадке, продольной погиби в носу и корме и коэф-тов полноты.

Однако погружение судна до предельной линии погружения не гарантирует равной безопасности пассажиров для судов различной длины и назначения, поэтому для получения допустимого расстояния между переборками, полученное теоретич. расстояние умножают на коэф-т безопасности (Abteilungsfaktor, factor of subdivision), значения к-рого колеблются от 1,0 (для малых грузовых судов) до 0,34 (для больших пассажирских) и зависят от длины и средней



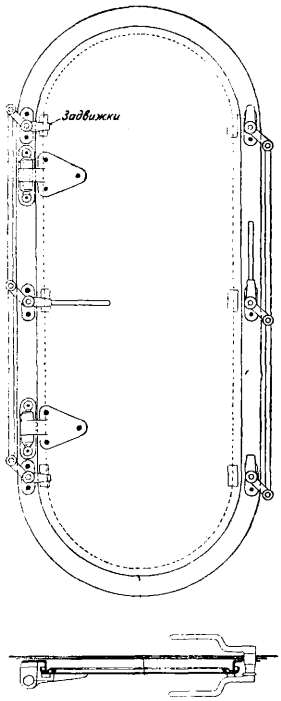
Фиг. 5.

заполняемости судна (фактор типа). Величина, обратная этому коэф-ту, дает число отсеков, которое может быть затоплено при аварии без опасности для судна. Грузовые и небольшие пассажирские суда погружаются до предела при затоплении одного отсека, суда средней длины—при затоплении двух и большие—трех отсеков; т. о. Н. судна возрастает с увеличением количества пассажиров. Вычертив три ветви кривых (фиг. 5) для заполняемости машинных отделений *a*, носовой *c* и кормовой части *b* судна таким образом, чтобы они несколько перекрывали друг друга, как показано на чертеже, получают переборочную кривую данного судна. Пользуясь этой кривой, намечают положение аварийных переборок в носу и в корме и распределяют переборки, ограничивающие машинное отделение, устанавливая между ними промежуточные, пользуясь кривой *a*. Переборки между аварийными и ограничивающими машинные отделения располагают при помощи кривых *b* и *c*. На фиг. 5 показан простой способ выбора места промежуточных переборок при помощи треугольника с отношением катетов 1:2 (не обыкновенный 30°-ный). Если в результате размещения размеры трюмов окажутся неудовлетворительными, то передвигают машинные отсеки, пока размеры трюмов не станут приемлемыми. Размещенные по этим правилам переборки гарантируют безопасность судна в пределах принятых условий. Однако, если авария повредит одну из переборок, то для судов с коэф-том безопасности >0,50 Н. нарушается, так как затопляются 2 отделения. Увеличение коэф-та безопасности для избежания этого—невозможно, так как уменьшает размеры трюмов и увеличивает вес судна, что невыгодно для эксплоатации. Конструктивные способы устранения этого недостатка: двойные и разделенные у борта переборки применяются редко. Для ликвидации небольших повреждений и уменьшения объема отсеков на больших судах устанавливают второе дно и продольные переборки, однако последние создают опасный крен и поэтому нежелательны. В целях удобства на больших судах переборки часто устраивают ступенчатыми. Выбор той или иной комбинации палуб и переборок определяется размещением и необходимостью удовлетворить требования прочности, так как поперечные переборки являются основным элементом поперечной прочности судна.

Для военных судов условие погружения при аварии до предельной линии усложняется повреждением в бою самой переборочной палубы и бортов, большой величиной пробоин и необходимостью сохранить посадку в некоторых пределах, обеспечивающих возможность стрельбы. Число и положение переборок определяются из последнего условия по методу проф. И. Г. Бубнова: 1) построением кривых переуглублений и изменения посадки, при затоплении любого отсека, для распределения отсеков, дающих одинаковое предельное изменение посадки, и 2) вычислением необходимого для этого количества переборок в зависимости от размеров пробоины. Однако необходимость обеспечения «живучести» корабля вынуждает устанавливать добавочные водонепроницаемые переборки и палубы с таким расчетом, чтобы механизмы, находящиеся в каждом отсеке, работали независимо от затопления соседних, сохраняя безопасность корабля. Поэтому метод Бубнова может служить лишь коррективом, препятствующим установке чрезмерного количества переборок. Устройство двойного дна, переходящего в оконечностях в платформы, а у бортов—в бортовые отсеки, для военных судов обязательно. Отсеки междудонного пространства используются для хранения жидкого топлива и воды. Наконец на военных судах возрастает значение переборок как препятствия распространению пожара. В виду сложности обеспечения Н. военных судов, размещение и размеры отсеков лишь поверяются расчетом затопления, по ф-лам, предложенным Бубновым для всех трех случаев затопления отсеков. Эффект затопления группы отсеков в поверочном расчете и для служебных надобностей (определения отсеков, которые следует затопить для выравнивания корабля после аварии) определяют, суммируя эффекты затопления каждого отсека, учитывая характер его заполнения и вводя поправки в значения суммарной метацентрич. высоты, так как $m_\Sigma \neq \Sigma m$. При поверке Н. судна особое внимание обращается на перерасчет *остойчивости* (см.) в новых условиях: судно должно погружаться до предела не опрокидываясь.

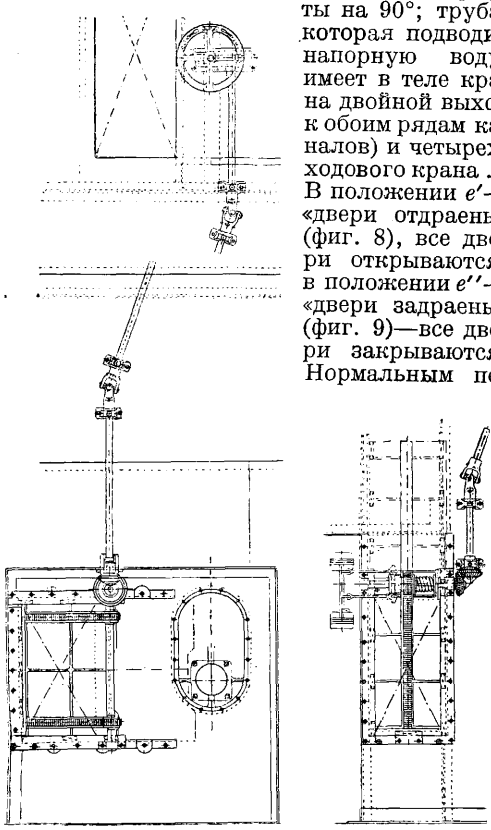
Конструкция переборок должна выдерживать давление воды, давая судну достаточную поперечную прочность, и быть водонепроницаемой. Чтобы достигнуть этого, переборки склепывают из тонких листов

(работающих от давления воды при аварии на растяжение) и стоек, соединенных с набором корпуса. По периметру переборка и все проходящие через нее детали обделываются рамами и чеканятся. Размеры листов и стоек торговых судов подбираются по таблицам «Правил постройки», а военных — рассчитываются. Каждый отсек, в к-ром работают или находятся люди, д. б. снабжен прямым выходом на переборочную палубу. Отверстий в переборках для сообщения между отсеками или избегают или снабжают их прочными закрывающими приспособлениями, управление к-рыми выводится на переборочную палубу.



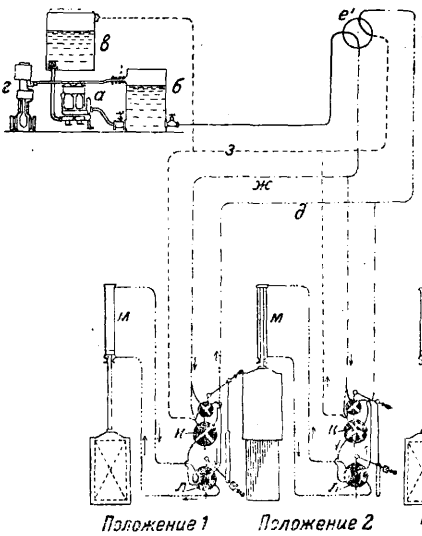
Фиг. 6.

Наиболее простым типом водонепроницаемых дверей являются двери на задрайках с рукоятками, выведенными по обе стороны переборки (фиг. 6); закрывание их возможно лишь на месте. Скользящие вертикально или горизонтально двери (фиг. 7) закрываются механическим приводом, состоящим из одной или двух зубчатых реек, скрепленных с дверью и передвигаемых шестеренками, укрепленными на валу; вал конической передачей соединяется с рукояткой для закрывания с места и с серией валиков, соединенных шарнирами Гука и выводимых на переборочную палубу для закрывания оттуда маховиком. Электрификация позволяет централизовать управление дверями всего корабля, электромотор устанавливается на двери, включение его производится с центрального поста, в проводку ставят специальный коммутатор, так что моторы включаются автоматически через 3 ск. один за другим после замыкания главного рубильника; при включении пятого мотора первый выключается,—т. о. одновременно работают четыре мотора, пока все двери не будут закрыты; вся операция при 25 дверях требует 75 ск. При появлении механического препятствия для закрытия двери мотор автоматически останавливается, но опять начинает работать после удаления препятствия до полного закрытия двери, о чем пост управления извещается ламповым сигналом. Гидравлическое устройство м. б. приведено в действие: на месте с обеих сторон переборки, с центрального поста и автоматически—поплавком—при затоплении отделения водой. Устройство это состоит из силовой станции, центрального и местных приборов управления, гидравлич. машин и трубопроводов—напорного и отливного. Чисто гидравлическая система Stone-Lloyd-System из двух специально установленных помп, подающих воду под напором в золотник управления и далее к каждой двери, — довольно сложна (золотники, зубчатые передачи, пружины) и совершенно не действует при порче помп. Этих недостатков лишено пневмо-гидравлическое устройство системы Dörr Atlas Werke (фиг. 8), в к-ром помпы *а* двойного действия подают воду заблаговременно из цистерны *б* отработанной воды в цистерну-аккумулятор *в*, заполняя ее на $^2/_3$; воздушный насос *г* накачивает воздух в верхнюю часть цистерны-аккумулятора, емкость последней достаточна для троекратного закрывания и открывания всех дверей. Центральный регулятор в этой системе состоит из четырехходового крана *е*, при положении которого *е''*, изображенном на фиг. 9, двери задраиваются. К каждой двери идут два отростка напорных магистралей *д* и *ж* и один—от главной отводной трубы *з*. Местные приборы управления состоят из двойного трехходового крана *к* (Т-образные каналы пробки этого крана лежат в двух плоскостях и повернуты на 90°; труба, которая подводит напорную воду, имеет в теле крана двойной выход к обоим рядам каналов) и четырехходового крана *л*. В положении *е'*—«двери отдраены» (фиг. 8), все двери открываются, в положении *е''*—«двери задраены» (фиг. 9)—все двери закрываются. Нормальным положением рукоятки местных кранов *к* и *л* является указанное на положении *1* фиг. 8. Чтобы закрыть одну из дверей при положении главного крана *е'*, необходимо местный кран *к* поставить в положение *2*, тогда напорная магистраль будет соединена с верх-

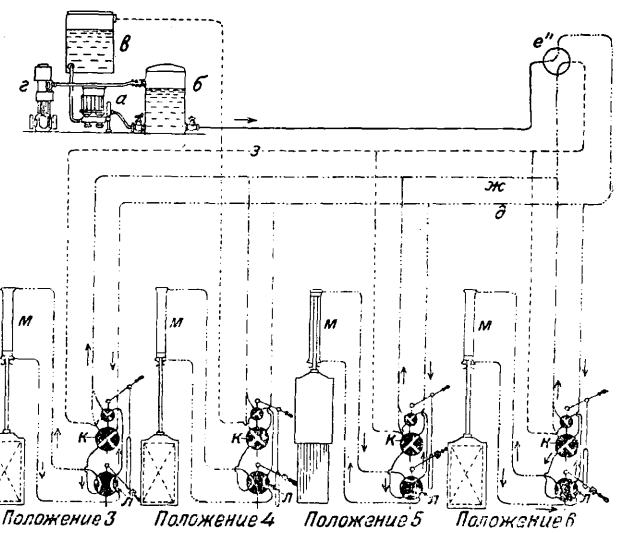


Фиг. 7.

ней полостью цилиндра *м*, и дверь закроется; это положение крана *к* не даст никакого результата, если все двери уже задраены с центрального поста, и не изменит положения двери при перемещении *е* в положение *е''*—дверь останется закрытой (как видно из положения *4* на фиг. 9). Для закрытия всех дверей главный кран *е* поворачивают в положение *е''*, указанное на фиг. 9; тогда все двери с нормальным положением кранов *к* и *л* (положение *3*) закрываются, двери, бывшие раньше закрытыми (положение *4*), остаются в прежнем положении. Чтобы открыть одну из дверей, закрытых при положении центрального крана *е''*, кран *л* ставят в положение *5*; однако, как только рукоятку *л* отпускают, под действием груза она автоматически поворачивается обратно в положение *6*, и дверь вновь закрывается; при открытии двери рукоятка крана *к* д. б. одновременно повернута кверху, что выполняется автоматически при помощи тяги с прорезом, связывающей рукоятки кранов *к* и *л*.

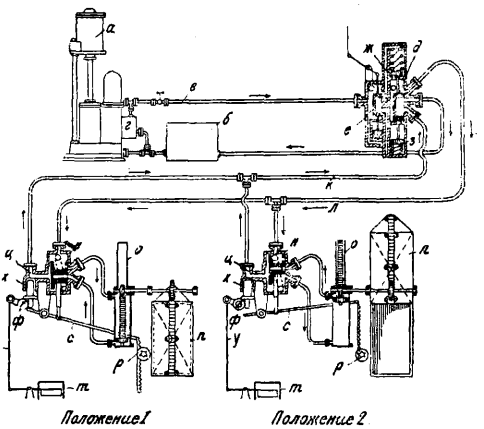


Фиг. 8.



Фиг. 9.

Гидравлич. установка для обслуживания водонепроницаемых дверей системы «Stone» изображена на фиг. 10. Насос *а* непрерывно засасывает воду из цистерны отработанной воды *б* и подает ее под давлением в напорную магистраль *в*; излишек напорной воды перетекает через особый предохранительный клапан *г* обратно в цистерну *б*. Главный распределительный золотник *д* перестановкой вспомогательного золотника *е* передвигается поршнями *ж* или *з* и сообщает поочередно обе распределительных магистрали *к* и *л* с напорной магистралью *в* или обратным трубопроводом *м*. В положении главного золотника, указанном на фиг. 10 («двери задраены»), магистраль *л* стоит под напором, и вода, проходя через местный распределительный золотник *н* (положение *1* на фиг. 10), проходит в верхнюю полость цилиндра *о*, опускает поршень, ходящий в цилиндре, и через зубчатую передачу с рейками закрывает дверь *п*. При этом положении любая дверь может быть открыта на месте: для этого ручным маховичком *р* переводят рычаг *с* в показанное на фиг. 10 положение *2*; однако как только перестают действовать на маховичок, давление воды на скалку золотника повернет рычаг *с* вниз, и дверь автоматически снова закроется. При положении главного золотника «двери отдраены» (основное положение, в которое золотник автоматически приводится небольшим поршнем, соединенным со штоком вспомогательного золотника *н*) распределительная магистраль *к* сообщается с напорной магистралью, и все двери, у которых рычаги *с* стоят в положении *1*, отдраиваются. Если же необходимо данную дверь закрыть, то рычаг *с* маховичком *р* переводится в положение *2*, и



Фиг. 10.

дверь задраивается; в этом положении дверь остается и после того, как перестанут действовать на маховичок, так как кожух золотника соединен с обратным трубопроводом и следовательно давление в нем настолько незначительно, что оно не в состоянии преодолеть сопротивления трения передаточного механизма. Если при положении глав-

ного золотника «двери отдраены» в одно из отделений судна проникнет вода, то она по достижении некоторого уровня заставит подняться поплавок m, который при этом тягой y повернет упорку ϕ, удерживающую обычно аварийный поршенек x в верхнем положении. Так как при положении «двери отдраены» левая часть u кожуха местного золотника стоит под давлением, то поршенек x, опускаясь вниз, переведет рычаг c в положение *2*, и дверь будет задраена. Если после этого главный золотник переведут в положение «двери задраены», то данная дверь останется задраенной, так как в этом случае левая часть u кожуха сообщается с обратным трубопроводом и следовательно поршенек x не стоит под давлением, а потому скалка золотника $н$ переведет рычаг c в положение *1*. По этой же причине в положении «двери задраены» поплавок вообще не оказывает никакого влияния на положение дверей. Обе системы имеют ручное управление на случай порчи гидравлики. Система Atlas Werke более надежна и более долговечна; с другой стороны, система Stone имеет то преимущество, что она соединена с поплавком, автоматически закрывающим двери при попадании в отсек воды.

На торговых судах двери задраиваются с мостика в момент аварии. На военных— по боевой тревоге, т. е. заранее, и поэтому на последних описанных механических устройств не употребляют. После аварии прежде всего восстанавливают остойчивость, а потом выравнивают диферент и крен. В целях точного осведомления, какие отсеки заполнены водой, и управления затоплением отсеков, на военных судах устраивают центральный трюмный пост, в котором устанавливают сигнальные приборы, указывающие, какие отсеки заполнены, и сосредоточивают управление затоплением отсеков. Лишь после выравнивания посадки пробоину заделывают (подводят пластырь) и откачивают воду из затопленных отсеков посредством водоотливных средств, главное назначение к-рых однако состоит не в этом, а в удалении воды, фильтрующейся через переборки. Водоотливные средства на военных судах состоят из автономных паровых, гидравлич. или электрич. трубонасосов. Окончательное осушение отсеков и отлив воды на торговых судах производятся в магистраль системы осушения, соединенную с машинными или со специальными помпами. Возможность сохранения Н. даже при тяжелых повреждениях, при рациональной конструкции корабля, доказали боевые корабли в Ютландском бою, в войне 1914—18 гг.

Лит.: Lovett W. J., Applied Naval Architecture, chapt. 1, L., 1920; Johows Hilfsbuch f. den Schiffbau, 5 Aufl., B. 1, B., 1929; Pagel C., Die Schottvorschriften d. internationalen Vertrages, zum Schutze d. menschlichen Lebens auf See, «Jahrb. d. Schiffbautechnischen Ges.», B., 1916; Kliemchen, Graphisches Verfahren zur exakten Bestimmung d. Schottkurven eines Schiffes bei verschiedenen Beflutungsgraden, «Schiffbau», B., 1919, Jg. 20, p. 325; Abel, Schottkurven, «Jahrb. d. Schiffbautechn. Ges.», B., 1915—16, p. 119; Denny A., Subdivision of Merchant Vessels, Report of the Bulkhead Committee 1912—1915, «Transact. of the Institution of Naval Architects», L., 1915; Denny A., Notes on the Curves a. Formulae for Regulating the Watertight Subdivision of Passenger Ships, ibid., 1923; Hendersohn A. C. F., Subdivision of Large Passenger Steamers, ibid., 1923; Lovett W. J., On a Method of Obtaining for Ship Design the Spacing of Bulkheads according to the Rules of the International Convention, ibid., 1917; Webster G., The Subdivision of Passenger Vessels, ibid., 1920; Welch J. J., The Watertight Subdivision of Ships, ibid., 1915; Flamm O., Unsinkbarkeit moderner Seeschiffe, «Jahrb. d. Schiffbautechn. Ges.», B., 1913; Rudloff J., Die Sicherheit havarierter Schiffe gegen das Kentern, ibid., 1920; Wittmaack H., Zur Sicherheit d. lecken Handelsschiffe, ibid., 1917; см. также *Военные суда*. **Р. Тишбейн.**

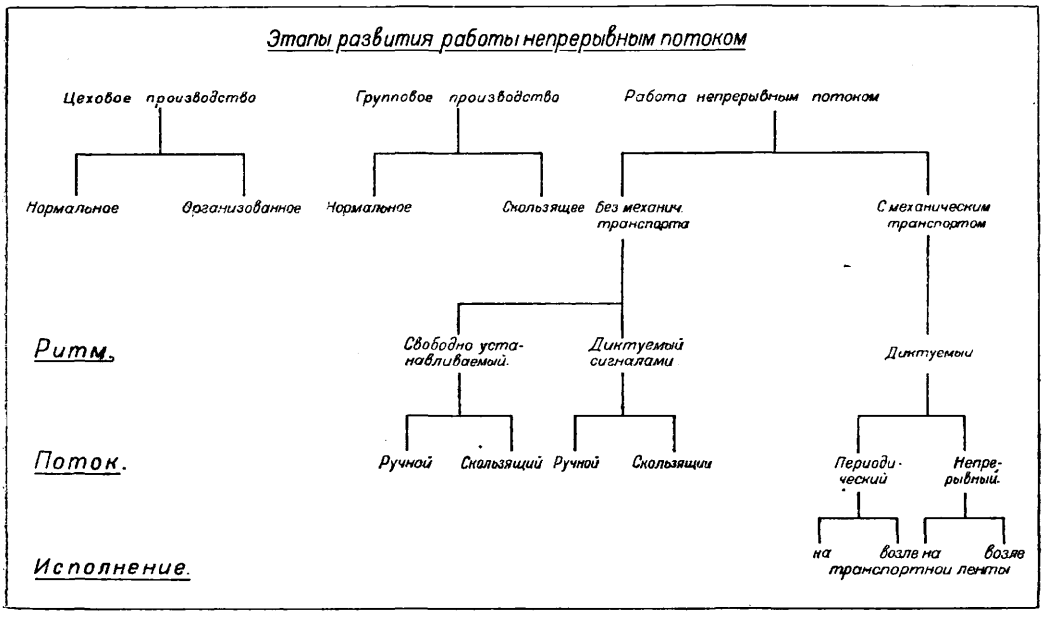
НЕПРЕРЫВНОПОТОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, «непрерывный поток», или «работа непрерывным потоком» есть такая организация смены рабочих операций, при которой они выполняются в определенной последовательности в пространстве и во времени. Распределение в пространстве означает, что каждая операция выполняется на специально предназначенном для этой цели станке, причем станки (машины-орудия) размещены в порядке последовательности технологической обработки каждого данного изделия. Подобный принцип распланировки оборудования называется «групповым» в отличие от «цехового», при котором станки расставлены по цеховому признаку, например отдельно—фрезерные, отдельно—токарные и т. д. Цеховая распланировка наиболее свойственна индивидуальному и мелкосерийному производству; групповая характерна для крупносерийного, массового производства, создавая необходимую в этих условиях прямоточность технологического процесса и обеспечивая сокращение пути, проходимого обрабатываемой деталью. На фиг. 1 представлены этапы развития работы непрерывным потоком. Работа непрерывным потоком характеризуется непрерывной сменой обрабатываемых изделий на рабочем месте, без междустаночн. запасов полуфабрикатов.

Оценим влияние размера этих запасов на скорость оборота капитала. Пусть T—сумма времени, затрачиваемого всеми деталями в ожидании начала обработки на данном станке; T_1—время, затрачиваемое на это одной деталью; n—число деталей в партии; t—время обработки одной штуки. Тогда $T_1=nt$ (время задержки одной детали) и $T=n^2t$ (время задержки всей партии от момента прибытия к станку и до передачи этой партии на последующее рабочее место). Для одной штуки потеря времени на ожидание обработки на станке пропорциональна первой степени числа штук в данной партии, а для всей партии в целом эта потеря пропорциональна квадрату числа штук. Из ф-лы $T=n^2t$ следует, что при сокращении n значительно уменьшается продолжительность пребывания обрабатываемого изделия в междустаночных запасах. Наименьшее значение T получает в случае $n=1$, т. е. при подаче изделий от станка к станку по одной штуке без междустаночных запасов. Это условие, создавая непрерывность в обработке изделий, требует в свою очередь синхронности операций. Синхронность, являющаяся характерным признаком работы непрерывным потоком, достигается тем, что все операции данного потока происходят в отрезки времени, равные или кратные определенному отрезку времени, к-рый называется рабочим тактом данного потока и является основной расчетной величиной при

его проектировании. Синхронность и непрерывность операций создают единый производственный ритм, к-рому подчинены все охваченные потоком рабочие места.

Схематически проектирование производства непрерывным потоком сводится к ляемостью к изменяющимся заданиям отличаются сборочные потоки, наименьшей—технологические (обрабатывающие).

При проектировании непрерывного потока большое внимание уделяется рациональ-



Фиг. 1.

следующему: а) составление спецификации деталей и сборочных комплектов; б) составление перечня операций как по обработке деталей, так и по сборочным работам; в) выбор оборудования по каждой операции и определение «чистого» времени, «рабочего» времени (с прибавкой на утомляемость и т. д.) и «расчетного» времени; г) подсчет оборудования по каждой операции на основе расчетного времени и заданного выпуска; д) составление элементарных потоков на каждую деталь и каждую сборку; е) разработка схемы транспортирования в соответствии с потоками и ж) разработка строительных и прочих деталей проекта на основе требований технологич. процесса. Перед составлением спецификации деталей и сборных комплектов д. б. выполнено конструктивное изучение изделия, принятого для производства непрерывным потоком. Важнейшей предпосылкой для введения непрерывного потока является установление стандарта изделия, а также размеров выпуска, достаточных для бесперебойности потока и оправдывающих производимые при его введении затраты.

Работа непрерывным потоком есть высшая форма массового производства, хотя в промышленной практике нередки случаи применения принципов непрерывного потока при сравнительно небольших выпусках. Размер выпуска и конструкция изделий д. б. предварительно точно заданы, поскольку всякие изменения впоследствии, в условиях налаженного потока, чрезвычайно болезненно отражаются на всех участках производства. Наибольшей гибкостью и приспособ-

ному разрешению транспортной задачи. Существует много потоков, в которых обрабатываемое изделие передается от одного рабочего места к другому вручную, однако в большинстве случаев наиболее целесообразной является механизация транспорта. Весьма распространенным транспортным средством (особенно для сборочных потоков) является конвейер (см. *Конвейер* и *Внутризаводский транспорт*). Расчет конвейера непрерывного движения (в отличие от конвейера периодического движения) м. б. произведен по следующей ф-ле:

$$L = nA = nz(S + s) = vT = vtn = v \cdot \frac{B \cdot 50}{w} \cdot n,$$

где L—обычная длина конвейера, A—расстояние между станциями (рабочими местами) на конвейере; n—число станций; z—число изделий между рабочими местами; S—длина изделия на конвейерах; s—расстояние между изделиями на конвейере; v—скорость конвейера; t—рабочий такт; T—время прохождения изделием всего потока; B—число рабочих часов в году в одну смену; 50—число минут действительной работы в 1 час (10 мин. в обычных расчетах отводится на потери, связанные с необходимостью отдыха, мытья рук и т. п.); w—заданный годовой выпуск в штуках. A обычно не делается меньше 1 *м*; v—дается в пределах от 0,5 и до 2—3 *м/мин* (при простых и кратковременных операциях). В случае применения конвейера периодич. движения $t = t_1 + t_2$, где t_1—время, потребное для передвижения всей линии на расстояние одной станции, и t_2—время пребывания конвейера в неподвижном

Обозначения транспортных приспособлений, применяемых при работе непрерывным потоком

Ленточный транспортер.		Стол с ленточным транспортером.	
Пластинчатый транспортер.		Стол с пластинчатым транспортером.	
Поворотный стол.		Верстак с ленточным транспортером.	
Самотаска.		Верстак с самотаской.	
Тележка на рельсах.		Подвижные площадки на рельсах.	
Подвесной путь.		Подвесные площадки.	
Канатный транспортер.		А Наклонный желоб. В Винтовой желоб.	А В
Цепной транспортер.		Роликовый путь.	
Самотаска на роликах.		Рельсовый путь.	

Фиг. 2.

состоянии (что составляет продолжительность одной операции). В этом случае в ф-лу вместо t должно быть подставлено только t_1.

Наряду с конвейером в целях механизации транспорта при работе непрерывным потоком применяется ряд других транспорт-

ных механизмов. Стандартные обозначения транспортных приспособлений, разработанные AWF, показаны на фиг. 2.

Из приведенной фигуры видно, что кроме транспортных механизмов при работе непрерывным потоком находят широкое применение всякого рода небольшие и дешевые устройства—наклонные желоба, спуски, передвижн. настольные ящики и т. п.,—транспортирующие изделие от одного рабочего места к другому. Значительное распространение имеют рельсовые пути, по которым передвигаются тележки, несущие на себе собираемое изделие (особенно в случае таких крупных изделий, как станки, тракторные двигатели, текстильные машины и т. п.). Применяются также карусельные устройства: здесь сборочный поток располагается не по прямой линии, а по окружности карусели. Регулирование потока достигается путем регулирования скорости транспортных механизмов непрерывного действия. Наряду с этим, а также при отсутствии этих механизмов (т. е. в случаях потоков без принудительного движения), широко применяются звуковые и световые сигнальные аппараты, работающие от часового механизма. При сигнале по линии всего потока происходит передача обрабатываемых изделий от предыдущих к последующим рабочим местам. Контроль качества обрабатываемых (или собираемых) в потоке изделий обычно включается в линию потока и рассматривается таким образом как одна из операций, на к-рые расчленено изготовление (или сборка) всего изделия. Исключение делается для особо сложных и длительных проверок либо для крупных изделий, а также в случаях окончательного испытания. Исправление ошибок, обнаруженных при контроле (если таковое возможно) производится вне потока специальными ремонтными бригадами, после чего изделие вновь поступает в поток, где проходит всю последующую обработку (или сборку). Наряду с качественным контролем существует количественный учет изделий, находящихся в производстве, законченных обработкой и поступающих в сборку, а также переходящих из сборки в упаковочное отделение. Этот учет ведется при помощи счетчиков, автоматически регистрирующих количество изделий, проходящих через определенные (наиболее ответственные) точки потока. Отклонение от заданных норм служит показателем неполадок на отдельных рабочих местах или на всем потоке в целом.

Организация производства при непрерывном потоке характеризуется: а) значительным усилением отделов подготовки производства, б) упрощением производственного учета, в) упрощением технико-нормировочной работы, г) автоматизацией контроля производства (см. выше). Обычно средняя квалификация рабочей силы, занятой в потоке, ниже средней квалификации рабочих серийного производства. Это обстоятельство объясняется значительной диференциацией работы на несложные операции. Одновременно возрастает потребность в рабочих высокой квалификации для замещения должностей инструкторов, настройщиков, бригадиров, приемщиков и пр. При работе непрерывным потоком наибольшее распространение имеет повременная оплата, другой системой является бригадная оплата всей группы рабочих, занятых на отдельных потоках. В случае отсутствия принудительного ритма целесообразно применение премиальных систем. Исходя из естественной при работе непрерывным потоком уплотненности рабочего дня, которая обычно превосходит таковую в условиях серийного производства, необходимо особое внимание уделить рациональной организации труда для предупреждения чрезмерной утомляемости рабочих, занятых в потоке. Важно создать благоприятные санитарно-гигиенические условия труда, установить научно обоснованные (по длине и их распределению) перерывы в течение рабочего дня, наладить культурно-бытовое обслуживание трудящихся. Вместе с постоянным изучением психо-физиологических особенностей труда в условиях данного потока с последующим практическим использованием результатов этого изучения, указанные выше мероприятия создают базу для широкого применения работы непрерывным потоком как одного из направлений социалистич. рационализации производства.

В СССР Н.-п. п. введено рядом предприятий швейной промышленности, металло- и электропромышленности. По методу непрерывного потока будет поставлено производство на строящихся наших гигантах по производству автомобилей и тракторов. Если в условиях СССР социалистическая рационализация применяет Н.-п. п. с полным учетом требований здорового труда, то на Западе в капиталистич. мире метод непрерывного потока используется как средство усиления эксплоатации рабочих. Работа у конвейера, работа «на ленте», при бешеной интенсификации труда, какая налицо в капиталистич. хозяйстве, имеет своим следствием чрезмерную изнашиваемость рабочих, усиление их заболеваемости и смертности и сокращение периода их работоспособности. Рабочее движение на Западе поэтому борется против капиталистич. применения Н.-п. п.

Лит.: Меккбах Ф. и Кинцле А., Работа непрерывным производственным потоком, пер. с нем., М.—Л., 1927; Работа непрерывным потоком, Сборн. статей под ред. Л. Я. Шухгальтера, М., 1930 (с библиогр. указ. по 1930 г.); Лауке Г., Вопросы расчета при работе непрерывным потоком, пер. с нем., М., 1930; Транспортные приспособления при работе непрерывным потоком, «Труды AWF», пер. с нем., Москва, 1929; Рубинштейн М., Капиталистич. рационализация, 3 изд., М., 1930; Лазарев В., Работа непрерывным потоком, М.—Л., 1929; Бурдянский И., Основы рационализации производства, 2 изд., гл. 4, М., 1931; Рабочие о непрерывном потоке, Москва, 1929.

Л. Шухгальтер.

НЕПРЕРЫВНЫЕ ДРОБИ, конечные или бесконечные дроби вида

$$b_0 + \cfrac{a_1}{b_1 + \cfrac{a_2}{b_2 + \cfrac{a_3}{b_3 + \dots}}}$$

где b_0, b_1, b_2, ... и a_1, a_2, a_3, ... — целые числа; в частности $a_1 = a_2 = \dots = 1$, а b_0 может равняться 0. Пусть x—положительное действительное число (рациональное или иррациональное). Его можно представить в виде:

$$x = b_0 + \frac{1}{x_1}, \qquad (1)$$

где $b_0 \geq 0$ — целое число, $\frac{1}{x_1} < 1$. Далее $x_1 > 1$ представим в виде

$$x_1 = b_1 + \frac{1}{x_2}, \qquad (2)$$

где $b_1 \geq 1$—целое, $\frac{1}{x_2} < 1$. Продолжая далее, имеем:

$$x_n = b_n + \frac{1}{x_{n+1}}, \qquad (3)$$

где $b_n \geq 1$—целое, $\frac{1}{x_{n+1}} < 1$. Вставляя значения (2), ... (3), ... в (1), получим Н. д.

$$x = b_0 + \cfrac{1}{b_1 + \cfrac{1}{b_2 + \ldots + \cfrac{1}{b_n + \ldots}}} \qquad (4)$$

конечную или бесконечную. Целые числа b_0, b_1, ..., b_n называются неполными частными. Если x рациональное число $x = \frac{A}{A_1}$, то неполные частные получаются методом последовательного деления (алгоритм Эвклида): делим A на A_1; пусть будет частное b_0 и остаток A_2; $A = A_1 b_0 + A_2$; далее делим A_1 на A_2—частное b_1, остаток A_3 и т. д. Так как остатки все время уменьшаются, то после конечного числа шагов деление произойдет без остатка: $A_n = A_{n+1} b_n$. Отсюда

$$x = b_0 + \frac{A_2}{A_1} = b_0 + \cfrac{1}{\cfrac{A_1}{A_2}} = b_0 + \cfrac{1}{b_1 + \cfrac{A_3}{A_2}} = \ldots =$$

$$= b_0 + \cfrac{1}{b_1 + \cfrac{1}{b_2 + \ldots + \cfrac{1}{b_n}}}$$

Таким образом рациональное число разлагается в конечную Н. д., и обратно, проделав все действия в конечной Н. д., получим рациональное число.

Разложим теперь в Н. д. иррациональное число $\sqrt{2}$, выделяя каждый раз целую часть:

$$\sqrt{2} = 1 + \frac{1}{x_1}; \quad x_1 = \frac{1}{\sqrt{2}-1} = \sqrt{2} + 1 = 2 + \frac{1}{x_2};$$

$$x_2 = \frac{1}{\sqrt{2}-1} = 2 + \frac{1}{x_3}; \quad x_3 = \frac{1}{\sqrt{2}-1} = 2 + \frac{1}{x_4}; \ \ldots$$

Получается бесконечная Н. д.:

$$\sqrt{2} = 1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{2 + \ldots}}} \qquad (5)$$

В теории Н. д. большую роль играют подходящие дроби. Если в Н. д. (4) ограничимся одним, двумя, ... n неполными частными, получим 1-ю, 2-ю, ..., n-ю подходящую дробь:

$$\frac{p_1}{q_1} = b_0 = \frac{b_0}{1}; \quad \frac{p_2}{q_2} = b_0 + \frac{1}{b_1} = \frac{b_0 b_1 + 1}{b_1};$$

$$\frac{p_3}{q_3} = b_0 + \cfrac{1}{b_1 + \cfrac{1}{b_2}} = \frac{(b_0 b_1 + 1) b_2 + b_0}{b_1 b_2 + 1}.$$

Вообще

$$\frac{p_n}{q_n} = \frac{p_{n-1} b_{n-1} + p_{n-2}}{q_{n-1} b_{n-1} + q_{n-2}}.$$

Подходящие дроби дают приближения истинного значения Н. д., притом нечетного порядка—по недостатку, четного—по избытку. Так, подходящие дроби для Н. д. (5):

$$\frac{p_1}{q_1} = \frac{1}{1}; \ \frac{p_2}{q_2} = 1 + \frac{1}{2} = \frac{3}{2} = 1{,}5; \ \frac{p_3}{q_3} = \frac{3 \cdot 2 + 1}{2 \cdot 2 + 1} =$$

$$= \frac{7}{5} = 1{,}4; \ \frac{p_4}{q_4} = \frac{7 \cdot 2 + 3}{5 \cdot 2 + 2} = \frac{17}{12} = 1{,}4166\ldots; \ \ldots$$

будут приближенными значениями $\sqrt{2}$. Н. д. применяются для вычисления логарифмов, для приближенного интегрирования и пр.

Лит.: Серре Н., Курс высшей алгебры, пер. с франц., СПБ, 1897; Марков А., Исчисление конечных разностей, Одесса, 1910; Perron O., Die Lehre von d. Kettenbrüchen, Lpz.—B., 1913. **В. Степанов.**

НЕПРОМОКАЕМЫЕ ТКАНИ, см. *Водонепроницаемые ткани* и *Ткани технические.*

НЕРВЮРА, см. *Аэроплан.*

НЕРЖАВЕЮЩАЯ СТАЛЬ, специальная сталь, очень устойчивая в отношении ржавления и разъедания кислотами, щелочами, растворами солей. Изобретена около 1915 г. почти одновременно в Англии (Brearley), в Америке (Haynes) и в Германии (Strauss & Maurer). Главной составной частью Н. с., сообщающей металлу высокую химическую устойчивость, является хром в количестве 12—14%; другие специальные примеси (Ni, Si, Cu, W и Mo) только усиливают указанное действие хрома. Н. с. делится на хромовую и хромоникелевую; в первой наряду с обычными примесями (C, Si, Mn, S, P) содержится 12—14% Cr, во второй—кроме 10—22% Cr имеется еще 6—10% Ni. Характерной особенностью Н. с. является малое содержание в ней C (< 0,5%), так как только при этом условии Н. с. легко подвергается механич. обработке и приобретает высокую химич. устойчивость. Присутствие других специальных примесей (Cu, Si, W, Mo) мало характерно для Н. с. и нередко объясняется только патентными соображениями изобретателей. Приведенная общая характеристика состава Н. с. иллюстрируется данными табл. 1.

Табл. 1.—Содержание примесей в различных сортах нержавеющей стали.

Обозначение Н. с.	%-ное содержание примесей					
	C	Si	Mn	Cr	Ni	W
Хромовая сталь мягкая	0,10	0,40	0,40	14,0	—	—
Хромовая сталь средней твердости	0,35	0,30	0,40	13,5	—	—
Хромовая сталь очень твердая	0,60	0,25	0,40	16,5	—	—
Хромоникелевая сталь Крупп V1M	0,21	—	—	10,0	1,75	—
Хромоникелевая сталь Крупп V2A	0,40	—	—	22,9	9,62	—
Хромоникелевая сталь с W	0,25	0,50	0,40	18,0	8,0	0,60
Хромоникелевая сталь с W и Si	0,35	1,25	0,50	18,0	8,0	4,0

Н. с. готовится исключительно в электрических печах, обеспечивающих меньший угар Cr по сравнению с мартеновскими печами и исключающих в противоположность тигельной плавке возможность науглероживания металла. Cr вводится в виде малоуглеродистого (< 1% C) феррохрома, получаемого рафинированием обыкновенного феррохрома с 5—6% C или выплавкой его по способу Гольдшмита. Применение малоуглеродистого феррохрома является слабым местом металлургии Н. с. и сильно повышает стоимость ее. При отливке Н. с. соблюдается ряд предосторожностей для получения слитков с возможно здоровой поверхностью; еще больше предосторожностей соблюдается при горячей механич. обработке слитков и при

дальнейшей термической обработке готовых изделий, так как при недостаточно осторожной обработке Н. с. в ней легко появляются трещины. Н. с., в особенности при малых содержаниях С (0,1—0,2%) и высоком нагреве (1 000—1 200°), легко поддается всем видам горячей обработки—прокатке, ковке и штамповке; в последние годы достигнуты крупные успехи также и в холодной обработке Н. с. волочением, прокаткой и штамповкой.

Н. с. вследствие большого содержания в ней специальных примесей является в большей или в меньшей степени самозакаливающейся и при умеренных скоростях охлаждения получается аустенитовой или же мартенситовой структуры и только при очень замедленном охлаждении она приобретает перлитовую структуру. Последняя является нежелательной как вследствие меньшей химической устойчивости ее по сравнению с мартенситовой и аустенитовой структурами, так и вследствие невысоких механич. качеств. Поэтому все изделия из Н. с. подвергаются закалке и последующему отпуску. Закалка в масле или в струе воздуха производится от $t°$ 900—1 200°, причем присутствующие в Н. с. карбиды растворяются с образованием однородного твердого раствора. При последующем отпуске до температуры в 400—600° в изделиях получают какую-либо из структур отпуска (троостит, сорбит), отвечающую наиболее выгодным механическим свойствам. Наиболее характерные свойства Н. с.—кислотоупорность и неокисляемость—резко выделяют ее из ряда других железных материалов, как это видно например из табл. 2.

Табл. 2.—Характеристика химической устойчивости различных сортов нержавеющей стали.

Обозначение Н. с.	%-ное содержание			Относительная потеря в весе в различных условиях			
	C	Cr	Ni	ржавления на воздухе в теч. 30 дн.	в морской воде в теч. 30 дн.	в 10%-ном растворе HNO_3 в теч. 14 дн.	в кипящем 50%-ном растворе HNO_3 в теч. 2 ч.
Литое железо	0,12	—	—	100	100	100	100
Никелевая сталь:							
9%-ная	0,16	—	8,89	70	79	—	98
25%-ная	0,23	—	26,25	11	55	69	103
Н. с. Круппа:							
V1M	0,21	10,0	1,75	0,4	5,2	—	—
V2A	0,40	22,9	9,62	0	0,6	0	0

При высокой химич. устойчивости Н. с. отличается и высокими механич. качествами, зависящими не только от химич. состава Н. с., но и от термич. обработки ее, как это видно из табл. 3.

Табл. 3.—Характеристика механических свойств различных сортов нержавеющей стали.

Обозначение Н. с.	%-ное содержание			Термич. обработка	Предел упругости в кг/мм²	Времен. сопротив. в кг/мм²	Удлинение в %	Сужение поперечн. сечения в %	H_{Br}	Ударн. сопротив. в кгм/см²	Исследователи
	C	Cr	Ni								
Хромовая сталь «I nal»	0,33	12,43	0,36	Зак. 900°, отп. 400°	130	175	5	—	—	—	L. Guillet
То же	0,33	12,43	0,36	Зак. 900°, отп. 500°	78	120	15	—	—	—	L. Guillet
То же	0,33	12,43	0,36	Зак. 900°, отп. 700°	68	100	22	—	—	—	L. Guillet
Хромовая сталь мягкая	0,07	11,7	0,57	Зак. 900°, отп. 560°	92,5	114,0	18,0	52,0	340	5,0	J. Monypenny
То же	0,07	11,7	0,57	Зак. 930°, отп. 700°	48,2	63,6	26,5	65,8	196	11,0	J. Monypenny
То же	0,07	11,7	0,57	Зак. 930°, отп. 750°	43,9	57,5	31,0	68,8	179	12,0	J. Monypenny
Хромоникелевая сталь Круппа V1M	0,21	10,0	1,75	Зак. 900°, отп. 550°	52	74	24,3	66	219	23,9	Strauss & Maurer
То же	0,21	10,0	1,75	Зак. 900°, отп. 700°	84	95	16,6	58	269	21,9	Strauss & Maurer
Хромоникелевая сталь Круппа V2A	0,24	20,2	8,4	Отожжен.	42,5	83,5	59,0	51,4	18,5	11,5	Strauss & Maurer

Н. с. применяется в различных отраслях промышленности: в машиностроении — для турбинных лопаток, для клапанов двигателей внутреннего сгорания, для разного рода паровых вентилей; в химической промышленности—для мешалок, реакционных сосудов, змеевиков и прочей аппаратуры; в пищевой—для бродильных чанов, варочных и испарительных сосудов; в бумагоделательной—для голлендеров (ролов) и голлендерных ножей. Особенно разнообразны применения Н. с. при изготовлении медицинских

инструментов и различных протезов, а также предметов домашнего обихода (кухонная посуда, ножи, вилки, ложки и пр.). С удешевлением Н. с. область ее применения несомненно будет расширяться, и м. б. она найдет себе место и в крупном строительстве мостов, зданий, заводских, ж.-д. и военных сооружений.

Лит.: Monypenny J. u. Schäfer R., Rostfreie Stähle, Berlin, 1928 (исчерпывающая монография о Н. с. с подробным библиографическим указателем до 1928 г.); Parmitter O., High Chromium Steels, «Transactions of the Amerucan Society for Steel Treating», Cleveland, 1929, p. 796; Sergesen R., Effect of Temperature on Stainless Iron, «Heat Treating a. Forging», Pittsburgh, 1929, Jan., p. 55; Houdremont E. und Ehmcke V., Warmfeste Stähle. «Archiv f. Eisenhüttenwesen», Düsseldorf, 1929, Jg. 3, H. 1, p. 61. **М. Окнов.**

НЕРНСТА ЛАМПА, см. *Лампы электрические.*

НЕРОЛИН, бромелия, этиловый эфир β-нафтола, наряду с метиловым эфиром—яра-яра и бутиловым эфиром—фрагаролом,—весьма распространенные душистые вещества с сильным запахом, который напоминает при сильном разбавлении запах цветов померанца и отчасти земляники; чешуйчатые кристаллы с перламутровым блеском, с $t°_{пл.}$ 37°; возгоняющиеся кристаллы яра-яра имеют $t°_{пл.}$ 72°; иногда под названием Н. объединяются этиловый и метиловый эфиры. Для получения обоих эфиров обычно применяются следующие методы: 1) нагревание β-нафтола с соответствующим спиртом в присутствии крепкой серной кислоты при небольшом избыточном давлении и $t°$ 125°; 2) нагревание β-нафтола с соответствующим спиртом в присутствии безводного хлористого водорода в автоклаве (выход до 60%); 3) нагревание β-нафтола с калиевой солью этилсерной кислоты; 4) пропускание паров β-нафтола и паров спирта через окись алюминия при 400°. Сырой эфир промывают щелочью и подвергают перегонке в вакууме или возгонке. Применяются Н. и его аналоги широко в мыловарении, как продукт дешевый и не изменяющийся в мыле, а также при производстве фруктовых эссенций. Потребность СССР, составляющая ок. 5 000 *кг*, удовлетворяется полностью внутренним производством. **Б. Рутовский.**

Лит.: см. *Душистые вещества.*

НЕРУДНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ, см. *Минеральное сырье.*

НЕСГОРАЕМЫЕ ШКАФЫ, см. *Сейфы.*

НЕСОИЗМЕРИМЫЕ ЧИСЛА, иррациональные числа. Н. ч. встречались еще у греков. Эвклид (330—275 л. до нашей эры) впервые дает своим учением о пропорциях по тому времени строгое обоснование Н. ч. При решении простых геометрических задач, как например проведение диагонали квадрата, оказалось, что величина этой диагонали несоизмерима с его стороной, т. е. на какое бы большое число равных частей мы ни разделили сторону квадрата, откладывая эти части на диагонали, мы покроем ее либо с избытком либо с недостатком. Реальное существование несоизмеримых величин и повлекло за собой создание отвлеченной меры таких величин, т. е. несоизмеримых чисел. Современный взгляд на Н. ч. принадлежит Дедекинду (конец 19 в.). Все рациональные числа, т. е. дроби вида $\frac{p}{q}$ (где p и q—целые числа), разбиваем на два класса, такие, что: 1) все числа первого класса меньше всех чисел второго класса; 2) первый класс не имеет наибольшего числа, второй не имеет наименьшего числа (отсюда между прочим следует, что существуют числа: одно из 1-го класса, другое из 2-го класса, разность между которыми произвольно мала). Это разбиение, или сечение, определяет (единственное) Н. ч., к-рое как бы заполняет промежуток между двумя классами. Рациональные и Н. ч. в совокупности называются действительными числами. Они образуют непрерывное множество (континуум), которое вследствие непрерывности отображается на всю прямую линию—числовая прямая.

Пример. Известно, что рационального числа, квадрат которого был бы равен 2, не существует. Разбиваем все рациональные числа на два класса, относя к 1-му все отрицательные числа, нуль и все те положительные числа, квадраты которых < 2, и ко 2-му классу те положительные числа, квадраты которых > 2. Тогда сечением будет число, квадрат которого равен 2, т. е. $\sqrt{2}$. Этому числу, введенному как сечение, соответствует реальная величина—диагональ квадрата со стороной 1.

Простейшие Н. ч. суть неизвлекаемые радикалы и корни (решения) квадратных ур-ий и ур-ий высших степеней. Такие числа—алгебраические Н. ч. Существуют кроме них трансцендентные Н. ч., не являющиеся корнями алгебраич. ур-ий с рациональными коэфициентами, напр. π (отношение длины окружности к диаметру) и e (основание неперовых логарифмов). Мы показали на примерах реальность введенных нами Н. ч. (сечений). Однако при практич. вычислениях и измерениях мы пользуемся исключительно рациональными числами, т. к. на практике употребляется разложение числа в десятичную дробь, и притом ограничиваются несколькими первыми десятичными знаками, тогда как для Н. ч. разложение в десятичную дробь всегда бесконечно (и притом непериодично).

Лит.: Dedekind R., Stetigkeit und irrationale Zahlen, 5 Aufl., Brschw., 1905 (есть русский перевод: Непрерывность и иррациональные числа, 3 изд., Одесса, 1914); Bachmann P., Vorlesungen über die Natur d. Irrationalzahlen, Lpz., 1892; Dantsher V., Vorlesungen über die Weierstrasssche Theorie d. irrationalen Zahlen, Lpz., 1908. **В. Степанов.**

НЕСУЩАЯ ВОЛНА в радиотехнике, составляющая модулированной волны, к-рая имеет ту же самую частоту, как и первоначальная немодулированная волна (см. *Модуляция*); аналогично несущей частотой называется частота Н. в. Термин «несущая частота» встречается также и в проволочной связи при передаче по проводам токами высокой частоты; тогда переменный ток, передающийся по проводу и модулируемый сигналом, называется несущим током. Как всегда, связь между длиной Н. в. λ и несущей частотой f выражается формулой $\lambda = \frac{c}{f}$, где c—скорость распространения Н. в. (для случая радиопередачи c—скорость света; при передаче по проводам токами высокой частоты c—скорость распро-

странения по проводам). Модуляция обычно разумеется телефонная; но поскольку всякий радиотелеграфный сигнал м. б. разложен в спектр составляющих частот (см. например *Быстродействующие радиопередача и радиоприем*, фиг. 17), говорят также о модулированных ключом незатухающих колебаниях.

Согласно постановлениям и рекомендации 1 сессии Международного консультативного радиотехнического комитета (CCIR) в Гааге, сентябрь—октябрь 1929 г., рекомендовано следующее разделение Н. в. по диапазонам (λ—в *м*, f—в кц/ск.): 1) длинные волны—(низкая частота): $\lambda > 3\,000$; $f < 100$; 2) средние волны (средняя частота): $200 < \lambda \leqslant 3\,000$; $1.500 > f \geqslant 100$; 3) промежуточные волны (промежуточная частота): $50 < \lambda \leqslant 200$; $6\,000 > f \leqslant 1\,500$; 4) короткие волны (высокая частота): $10 < \lambda \leqslant 50$; $30\,000 > f \geqslant 6\,000$; 5) очень короткие волны: $\lambda \leqslant 10$; $f \geqslant 30\,000$. Пятая категория волн в СССР чаще называется областью *ультракоротких волн* (см.).

Все государства крайне заинтересованы в том, чтобы, для избежания взаимных помех при радиопередачах, излучения радиостанций точно укладывались в назначенные отдельным странам полосы передачи частот.* Поэтому весь диапазон Н. в. разделен на вполне определенные полосы передачи (шириной 7÷10 кц/ск.), которые и распределены международным соглашением между всеми государствами, использующими радиопередачу. Отступления, допускаемые Гаагской сессией CCIR в излучении Н. в. (несущей частоты) от номинальной цифры, присвоенной данной полосе, международно точно регламентированы и указаны в табл. 1.

На Вашингтонской (декабрь 1927 г.) международн. конференции (СССР не участвовал) установлены следующие полосы частот (в ц/ск. по обе стороны от Н. в.) для различных категорий радиоизлучений: 1) для телеграфной передачи международным кодом Морзе чисто незатухающими колебаниями со скоростью 100 слов в минуту общая полоса частот ± (160 ÷ 240); 2) для такого же вида передачи, но не чисто незатухающими, а модулированными колебаниями (тональная передача) ± [(160÷240)+удвоенная частота модуляции]; 3) для телефото (передачи факсимиле и изображений) ±(2 000÷10 000); 4) для телевизии (видения на расстоянии) ±(10 000÷100 000); 5) для коммерческой телефонии ± 6 000; 6) для радиовещательной телефонии ± (10 000÷20 000).

Той же конференцией установлена нижеследующая табл. 2 распределения полос передачи несущей частоты (это распределение действительно до следующей Мадридской конференции, созываемой летом 1932 г.).

Табл. 1.—Допуски отступлений действующих излучаемых частот от номинальных.

Род передачи	Допуски: ныне применяемые	Допуски: подлежащие применению в возможно близком будущем
А. f=10÷550 кц/ск. (λ=30 000÷545 *м*):		
а) неподвижные станции	0,1%	0,1%
б) сухопутные станции	0,1%	0,1%
в) подвижные станции, использующие любую волну внутри полосы передачи	0,5%	0,5%
Б. f=550÷1 500 кц/ск. (λ=545÷200 *м*):		
г) радиовещательные станции	0,3 кц/ск.	0,05 кц/ск.
В. f=1 500÷6 000 кц/ск. (λ=200÷50 *м*):		
д) неподвижные станции	0,05%	0,02%
е) сухопутные станции	0,10%	0,02%
ж) подвижные станции, использующие любую волну внутри полосы передачи	5 кц/ск.	5 кц/ск.
з) неподвижные и сухопутные станции малой мощности (до 250 W в антенне), работающие на полосах передачи, общих с неподвижными и подвижным станциями	5 кц/ск.	5 кц/ск.
Г. f=6 000÷23 000 кц/ск. (λ=50÷13 *м*):		
и) неподвижные станции	0,05%	0,01%
к) сухопутные станции	0,1%	0,02%
л) подвижные станции, использующие любую волну внутри полосы передачи	10 кц/ск.	5 кц/ск.
м) неподвижные и сухопутные станции малой мощности (до 250 W в антенне), работающие на полосах передачи, общих с неподвижными и подвижными станциями	10 кц/ск.	10 кц/ск.

Табл. 2.—Мировое распределение несущих частот (Н. в.) по Вашингтонской конференции.

Несущая частота в кц/ск.	Н. в. в *м* (приблизит.)	Категории радиостанций
10—100	30 000—3 000	Неподвижные станции (т. е. служба радиосвязи между неподвижными пунктами)
100—110	3 000—2 725	Станции неподвижные и подвижные*1
110—125	2 725—2 400	С. п.
125—150*2	2 400—2 000*2	С. п. морские, открытые для публичной корреспонденции
150—160	2 000—1 875	С. п.
160—194	1 875—1 550	а) Радиовещание б) С. н. в) С. п.
194—285	1 550—1 050	I. Для Европы: а) с. п. воздушные б) с. н. воздушные в) в полосе 250—286 кц/ск. (1 200—1 050 *м*) с. н., не открытые для публичной корреспонденции г) радиовещание в полосе 194—224 кц/ск. (1 550—1 340 *м*) II. Для др. стран: а) с. п., за исключением судовых коммерческих станций б) с. н. воздушные в) с. н., не открытые для публичной корреспонденции
285—315	1 050 — 950	Радиомаяки
315—350*3	950 — 850*3	С. п. воздушные

* Полосой частот называется непрерывный ряд частот, ограниченный двумя определенными частотами (см. *Боковые частоты*); полосой передачи (или каналом) называется полоса частот достаточной ширины для того, чтобы ее было возможно использовать для радиосвязи.

Табл. 2.—Мировое распределение несущих частот (Н. в.) по Вашингтонской конференции. (Продолжение.)

Несущая частота в кц/ск.	Н. в. в *м* (приблизит.)	Категории радиостанций
350— 360	850 —830	С. п., не открытые для публичной корреспонденции
360— 390	830 —770	а) Радиопеленгация б) С. п., при условии не создавать помех радиопеленгации
390— 460	770 —650	С. п.
460— 485	650 —620	С. п. (кроме затухающих колебаний и радиотелефонии)
485— 515*4	620 —580*4	С. п. (бедствие, вызов и т. д.)
515— 550	580 —545	С. п., не открытые для публичн. корреспонденции (кроме затухающих колебаний и радиотелефонии
550— 1 300	545 —230	Радиовещание
1 300— 1 500	230 —200	а) Радиовещание б) С. п. морские с несущей частотой только 1 365 кц/ск. (Н. в. 220 *м*)
1 500— 1 715	200 —175	С. п.
1 715— 2 000	175 —150	а) С. п. и н. б) Радиолюбительские
2 000— 2 250	150 —133	С. п. и н.
2 250— 2 750	133 —109	С. п.
2 750— 2 850	109 —105	С. н.
2 850— 3 500	105 — 85	С. п. и н.
3 500— 4 000	85 — 75	а) С. п. и н. б) радиолюбительские
4 000— 5 500	75 — 54	С. п. и н.
5 500— 5 700	54 — 52,7	С. п.
5 700— 6 000	52,7 — 50	С. н.
6 000— 6 150	50 — 48,8	Радиовещание
6 150— 6 675	48,8 — 45	С. п.
6 675— 7 000	45 — 42,8	С. н.
7 000— 7 300	42,8 — 41	Радиолюбительские
7 300— 8 200	41 — 36,6	С. н.
8 200— 8 550	36,6 — 35,1	С. п.
8 550— 8 900	35,1 — 33,7	С. п. и н.
8 900— 9 500	33,7 — 31,6	С. н.
9 500— 9 600	31,6 — 31,2	Радиовещание
9 600—11 000	31,2 — 27,3	С. н.
11 000—11 400	27,3 — 26,3	С. п.
11 400—11 700	26,3 — 25,6	С. н.
11 700—11 900	25,6 — 25,2	Радиовещание
11 900—12 300	25,2 — 24,4	С. н.
12 300—12 825	24,4 — 23,4	С. п.
12 825—13 350	23,4 — 22,4	С. п. и н.
13 350—14 000	22,4 — 21,4	С. н.
14 000—14 400	21,4 — 20,8	Радиолюбительские
14 400—15 100	20,8 — 19,85	С. н.
15 100—15 350	19,85— 19,55	Радиовещание
15 350—16 400	19,55— 18,3	С. н.
16 400—17 100	18,3 — 17,5	С. п.
17 100—17 750	17,5 — 16,9	С. п. и н.
17 750—17 800	16,9 — 16,85	Радиовещание
17 800—21 450	16,85— 14	С. н.
21 450—21 550	14 — 13,9	Радиовещание
21 550—22 300	13,9 — 13,45	С. п.
22 300—28 000	13,45— 10,7	Полоса не распределена
28 000—30 000	10,7 — 10	Радиолюбительские и опытные
30 000—56 000	10 — 5,35	Полоса не распределена
56 000—60 000	5,35— 5	Радиолюбительские и опытные
Свыше 60 000	Ниже 5	Полоса не распределена

*1 В дальнейшем станции неподвижные и подвижные обозначены в этой графе сокращенно: с. н. и с. п. *2 Несущая частота 143 кц/ск. (Н. в. 2 100 *м*) является волной вызова подвижных станций. *3 Несущая частота 333 кц/ск. (Н. в. 900 *м*) является международной волной вызова воздушных радиостанций. *4 Несущая частота 500 кц/ск. (Н. в. 600 *м*) является международной волной вызова и бедствия.

Лит.: Documents du Comité consultatif international technique des communications radioélectriques, première réunion, Haye, sept.-oct. 1929, Berne, 1930; «Proc. of the Inst. of Radio Eng.», N. Y., v. 16, *11*, p. 1575—1604; кроме того списки радиовещательных станций с указанием их несущих частот и несущих волн: «Радиофронт», Москва, «Радио», Харків, «Радиослушатель», Москва и др.

НЕФЕЛИН и элеолит, щелочной алюмо-силикат из группы фельдшпатитов состава $(Na,K)_2Al_2Si_2O_8$; некоторый излишек SiO_2 позволяет считать более правильной формулу $(Na,K)_8Al_8Si_9O_{34}$. Нефелины встречаются исключительно в изверженных породах как в излившихся (сиениты), так и в глубинных (базальты, фонолиты и тефриты), причем Н.—в породах более молодых, элеолиты—в породах более древних. Н. образует или правильные кристаллы (в разрезе четырех- и шестиугольной формы) или выполняет промежутки между другими минералами. Тв. Н. 5—6; уд. вес 2,58—2,64. Перед паяльной трубкой плавится с трудом (элеолит—легко), $t°_{пл.} \sim 1\,200°$; при сплавлении образует белую непрозрачную массу. Система гексагональная. Спайность по призме $(10\bar{1}0)$ и базису (0001). Блеск стеклянный (у элеолита—жирный). Легко разлагается кислотами с выделением студенистого кремнезема. Цвет нефелина—светлый (серый, желтоватый и зеленоватый), цвет элеолита — более темный.

В нефелиновых сиенитах (Хибины на Кольском полуострове, Ильменские горы на Урале, Мариупольский округ на Украине, Ботогольский голец в Саянах) Н. встречается в виде существенной части, так что запасы Н. в этих породах не поддаются даже подсчету, настолько они велики. Особого внимания заслуживают скопления нефелинового материала в виде песков и галек по берегам озера Имандра (возле станции Хибины). Кроме того при обогащении хибинских апатитов будут получаться значительные количества хвостов, состоящих преимущественно из Н. Приводим химический состав нефелина и нефелиновых сиенитов из главнейших месторождений (см. таблицу на ст. 433). *A*—ильменский Н.—среднее из 4 анализов по Hintze, *B*—среднее из 8 анализов В. В. Карандеева; *C*—ильменский элеолит; *D*—Н. Вишневых гор (Урал)—анализ Ин-та прикладной минералогии; *E*—Н. с Ботогольского гольца (Саяны); *F*—«нефелиновые» пески с берега озера Имандры в Хибинах; *G*—«нефелиновый» гравий — там же; *H* — нефелиновый сиенит с восточного склона Умптека в Хибинах; *I*—«нефелиновый» песок озера Имандра после электромагнитного обогащения.

Большое содержание щелочей в нефелине (20,50—23,28%) и в нефелиновом сиените (10,98—14,04%) позволяет применять его в стекольной промышленности, чем уменьшается затрата соды. Так, для стекольных заводов с.-з. области (при привозной донецкой соде и кварцевом песке) стоимость шихты (с Н.) для стекольной массы на 50% ниже обычной. Бутылочное стекло получается хороших качеств и цвета. При введении в шихту обогащенных нефелиновых песков возможно получить полубелое стекло. Произведенные Керамическим ин-том опыты позволяют надеяться на возможность замены

Химический состав Н. и нефелиновых сиенитов.

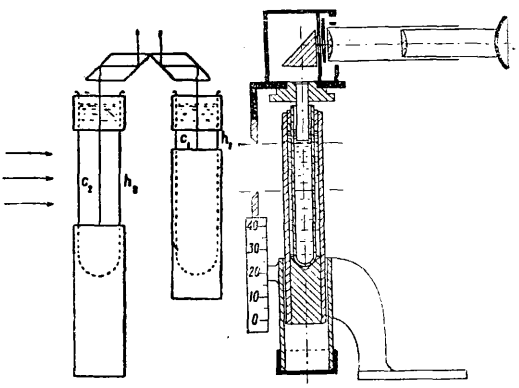
Составные части	A	B	C	D	E	F	G	H	I
SiO_2	43,40	43,64	44,10	43,37	44,94	56,50	55,50	57,58	59,45
TiO_2	—	—	—	Нет	—	—	—	1,83	—
Al_2O_3	33,61	33,64	34,29	32,99	30,29	22,80	21,04	15,45	20,20
Fe_2O_3	—	—	0,40	0,94	0,72	2,84	3,10	3,06	3,75
FeO	—	—	—	—	—	—	—	3,11	—
MnO	—	—	—	—	—	—	—	0,98	—
CaO	0,31	0,41	0,30	0,37	1,15	1,10	1,20	1,72	0,35
MgO	—	—	Сл.	0,10	0,15	0,50	0,25	1,13	Сл.
Na_2O	15,50	16,14	14,82	15,50	21,80	6,55	6,08	11,03	14,04
K_2O	6,09	5,82	5,68	5,60	1,48	5,16	4,90	2,89	
Потери при прокаливании	—	0,83	0,53	0,97	—	1,10	1,12	0,24	2,21

в фарфоровой шихте части полевого шпата — Н. Применение Н. как калийного удобрения на болотистых почвах (на опытном поле при ст. Лоухи Мурманской ж. д. и в Тимирязевской сел.-хоз. академии) дало весьма хорошие результаты (прирост урожая от 31 до 60%). Особо благоприятных результатов следует ожидать от применения в качестве *удобрения нефелиновых хвостов от обогащения* хибинского апатита. В хвостах будет оставаться часть апатитов, и т. о. удобрительный тук будет содержать и калий и фосфор. Легкая разлагаемость Н. кислотами ставит перед исследовательскими ин-тами задачу изыскания способов промышленного извлечения из Н. щелочей, Al_2O_3 и SiO_2. Последние годы над этой проблемой работает ряд институтов Первые опыты Института прикладной минералогии над выделением из Н. кремнекислоты очень удачны. Выделенный силикагель (SiO_2) по испытании в лаборатории Нефтяного ин-та дал хорошие результаты по обесцвечиванию керосина. Кроме того силикагель оказался подходящим и для контактной массы в сернокислотном производстве. Изыскание способов выделения Al_2O_3 имеет особое значение для алюминиевой промышленности, так как действительные запасы тихвинского боксита пока невелики и введение нефелина в число алюминиевых руд будет иметь огромное практическое значение.

Лит.: Карандеев В. В., К вопросу о химич. составе нефелинов, «Известия Акад. наук», Л., 1913, т. 7; Белянкин Д., Петрографическая карта Ильменских гор, «Труды радиевой экспедиции Академии наук», Л., 1915, вып. 3; Земятченский П., Об использовании нек-рых горных пород Кольского полуострова, «Технико-экономич. вестник», М., 1923, *10—12*; Влодавец В. И., Нефелин, «НИ», 1927, т. 2; Крассовская Е. А., Применение нефелиновых сиенитов в стекольном производстве, «Керамика и стекло», М., 1927, *7—8*; Борисов П. А., Нефелин, «Год. обзор минер. ресурсов СССР за 1926/27 г.», Л., 1928; его же, Месторождение нефелиновых песков на Кольском полуострове, «Труды института по изучению Севера», М., 1929, вып. 44; Варгин В. В., Применение нефелиновых сиенитов Мурмана в стеклоделии, «Труды гос. исследов. керамич. ин-та», М., 1929, вып. 15; Hillerbrand, Über die chemische Konstitution der Sodalith- und Nephelingruppe, «Sitzungsberichte der Akademie der Wissensch. in Wien, Mathem.-naturwiss. Klasse», W., 1910, B. 119, Abt. 1, 7; Gossner B., Über die Symmetrie von Nephelin, «Zentralblatt für Mineralogie, Geologie u. Palaeontologie», Stg., 1927, Abt. A, 5. **П. Топольницкий.**

НЕФЕЛОМЕТРИЯ, учение об измерении степени мутности дисперсных систем (суспензий, эмульсий, коллоидных растворов, аэрозолей) с целью определения числа частиц (концентрации) и их размеров Основными методами нефелометрии являются: 1) фотометрические методы, основанные на измерении поглощения света дисперсной системой, и 2) собственно нефелометрические (тиндалиметрические) методы, основанные на измерении яркости света, рассеянного взвешенными частицами (свет Тиндаля), обычно по направлению, перпендикулярному к освещаемому пучку. Для фотометрических измерений можно пользоваться любыми типами фотометров или спектрофотометров (см. *Фотометрия* и *Спектрофотометрия*) Так например, часто пользуются фотографическим методом, микрофотометрируя полученный негатив. Этот способ был применен Сведбергом при исследовании седиментационного равновесия методом ультрацентрифуги (см. *Молекулярный вес*). Чрезвычайно удобно, особенно при исследовании аэрозолей (дымов и туманов), фотоэлектрическое фотометрирование (проходящий через слой данной дисперсной системы световой луч падает на фотоэлемент, а получаемый фототок измеряется чувствительным гальванометром). В слабо концентрированных дисперсных системах (при малом числе диспергированных частиц) оптическим методом исследования, гораздо более чувствительным, чем фотометрия, является измерение яркости света Тиндаля (рассеянного перпендикулярно освещающему пучку) специальными приборами — нефелометрами или тиндалиметрами.

Простейший нефелометр устроен по принципу колориметра Дюбоска (см. *Колориметрия*) с той разницей, что падающий свет направляется сбоку (рассеянный свет Тиндаля рассматривается сверху), причем уравнивание яркости происходит уменьшением высоты освещаемых столбов суспензии или эмульсии (нефелометр Геллиге). В наиболее удобном нефелометре Клейнмана (фиг. 1; на фиг. 2 изображен сходный с ним нефелометр Шмидта и Генша) сравниваются два различных образца суспензии или эмульсии, наливаемые, как в колориметре, в две одинаковых пробирки (в одну из них может быть налита «стандартная»



Фиг. 1. Фиг. 2.

суспензия), освещаемых сбоку достаточно удаленным (на 1 *м*) равноотстоящим источником света (удобно на пути пучка помещать матовое стекло или бумажный экран для равномерности освещения); рассеянный перпендикулярно свет проходит сначала через стеклянный цилиндрик, погруженный в жидкость пробирки так, чтобы выделить только свет, рассеянный нек-рым внутренним объемом суспензии, одинаковым в обеих пробирках (чем исключается рассеяние стенками пробирки и влияние мениска); далее лучи, при помощи призм с полным внутренним отражением или зеркал (под углом в 45°), направляются в окуляр, где лучи от каждой пробирки освещают одну половину поля зрения. Раздвижением ширмочек (при помощи микрометрич. винта), закрывающих пробирки сбоку от освещения, добиваются одинаковости освещения обеих половин поля зрения и по шкалам производят отсчет (до 0,1 *мм*) высот освещаемых столбов суспензии в обеих пробирках (h_1 и h_2). Принимая, что средние размеры частиц одинаковы, вычисление концентрации суспензии (эмульсии) c (c_1, c_2) можно произвести по колориметрич. формуле: $\frac{h_1}{h_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{c_2}{c_1}$. Яркость I света Тиндаля для случая частиц, меньших длины световой волны, определяется ф-лой Релея

$$\frac{I}{I_0} = kc\frac{v^2}{\lambda^4}\sin^2\alpha,$$

где v—объем частицы, α—угол между падающим и рассеянным пучком, λ—длина волны света (см. *Рассеяние света*). Эта формула между прочим показывает, что при освещении белым светом нефелометрируемый свет

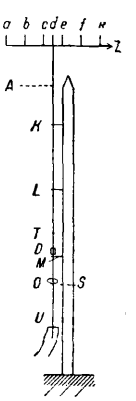
Фиг. 3.

Тиндаля является голубоватым (как голубой цвет неба). Нефелометрия была впервые применена Ричардсом (Richards) как чувствительный метод количественного анализа при образовании нерастворимых веществ, дающих мелко раздробленные взвешенные частицы (AgCl, AgBr, AgJ, $BaSO_4$, для определения весьма малых концентраций Cl′-, SO''_4-ионов). Нефелометрич. анализ имеет также большое значение в биохимии.

Тиндалиметр Мекленбурга-Валентинера (фиг. 3) основан на принципе сравнения яркости пучка света *1*, рассеянного поверхностью гипсовой пластинки *g*, с яркостью пучка света *2* Тиндаля, рассеянного данным образцом суспензии в плоскопараллельном сосуде *A*. Яркость основного пучка (от гипса) уравнивается с яркостью света Тиндаля поворотом *николя* (см.) N_2, помещенного между двумя другими николями N_1 и N_3, одинаково ориентированными. На пути световых пучков м. б. помещены дымчатые светофильтры *R* для их ослабления и уравнивания их окраски. Перед окуляром *O* помещается кубик Луммер-Бродхуна *LB*, оба поля которого д. б. одинаково ярко освещены. Ослабление яркости пучка пропорционально $\sin^4\psi$, где ψ — угол поворота николя, т. к. свет проходит последовательно через три николя. В приборах, аналогичных тиндалиметру В. В. Шулейкина, уравнивание яркости обоих пучков производится при помощи фотографического клина, почернение к-рого изменяется по длине по известному закону. Удобно и точно можно производить нефелометрич. измерения без специальных приборов, измеряя яркость света Тиндаля фотоэлементом; при этом однако должна быть учтена весьма большая чувствительность фотоэлемента к изменениям в распределении энергии по спектру в рассеянном свете.

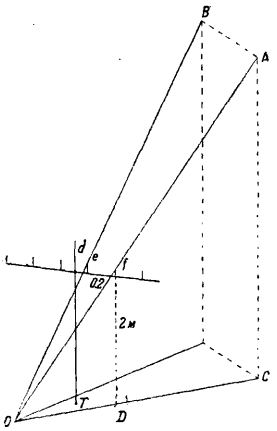
Лит.: Гиббс В., Аэрозоли, пер. с англ., Л., 1929; Балаховский С. Д., Микрохимический анализ крови, М.—Л., 1930; Weigert F., Optische Methoden d. Chemie, Leipzig, 1927; Arndt K., Handbuch d. physikalisch-chemischen Technik, 2 Auflage, Stg., 1923; Schirmann, Nephelometrie, Handbuch d. biologischen Arbeitsmethoden, hrsg. v. E. Abderhalden, Abt. 2, Lfg 205, p. 1462, B.—W., 1926; Hirsch, Tyndallphotometrie, ibid., 1925, Abt. 2, Lfg 161; Kleinmann, «Biochemische Zeitschrift», Berlin, 1919, «Kolloid-Ztschr.», Dresden, 1925; Ostwald Wo., Licht u. Farbe in Kolloiden, Handbuch d. Kolloidenwissenschaft in Einzeldarstellung, hrsg. v. Wo. Ostwald, B. 1, T. 1, Dresden—Leipzig, 1924; Mecklenburg u. Valentiner, «Kolloid-Ztschr.», Dresden, 1914, B. 14, p. 172; Mecklenburg u. Valentiner; «Ztschr. für Instrumentenkunde», Berlin, 1924, p. 209; Hahn F. V., Dispersoidanalyse, «Handbuch d. Kolloidenwissenschaft in Einzeldarstellung, hrsg. v. Wo. Ostwald, B. 1, Dresden — Leipzig, 1928; Richards, «Ztschr. f. anorg. Chem.», Lpz., 1915. **П. Ребиндер.**

НЕФОСКОП, прибор для измерения скорости и направления дви кения облаков. Наиболее распространенным является нефоскоп системы Л. Бессона. Он состоит из вертикального стержня *A* (фиг. 1), который имеет на себе закрепленными наглухо: 1) небольшой рычажок *U*, к концам которого привязаны крепкие и длинные бечевки; 2) круг *O* с делениями от 0 до 360° через каждые 10°; 3) муфточку *D*, благодаря которой весь стержень *A*, свободно проходящий через отверстие кронштейнов *K*, *L* и *M*, не падает, а задерживается на определенной высоте; 4) ме ку *T*, которая д. б. на высоте глаза наблюдателя; 5) грабли *ak* со стрелкой *Z* на конце *k* и с семью зубцами, причем расстояния *cd* и *de* равны 0,1 *м*, а все прочие равны 0,2 *м*. Расстояние от *T* до вершины *d* должно быть равно 2 *м*. К столбу, на котором установлен нефоскоп, кроме трех кронштейнов *K*, *L*, *M*, прикреплен также указатель *S*. Круг делений *O* и муфта *D* на стержне *A* закрепляются специальными винтами и при желании могут быть перемещаемы. Прибор должен быть установлен так, чтобы: а) стержень *A* стоял вертикально, а стрелка *k* строго горизонтально; б) метка *T* была на уровне глаза наблюдателя; в) если стрелка направлена на север, то против указателя д. б. деление 0°. Наблюдение производится след. образом. Наблюдатель берет в руки



Фиг. 1.

бечевки и отходит от столба до тех пор, пока грабли не будут проектироваться на тот слой облаков, скорость и направление движения которого требуется определить. Последовательно перемещаясь вокруг столба, наблюдатель находит такое положение, при котором выбранная точка облаков перемещается параллельно ak, и замечает по секундомеру время, в течение к-рого наблюдаемая точка облака проходит промежуток между двумя или несколькими зубцами. Отсчет по кругу O дает направление движения облаков. Скорость вычисляют, исходя из следующих соображений (фиг. 2). Пусть O — глаз наблюдателя, e и f—два соседние зубца Н., причем $ef = 0{,}2$ *м*; $fD = 2$ *м*; A и B—последовательные положения наблюденной точки облака; AB—пространство, пройденное облаком за время наблюдения t ск.; AC—высота облака. Из рассмотрения тр-ков OAB и OAC имеем:



Фиг. 2.

$$BA = ef \cdot \frac{AC}{fD} = \frac{0{,}2\,AC}{2} = \frac{AC}{10},$$

откуда ϑ, скорость движения облака, будет:

$$\vartheta = \frac{BA}{t} = \frac{AC}{10t}.$$

Если бы наблюденная точка облака прошла не одно расстояние между зубцами, а несколько, напр. n, то легко сообразить, что ф-ла скорости имела бы вид:

$$\vartheta = \frac{n \cdot AC}{10t}.$$

В этой ф-ле значения n и t получаются из наблюдений; высота же облаков AC определяется приблизительно по их форме; тогда последняя ф-ла дает абсолютную скорость движения облаков. Иногда же для AC принимается одно и то же постоянное значение (напр. 1 000 *м*), тогда ф-ла дает т. н. относительную скорость движения. Очевидно, абсолютную скорость можно получать из относительной умножением на высоту облака, выраженную в *км*. Количество облаков, а также скорость и направление движения их можно определять при помощи самопишущего *теодолита* (см.).

Лит.: Охлябинин С., Метеорологич. приборы, П., 1915; Виткевич В., Курс аэронавигации, ч. 2, стр. 57—60, Москва, 1925. **В. Виткевич.**

НЕФРИТ, см. *Жад.*

НЕФТЕПРОВОДЫ, инженерные сооружения, служащие для перекачки нефтепродуктов. К этим сооружениям относятся трубопроводы, насосные станции, *нефтехранилища* (см.) и различные вспомогательные сооружения (конторы, жилые помещения, сторожевые посты, телефон и пр.). В зависимости от назначения Н. разделяются на: 1) Н. общегосударственного значения, 2) промысловые, 3) складские и 4) фабрично-заводские. В то время, как Н. первой категории имеют обыкновенно большие протяжения (до 822 *км* в СССР и 2 750 *км* в США) и большую производительность (до 1,6 млн. *т*/год в СССР и 4 млн. *т*/год в США), Н. остальных категорий служат для перекачки нефтепродуктов на небольшие расстояния и, как правило, работают периодически. Сооружению Н. первой категории предшествуют: геодезические изыскания с целью определения наивыгоднейшего направления и профиля Н., сбор материалов об изменении темп-ры в течение года в воздухе и на глубине прокладки труб, составление физико-химич. характеристики нефтепродукта, предназначенного для перекачки, составление проекта, сметы и технико-экономические записки.

Расчет Н. Проект сооружения Н. опирается на гидравлический расчет трубопровода и насосных станций. Расчет трубопровода, а также проект и сметы составляются в нескольких вариантах, при этом варьируют диаметр трубопровода, число насосных станций и длину добавочных трубопроводов, так наз. люпингов. Расчет потери на трение жидкости о стенки Н. ведется по формуле D'Arcy:

$$h_1 = \lambda \cdot \frac{l}{d_1} \cdot \frac{v^2}{2g}, \qquad (1)$$

где h_1—потеря напора (в *см* нефтяного столба) на длине l (в *см*); λ—коэф. сопротивления; d_1—внутренний диаметр трубопровода в *см*; v—средняя скорость течения в *см/ск*; $g = 981$ *см/ск*^{2}—ускорение силы тяжести. При ламинарном (струйном) течении нефти по Н. λ определяется по теоретической ф-ле Стокса:

$$\lambda = \frac{64}{R_e}, \qquad (2)$$

где R_e—величина вихревого фактора, т. наз. параметр Рейнольдса, определяемая по ф-ле

$$R_e = \frac{v \cdot d_1}{\nu}; \qquad (3)$$

здесь v—средняя скорость течения нефти в *см/ск*, d_1—прежнее значение, ν—коэф-т кинематической вязкости перекачиваемой нефти в *см*^{2}/*ск*. При турбулентном течении нефти величина λ зависит не только от параметра Рейнольдса, но и от шероховатости стенок труб. Влияние шероховатости на изменение λ еще не изучено, поэтому при расчетах либо повышают величину λ на 10—25% против его значения, вычисленного для гладких труб, либо пользуются одним из эмпирич. законов сопротивления, составленных на основании наблюдений над старыми загрязненными Н. Из множества эмпирических ф-л в современной практике нефтепроводного дела наиболее часто применяются следующие: а) для гладких новых труб:

$$\lambda = \frac{0{,}3164}{\sqrt[4]{R_e}} \quad \text{(ф-ла Блазиуса)}, \qquad (4)$$

$$\lambda = 0{,}01 + \frac{1{,}77}{\sqrt{R_e}} \quad \text{(ф-ла Ланга)}; \qquad (5)$$

б) для труб, слегка загрязненных, шероховатых, ф-ла фон-Мизеса

$$\lambda = 0{,}0096 + \sqrt{\frac{k_0}{d_1} + \frac{1{,}7}{\sqrt{R_e}}}; \qquad (6)$$

здесь d_1—диаметр Н. в *м*, а k_0 (в *м*)—абсолютная шероховатость—берется из следующей таблицы, заимствованной из Пешля [1]:

Материал	$10^8 k_0$
Железные трубы	от 640 до 1 600
Жестяные или чугунные трубы (асфальтированные)	» 950 » 1 900
Чугунные трубы, новые	» 3 200 » 6 400
» » бывшие в употреблении	» 8 000 » 16 000

Ф-ла Рейнольдса (по Б. Я. Стародубу [2]):

$$\lambda = \frac{0{,}0926}{\sqrt[10]{R_e}}; \qquad (7)$$

Ф-ла акад. В. Г. Шухова для вычисления потери напора:

$$h_1 = \frac{l \cdot Q_1^2}{d_1^5 \cdot m^2}, \qquad (8)$$

где Q_1—расход в *м³/сек*; h_1 и d_1 в *м*, а коэф. m берется из следующей таблицы, составленной П. А. Филоновым [3].

Название нефтепродукта	Уд. вес	m
Керосин	0,820	23,00
Бакинские нефти	0,867—0,871	18,40
Мазут	0,910	4,59

Предварительный расчет ведется по вязкости, соответствующей средней $t°$ перекачиваемого продукта, причем эта последняя в зависимости от условий залегания трубопровода соответствует или средней годовой $t°$ грунта (для зарытого Н.), или средней годовой $t°$ воздуха (для незащищенного наружного Н.), или наконец средней $t°$ трубопровода (для обогреваемого Н.). Задаваясь величиной диаметра трубопровода, находят среднюю скорость v (в *см/сек*) по ф-ле

$$v = \frac{5}{432} \cdot \frac{Q_1}{\gamma F}, \qquad (9)$$

где Q_1—суточная производительность Н. в *т*, γ — уд. вес нефти и $F = \frac{\pi d_1^2}{4}$ — площадь поперечного сечения трубопровода в *см²*. Варьируя диаметр Н., определяют ряд значений средней скорости v, а также соответствующие этим скоростям величины параметра Рейнольдса R_e. Если R_e окажется меньше 2 320, то движение нефти по трубам будет струйным; при $R_e > 2\,320$ течение будет турбулентным. В зависимости от характера движения нефти по трубопроводу определяют по формуле (1) потерю напора на трение, причем коэф-т λ определяется по одной из вышеприведенных ф-л. К вычисленной величине потери напора следует прибавить (или отнять) величину добавочного напора, потребного для поднятия перекачиваемого продукта на высоту 4 *м*. Этот добавочный напор h_2 выражают также в *см* нефтяного столба: $h_2 = H \cdot 100$, где $H = H_2 - H_1$ есть разность (в *м*) отметок над уровнем моря между конечным и начальным пунктами Н. Суммарный напор $h = h_1 + h_2$ превращают в атмосферы:

$$P = h \cdot \gamma \cdot 10^{-3}. \qquad (10)$$

Здесь P (в *atm*)—давление, потребное для перекачки заданного количества нефти, и γ—ее уд. в. Если известно максимальное допустимое давление P_1 для труб проектируемого Н. и максимальное рабочее давление насосов $P_2 < P_1$, тогда n_1—число насосных станций, к-рые следует равномерно разместить по длине трубопровода, определится из ф-лы

$$n_1 = \frac{P}{P_2}. \qquad (11)$$

Нередко в целях экономии средств строят Н. с числом станций $n_2 < n_1$. В этом случае давление $n_2 P_2$ будет меньше P, и производительность Н. окажется меньше намеченной. Увеличения пропускной способности Н. до предела, поставленного первоначальной программой, можно добиться, вставив на некоторой длине трубопровода л ю п и н г (фиг.). Потребная длина люпинга x в *см* определяется из ур-ия

$$[(l - x)h_1 + xh_2 + h_3]\gamma \cdot 10^{-3} = P, \qquad (12)$$

где h_3—потеря напора (в *см* нефтяного столба) в люпинге—определяется по ф-ле (1). Расход жидкости в люпинге Q_2 при турбулентном потоке находят из ур-ия

$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_2} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^{\frac{19}{7}} \qquad (13)$$

и при ламинарном потоке из ур-ия

$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_2} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^4. \qquad (14)$$

Здесь d_2—диаметр труб люпинга (в *см*). Разметка положения станций и люпингов по трассе Н. производится в соответствии с данными предварительного расчета, а также с учетом технических, экономических и бытовых факторов. Вслед за этим составляют окончательный расчет Н. Этот расчёт, опираясь на данные предварительного расчета, выясняет действительную пропускную способность Н. по месяцам года. Расчет ведется по вязкостям, которые соответствуют средним месячным температурам.

В случае перекачки застывающих и очень вязких нефтепродуктов Н. снабжают дополнительными сооружениями, позволяющими подогревать их для уменьшения вязкости жидкости и следовательно сопротивлений движению. Подогревание особенно эффективно при перекачке нефтей при струйном режиме движения, так как в этом случае потеря напора прямо пропорциональна коэф-ту кинематич. вязкости. В зависимости от способа подогрева, сооружения, служащие для этой цели, разделяют на 2 основные типа.

1. Сооружения для предварительного подогрева нефтепродукта, перекачиваемого по неотепленному трубопроводу. Сюда относятся паровые змеевики, помещаемые в расходный резервуар, специальные теплообменные аппараты и т. д. Эти сооружения рассчитываются так, чтобы перекачиваемый продукт поступал в Н. с определенной заранее заданной темп-рой ($T_н$). Темп-ра нагретого т. о. нефтепродукта, благодаря теплоотдаче, будет меняться по длине, понижаясь до некоторого предела ($T_к$) у конца. Параллельно этому будет возрастать вязкость и сопротивление движению нефти. Определение закона падения $t°$ по длине Н. в практике решается приближенно. Примерный расчет падения $t°$ для неотепленного Н. приведен в работе П. А. Филонова [3]. Для подсчета потери напора в трубопроводе при меняющейся $t°$ нефтепродукта Сюмен [4] реко-

мендует относить вязкость к некоторой средней «эквивалентной» темп-ре ($T_э$.), определяемой по ф-ле:

$$T_э = \frac{T_н + 2T_к}{3}. \quad (15)$$

Коэфициент теплопередачи от нагретой жидкости в грунт k, вообще говоря незначительно зависит от скорости перекачки. По данным русской и америк. практики значение k колеблется в пределах от 2 до 3 Cal/$м^2$ ч. °С. Количество тепла q в Cal, к-рое должно сообщаться в час перекачиваемому нефтепродукту, определяется по ф-ле:

$$q = Q \cdot c \cdot \gamma (T_р - T_н), \quad (16)$$

где c—теплоемкость нефтепродукта, Q—его объемный расход в $м^3/ч$ и $T_р$.—темп-ра нефтепродукта в резервуаре. Начальная темп-ра ($T_н$.) перекачиваемой нефти д. б. рассчитана так, чтобы ее средняя $t°$, определяемая по формуле (15), не опускалась ниже некоторого предела. Если через $T_{гр}$. обозначить температуру грунта, то при установившемся тепловом состоянии имеет место соотношение:

$$c \cdot \gamma \cdot Q(T_н - T_к) = k \cdot \pi \cdot d \cdot l(T_э - T_{гр}), \quad (17)$$

к-рое вместе с ф-лой (15) служит для определения начальной $t°$.

2. Сооружения, к-рые служат для непрерывного обогрева Н. по всей его длине. Сюда следует отнести как приспособления для наружного обогрева Н., так и внутренние подогреватели. Сооружения для наружного обогрева состоят из одного или из нескольких паропроводов, укладываемых в одном жолобе с Н. Паропроводы помещаются под Н. и заключаются вместе с ним в общий кожух, служащий для уменьшения потерь тепла. Сооружения этого рода имеют распространение главным обр. в практике складского хозяйства и имеют, вообще говоря, небольшие протяжения. Сооружения для внутреннего подогрева в нефтепроводной практике появились сравнительно недавно. По сравнению с наружным обогревом эти сооружения являются более экономичными в смысле теплоиспользования и не требуют устройства кожухов и желобов. Внутренняя подогревающая трубка небольшого диаметра (12,5—50 *мм*) прокладывается совершенно свободно внутри трубопровода. По этой трубке проходит пар или какая-либо подогретая (до 100—200°) незамерзающая жидкость, напр. соляровое масло, керосин и др. Этим последним следует отдать предпочтение перед паром как в смысле более равномерной отдачи тепла по длине Н., так и в смысле гарантии от замерзания подогревателя при остановке в условиях зимнего времени. Для подогрева солярового масла или керосина устанавливается либо небольшая трубчатка (змеевик) либо (при избытке пара) теплообменный аппарат. На насосных станциях при этом сооружаются добавочные резервуары и устанавливаются перекачивающие насосы для обслуживания подогревающей линии. Приближенный расчет нефтепровода этой группы приведен в книге Тен-Боша [5].

Трубы для Н. общегосударственного значения чаще всего применяют стальные, сваренные внахлестку. В американской практике, по данным А. Ф. Притулы [6], трубы изготовляют из малоуглеродистой бессемеровской или мартеновской стали, мягкой, однородной и хорошо сваривающейся. Наиболее ответственный процесс в сборке трубопровода—соединение труб. Качество этой работы в значительной мере предопределяет возможные перебои в работе нефтепровода, поэтому работам по свинчиванию, автогенной и электрической сварке труб необходимо уделить максимум внимания, изучая богатый америк. опыт в этой области. Укладку труб и зарытие Н. в землю необходимо производить в возможно холодное время года и дня (напр. утром). В этом случае материал труб при повышении $t°$ будет работать только на сжатие. В последнее время америк. научная мысль занимается исследованием причин подземного разъедания труб Н. [явления *коррозии* металлов (см.)] и мер борьбы с ним. Для борьбы с отложениями в трубах Н. по трубопроводу через некоторые промежутки времени пропускают особой конструкции скребок.

Современные нефтепроводные станции оборудованы двигателями (дизели), насосными группами, нефтехранилищами, камерами для впуска и выпуска скребка и распределителя. Последние представляют систему задвижек-переключателей.

Лит.: 1) Пешль Т., Курс гидравлики, М., 1927; 2) Стародуб Б. Я., Расчет нефтепроводов, «НХ», 1924, *7*; 3) Филонов П. А., Движение нефти по трубам, М.—Л., 1929; 4) Сюмен Д., Методы добычи нефти, пер. с англ., т. 1—2, М., 1924; 5) Тен-Бош М., Теплопередача, пер. с нем., М., 1930; 6) Притула А. Ф., Нефтепроводы Соединенных Штатов, их сооружение и эксплоатация, М.—Л., 1927.—Данфорс Р. С., Движение нефти по трубам, перевод с англ., Москва, 1926; Манго А., Устройство нефтепроводов, Баку, 1923; Итоги исследования грозненских нефтей, под ред. И. Коссиора и А. Саханова, М.—Л., 1927; Лейбензон Л. С., О тепловом эффекте потери напора в нефтепроводных трубах, «НХ», 1925, *11—12*; его же, О применении формулы типа Ланга в нефтепроводном деле, там же, 1926, *6*; его же, О расчете петель (loops) в нефтепроводных линиях, там же, 1926, *3*; его же, К вопросу о теплопередаче в нефтепроводных трубах, там же, 1927, *4* и 1928, *2*; его же, О движении нефти по трубам при температуре, близкой к температуре ее застывания, там же, 1927, *9*; Шухов В. Г., Заметка о нефтепроводах, там же, 1924, *2*; его же, О применении петель (loops) в нефтепроводных линиях, там же, 1926, *2*; Булгаков А. В., Описание проекта и метода расчета нефтепровода Баку—Батум, там же, 1925, *10* и *11—12*; Тарасов В., Свинчивание или сварка, Нефтепровод Грозный—Туапсе, там же, 1927, *3*; его же, Разрывы нефтепроводов, там же, 1929, *9*; Яблонский В. С. и Шумилов П. П., Опыт по перекачке парафинистых мазутов с применением внутреннего обогрева нефтепроводов, там же, 1929, *8*; «Oil a. Gas Journal», Tulsa, 1926, v. 25, *20*, 1928, v. 27, *15*, 1929, v. 28, *23*.

В. Яблонский.

НЕФТЕХРАНИЛИЩА, вместилища для хранения нефти, в виде резервуаров. Существует два главных типа Н. 1) металлич. цилиндрические резервуары, главн. обр. надземные (с металлическими или деревянными крышами); емкость таких резервуаров колеблется в широких пределах и в современных америк. конструкциях доходит до 25 тыс. $м^3$; 2) бетонные резервуары, также цилиндрические (но бывают прямоугольного и квадратного сечения), подземные, с деревянной (либо с бетонной крышей); емкость таких резервуаров доходит до 200 тыс. $м^3$.

Устройство стальных резервуаров. Наибольшую практику в постройке стальных резервуаров для хранения нефте-

продуктов имеют США. Резервуары строят на совершенно гладкой горизонтальной площадке грунта. Учитываются все предосторожности против неравномерной осадки грунта в разных местах. Американцы считают практичным перед укладкой днища смазывать грунт тонким слоем глины и посыпать площадку равномерным слоем песка. Для предохранения дна резервуара от преждевременной порчи вследствие разрушительного действия щелочных солей и вредного химического действия грунтовой воды, поверхностный слой площадки пропитывают нефтью на глубину до 10 *см*. Перед укладкой на площадку дно резервуара основательно окрашивают асфальтом или какой-нибудь предупреждающей ржавление краской. При постройке резервуара емкостью в 55 тысяч баррелей (8 740 $м^3$) берут следующие размеры: диаметр 34,9 *м*, высоту 9,14 *м*. Стенки делают из шести поясов листовой стали одинаковой высоты и разной толщины листов: для 1-го пояса 14,3 *мм* ($^9/_{16}''$), для 2-го 12,7 *мм* ($^1/_2''$), 3-го 10,3 *мм* ($^{13}/_{32}''$), 4-го 7,9 *мм* ($^5/_{16}''$), 5-го и 6-го 6,4 *мм* ($^1/_4''$); для днища 7,9 *мм* ($^5/_{16}''$); для крыши 4,8 *мм* ($^3/_{16}''$). Листы лучше брать бо́льших размеров для уменьшения работы по клепке и чеканке (152,4 *см* × 457,2 *см* между центрами заклепочных отверстий). Размеры стального уголка: дно — стенка 101,6×101,6×15,88 *мм* и стенка—крыша 72,6×72,6×9,53 *мм*. Башмаки для соединения уголков: толщина 9,5 *мм* и не короче 30 *см*. Сверление отверстий для заклепок должно выполняться настолько аккуратно, чтобы несоответствие при составлении пластин не выходило за пределы 10% диаметра отверстий. Рекомендуется также пневматическая клепка при давлении воздуха 6,5 *atm*. Все заклепки 12,5 *мм* (и выше) ставятся горячими. Все швы самым тщательным образом зачеканиваются (стенки, днище, крыша, уголки, горловины, патрубки, фланцы и т. д.). Первые два ряда (считая от грунта) имеют вертикальные заклепочные швы (тройные); остальные ряды имеют такие же двойные швы. Все горизонтальные швы имеют один ряд заклепок (то же для днища и крыши). Резервуар оборудуется: лазами, необходимым числом фланцев для труб, подвижной трубой с двойным шарнирным сцеплением, лестницей, тросом с направляющими шкивами, лебедкой и взрывными люками. Эти люки представляют особый затвор, который в случае повышения давления (при взрыве газов) легко приподнимается и дает газам свободный выход наружу; стенки резервуара при наличии восьми люков (диаметром 108 *см*) в случае взрыва могут остаться неповрежденными. На сооружение резервуара идет строительная сталь—бессемеровская ($P \not> 0{,}1\%$) и мартеновская ($P \not> 0{,}06\%$); заклепочная сталь (мартеновская) должна содержать $P \not> 0{,}06\%$ и $S \not> 0{,}045\%$; временное сопротивление на разрыв: строительной стали 3 500—4 100 *кг/см*^{2} и заклепочной 2 900—3 600 *кг/см*^{2}; нижний предел упругости должен составлять 0,5 врем. сопротивления на разрыв; относительное удлинение—в пределах 18÷22%. Листовая, фасонная и брусковая сталь (19 *мм* и тоньше) и образцы заклепочной стали при сгибании пополам (180°) не должны давать трещин (на наружной стороне). Для размеров 19—31,5 *мм* сгибание производится вокруг стержня такого же диаметра. Для размеров 31,5 *мм* и выше сгибают вокруг стержня двойного диаметра.

Расчет металлических резервуаров (по Шухову). Пусть P—задаваемая емкость резервуара, δ_1 — минимальная толщина стенок резервуара (верхний пояс), определяемая из практич. требований герметичной клепки и зачеканки (а также из условий необходимой жесткости конструкции); $\lambda = \delta_д + \delta_к$, где $\delta_д$ и $\delta_к$—толщина листов, идущих на днище и крышу; коэф-т прочного сопротивления, допускаемого в железе, $a = \frac{T}{\gamma}$, где T—допускаемое напряжение в целых листах и γ—давление единицы высоты жидкости. Когда дана вместимость резервуара, то сперва выбирают λ и δ_1 (из практических соображений). Затем, если удовлетворяется неравенство

$$P > \pi\delta_1^2\sqrt{\frac{a^3}{\lambda}},$$

то наивыгоднейшие размеры резервуара определяются из равенств

$$H = \sqrt{\lambda a}\,; \quad R = \sqrt{\frac{P}{\pi\sqrt{\lambda a}}},$$

(H—высота, R — радиус). Если же, наоборот,

$$P < \pi\delta_1^2\sqrt{\frac{a^3}{\lambda}},$$

то наивыгоднейшие размеры будут:

$$H = \sqrt[3]{\frac{P}{\pi}\cdot\frac{\lambda^2}{\delta_1^2}}\,; \quad R = \sqrt[3]{\frac{P}{\pi}\cdot\frac{\delta_1}{\lambda}}.$$

В первом случае вес металла, затрачиваемого на резервуар, дается ф-лой

$$Q_{min} = P\left(2\sqrt{\frac{\lambda}{a} + \frac{a}{a}}\right) + \pi\delta_1^2 a,$$

где a—высота отдельных поясов. Во втором случае

$$Q_{min} = 3\sqrt[3]{\pi\delta_1^2\lambda}\cdot\sqrt[3]{P^2}.$$

К весу Q_{min}, определяемому по ф-ле, надо прибавлять еще около 10% веса материалов, которые идут на угольники, перекрытия, заклепки и т. д. По Шухову, для составления проекта резервуара определенного объема д. б. известны следующие данные. 1) Толщина железа днища (в зависимости от почвенных условий, влаги и т. п.); в СССР эта толщина изменяется в пределах 4—6 *мм*; в Грозном эта толщина принята около 6 *мм*; в Америке принята толщина около 4,5 *мм* для малых резервуаров и до 9,5 *мм* для больших. 2) Рабочее напряжение железа при полном наливе резервуара. 3) Нагрузка крыши (снег, ветер) и толщина покрывающего ее железа. Для нефтей с большим содержанием бензина иногда требуются плоские крыши с наливом на них слоя воды в 50 *мм* (Майкоп, Москва); слой воды предохраняет от пожара и от утечки паров бензина. 4) Наибольшее допускаемое давление на основание в плоскости прилегания нижнего уголка, т. к. при большом давлении возможны деформации угольника и внешнего обвода днища, вызывающие утечку налитой жидкости. Коэф-т использования прочных свойств материалов

определяется кпд вертикальных заклепочных швов. Так напр., если напряжение по образующей в целых листах равно 900 *кг/см²* и кпд шва равен 0,75, то расчетной величиной напряжения является $\frac{900}{0,75} = 1\ 200$ *кг/см²*. Расчет резервуаров, основанный на ф-лах Шухова, дает конструкции, одинаково напряженные во всех поясах, что дает равномерное расширение их. Резервуары большой емкости на территории СССР (до 6 000 *м³*) рассчитаны на напряжение материала в целых листах при наливе водой $\cong 1\ 000$ *кг/см²*. Переходя на нефть и учитывая η, кпд шва, получаем расчетное напряжение:

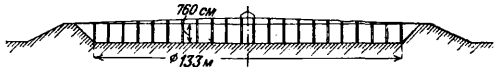
$$T = 1\ 000 \frac{\gamma_{нефть}}{\gamma_{вода} \cdot \eta};$$

при $\gamma_{нефть} = 0,87$ и $\eta = 0,75$ имеем формулу $T = 1\ 000 \cdot 1,16$. При низшем сопротивлении литого железа ~ 3 500—3 700 *кг/см²* имеем коэф. надежности наших резервуаров ок. 3.

Крыша, люки и предохранительные клапаны. В современных резервуарах крыши делают почти исключительно металлические с герметической клепкой и чеканкой всех швов. Крыши бывают трех родов: 1) опертые на стенки резервуара (без внутренних колонн); 2) опертые на стенки резервуара и на внутренние колонны; 3) плавающие, или понтонные, крыши. Крыши небольших резервуаров не нуждаются в устройстве добавочных опорных колонн. Они естественно должны иметь покатость (обыкновенно конусную). Для средних и тем более для больших резервуаров предпочтительнее устраивать крыши, опертые на колонны. Такая крыша опирается на два ряда концентрически расположен. стальных колонн при помощи двутавровых балок, идущих радиально от центрального кольца с небольшим наклоном. Центральное кольцо опирается на 150-*мм* нормальную стальную трубчатую колонну, поставленную на 150-*мм* фланец прессованной стали. Этот фланец покоится на подкладке 46 × 46 × 1,2 *см*, лежащей в центре дна резервуара. Идущие радиально двутавровые балки приклепываются к швеллерам, изогнутым по концентрическим кругам и опертым на колонны. Эти крыши имеют следующие преимущества: 1) меньший объем вредного свободного пространства над жидкостью; 2) возможность построения плоской крыши для заливки ее слоем воды (водяная изоляция); 3) вес крыши передается более равномерно на основание резервуара. Крыши плавающие, или понтонные, вполне устраняют вредное воздушное пространство над жидкостью и значительно уменьшают потери от испарения. Центральное положение плавающей крыши осуществляется при помощи боковых опорных пружин; плотность у стенок достигается эластичной диафрагмой.

Для того чтобы в герметических резервуарах давление или вакуум (при наполнении и опорожнении) не могло превзойти определенных значений, применяются разного рода клапаны Главные типы клапанов: 1) клапаны с гидравлическим затвором; 2) клапаны с комбинированным затвором (механическим и гидравлическим); 3) клапаны, закрывающиеся механически (с грузом и без него). Люки для взятия проб и замеров устраиваются также с гидравлическим затвором.

Бетонные резервуары. При устройстве больших подземных бетонных резервуаров (200 тыс. *м³*) [1] дно и стенки выкладываются металлич. сеткой и бетонируются лучшим цементным составом. Хорошо заглаженная поверхность цементной облицовки является практически непроницаемой для нефти. Трещины, по которым могут происходить утечки, образуются вследствие неравномерного оседания грунта, гидростатич. давления грунтовых вод (в случае пустого резервуара), а также резкого колебания $t°$. С целью частичного устранения последнего обстоятельства налив в бетонный резервуар всегда производят через трубу, подведенную к центру резервуара. Все это является отрицательной стороной бетонной конструкции. Зато, с другой стороны, при особенно тщательном сооружении, бетонные резервуары имеют также и большие преимущества перед металлическими в смысле неограниченного срока службы и неограниченной величины емкости. На фиг. дан вертикальный разрез бетонированного резервуара на 119 000 *м³*.



Потери от испарения. В герметических резервуарах воздушное пространство над нефтепродуктом насыщено его парами. При наполнении резервуара этот воздух вместе с парами обычно выдавливается через клапаны наружу, что связано с большими потерями. Кроме того потери вызываются еще т. наз. «дыханием» резервуара. Днем, когда $t°$ наружного воздуха повышается, в резервуаре создается повышенное давление, к-рое вызывает утечку паров через самые незначительные щели. Ночью, наоборот, наружный воздух устремляется в резервуар. Опыты Азнефти показали, что каждый *л* воздуха уносит с собой следующее количество *г* паров нефтепродукта:

	Уд. вес	$t°$	Потеря в *г/л*
Авиац. бензин	0,7097	18—19	0,525
» »	—	36—29	0,923
Экспортн. бензин	0,7525	18—19	0,208
» »	—	34—37	0,489
Калоша	0,7446	18—20	0,159
Газолин	0,7648	18—20	0,112
»	—	35—38	0,439
»	0,7752	31—34	0,204
Сурахан. компресс. бенз.	0,7311	23—24	0,395
» » »	0,7374	31—34	0,723
Биби-Эйбатская нефть	0,8797	18—19	0,052
» » »	0,8548	27—29	0,145

Опыты лаборатории в Уайтинге (США) показали, что резервуар, содержащий 14 600 *м³* бензина, в течение среднего летнего дня «выдыхает» 1 120 *л*. С целью герметической закупорки паров, не создающей однако повышенного давления в резервуаре, в Америке широко применяют особый «дышащий» баллон, который присоединяется одновременно к нескольким резервуарам при помощи 150-*мм* труб, выравнивая в них давление: если из одного резервуара производится выкачка, а в другой нефтепродукт накачивается, то насыщенный парами воздух не выбрасывается, а движется через баллон из 2-го

резервуара в 1-й. Такие баллоны экономически себя весьма скоро оправдывают. Материал, из которого они изготовляются, является секретом изобретателя. Для предупреждения разрыва «дышащих» баллонов применяются предохранительные гидравлические клапаны. По данным Ward K. Halbert'a, величина ежемесячной потери при баллонах снижается с 0,25 до 0,04% ежемесячно. Объем «выдыхаемых» паров зависит от многих условий. Из них наиболее существенные: 1) степень летучести нефтяных продуктов в резервуаре, 2) величина поверхности испарения, 3) объем воздушного пространства в резервуаре (возобновляемость воздуха), 4) пределы колебаний температуры газов над поверхностью нефтепродукта, 5) пределы колебаний темп-ры самой поверхности нефтепродукта, 6) высота над уровнем моря. Испарение нефтепродуктов в резервуарах является причиной громадных потерь наиболее ценных фракций. Мерами борьбы с процессами испарения являются: 1) полная герметизация (прочеканка всех швов); 2) искусственное уменьшение температурных колебаний и колебаний давления (водяная изоляция на плоских крышах, газовые «дышащие» баллоны, применение светлой окраски резервуаров); 3) устранение испаряющего зеркала (применение плавающих и понтонных крыш).

Противопожарные меры. Противопожарные меры сводятся: 1) к мерам, которые предупреждают возникновение огня, 2) к мерам, препятствующим распространению огня, и 3) к мерам, направленным к прекращению огня (тушение). К первой категории противопожарных мер относятся: расположение Н. на определенном расстоянии от жилых зданий, удаление травы и деревьев от места расположения складов, устройство бассейнов с водой на крышах резервуаров, применение «пловучих крыш», заполнение свободного пространства инертным газом, покрытие поверхности баков изотермич. изоляцией. Применение инертного защитного газа под давлением и гидравлич. способа отжатия (в небольших резервуарах) относится к случаям легко воспламеняющихся и подверженных взрывам нефтепродуктов. Запрещается иметь приборы искусственного освещения внутри особо опасных помещений (нефтекачка и др.). Для предупреждения пожаров от грозовых разрядов чрезвычайно важно хорошее металлическое соединение между собой отдельных металлических частей бака, при непременном условии полной герметичности крыши, надежно (в смысле электропроводности) соединенной со стенками бака. В противном случае требуется устройство на крыше металлической, хорошо проводящей сетки, типа Мельсанса, со шпилем, причем эта сетка, металлически соединенная со стенками резервуара и хорошо заземленная, служит для отвода электричества (так наз. «тихий разряд»). Ко второй и третьей категориям противопожарных мер относятся правила (выработанные в каждой стране) о взаимном расположении резервуаров. В США например установлены следующие нормы расстояний между центрами нефтяных резервуаров: для емкостей в 8 000 *м*³, 13 000 *м*³, 24 000 *м*³ соответственное расстояние между центрами—75 *м*, 90 *м* и 100 *м*. Каждый резервуар окружается земляным валом, способным вместить все содержимое резервуара. Резервуары строятся группами. Каждая такая группа в свою очередь обносится общим земляным валом. В случае пожара применяются мощные пенные огнетушители, наилучшим образом оправдавшие себя на практике.

Лит.: [1]) Бауи А., Нефтехранилища, пер. с англ., М.—Л., 1923.—Сюмен Д., Методы добычи нефти, пер. с англ., т. 1, М.—Л., 1924; Справочник по нефтяному делу, ч. 1—3, М., 1925; Н. В. В., Испарение нефти в промысловых резервуарах, «АзНХ», 1923, *1*; Трегубов А., Определение емкости нефтехранилищ, там же, 1923, *2—3*; Шухов В., О расчете нефтяных резервуаров, «НХ», 1925, *10*; Stieglitz, Определение формы железных плоских резервуаров, «АзНХ», 1925, *10*; Шмидт Л., Применение герметически закрытых резервуаров на нефтяных промыслах, «НХ», 1924, *5—6*; Halbert W. K., Применение газовых баллонов для сбережения продуктов от испарения в резервуарах, «АзНХ», 1925, *11*; Левецкий В. и Березовский Н., Резервуары с плоским покрытием на колоннах, «НХ», 1927, *7*; Вайнштейн Г., Потери легких углеводородов при «большом дыхании» резервуаров, «АзНХ», 1926, *10*; Даниель Бен, Новый тип крыш резервуаров, там же, 1927, *11*; Слоним Л., Современные методы защиты нефтехранилищ от грозовых разрядов, «НХ», 1928, *8*; Вышетравский С., Об одном простейшем способе предохранения легких нефтепродуктов от испарения, «АзНХ», 1928, *3*; Лукин П. П., К расчету крыш резервуаров, «АзНХ», 1928, *11*; Мышкин Е. А., К вопросу о рационализации нефтехранилищ, «АзНХ», 1928, *11*; Уиггис Дж., Потери нефти и нефтяных продуктов от испарения при хранении и транспорте, пер. с англ., М.—Л., 1924; Wiggins J. H., Methods of Prevention of Oil Loses from Evaporation, «Bureau of Mines, Techn. Papers», Wsh., 1923; Reed R. J. a. Daw M. W., Standard Steel Tanks for Oil Storage, «The Oil a. Gas Journal», Tulsa, 1927, 22 Sept.; Peek F. W., Oil Storage a. the Lightning Hazard, «Bull. of the Amer. Petroleum Institute», N. Y., 1927, v. 13, *6*; Flüssigkeitsbehälter v. geringstem Baustoffaufwand, «Z. d. VDI», 1925, *3*. **П. Шумилов.**

НЕФТИ. Н. естественная—органич. вещество чрезвычайно разнообразных физических свойств и крайне сложного состава. В большинстве случаев это—б. или м. подвижная жидкость темнокоричневого цвета с характерным запахом, и в главной своей массе состоящая из углеводородов различных рядов. Однако наряду с Н., сохраняющей свою подвижность даже при самых сильных морозах (охинская нефть с острова Сахалина и др.), встречаются Н., вследствие богатого содержания твердых компонентов (парафин), твердые или полутвердые даже при обыкновенной темп-ре (некоторые пенсильванские, грозненские и др.). Не менее разнообразен цвет Н.: если большинство Н. непрозрачны, темного, почти черного цвета, то встречаются также нефти полупрозрачные, прозрачные (красные) и даже почти бесцветные (белая сураханская Н.). Состав различных Н. также крайне разнообразен по б. или м. преобладанию в них углеводородов отдельных рядов, а также по содержанию других компонентов: кислородных (нефтяные кислоты), сернистых и азотистых. Обычными спутниками Н. являются нефтяной газ и т. н. буровая вода. Первый, будучи естественной составной частью Н., в главной своей массе состоит из низших углеводородов жирного ряда, к-рые всегда после выделения их избытка в атмосферу, остаются в нек-ром количестве растворенными в Н. Напротив, буровые воды (см. *Воды нефтяных месторождений*) следует рассматри-

вать как примесь, от которой Н. обыкновенно легко отстаивается уже при хранении. Лишь 0,5—1,0% воды остается в Н. частью в растворенном, частью во взвешенном состоянии, и для освобождения от них приходится прибегать к высушиванию Н. безводными солями, например прокаленным хлористым кальцием. Лишь отстоявшаяся так. обр. и высушенная Н. может быть подвергнута исследованию в отношении ее физич. свойств и химич. состава

Физические свойства Н. Для характеристики Н. представляют интерес следующие их физич. свойства. (Константы Н. отдельных месторождений и стран см. *Спр. ТЭ*, т. III, стр. 365—426.)

Удельный вес. Для различных Н. удельный вес колеблется в довольно широких пределах, а именно от 0,730 (для наиболее легких Н.) до 1,0 и выше (для наиболее тяжелых). Обыкновенно Н. с уд. весом ниже 0,9 называются легкими, а с уд. весом выше 0,9—тяжелыми; Н. же с уд. весом выше 1,0 по своим свойствам приближаются скорее к асфальтам. В большинстве месторождений встречаются как легкие, так и тяжелые Н. в зависимости от глубины залегания. Однако зависимость эта может проявляться, сообразно геологич. условиям залегания дачной Н., в двух противоположных направлениях: в одних случаях по мере углубления удельный вес нефти падает (Пенсильвания, Грозный и т. д.), в других, наоборот—возрастает (Баку, Эльзас). Равным образом нередко наблюдается постепенное изменение уд. веса Н. с одного и того же горизонта (напр. во время действия фонтана). Разнообразие уд. весов Н. зависит: 1) от содержания в них, с одной стороны, наиболее легких компонентов с низкими $t°_{кип.}$, с другой—наиболее тяжелых высококипящих составных частей и 2) от преобладания в Н. углеводородов того либо иного ряда: метановых (наиболее легких), нафтеновых (более тяжелых) и ароматических (наиболее тяжелых). Определение уд. в. Н. производится обычными способами: ареометром, весами Вестфаля и пикнометром.

Внутреннее трение—одно из важнейших свойств Н., связанное с различными вопросами нефтяной техники (перекачка нефти, осветительные и смазочные свойства нефтепродуктов и т. д.). Так как определение внутреннего трения довольно сложно, то в нефтяной практике ограничиваются обыкновенно определением так наз. вязкости, к-рая находится по отношению к внутреннему трению в сравнительно простой связи (см. *Вязкость*).

Тепловое расширение Н. подчиняется общему закону, выражаемому сокращенно формулой $V_t = V_0\ (1 + At + Bt^2)$. Т. к. однако коэфициент B для многих Н. неизвестен, то при небольших изменениях темп-ры приходится пользоваться еще более сокращенной ф-лой $V_t = V_0\ (1 + At)$. Для различных Н. и нефтепродуктов коэф. A этой ф-лы уменьшается с повышением уд. веса Н. Тот же коэф. при повышении темп-ры не остается постоянным для одного и того же продукта, а обыкновенно несколько увеличивается, иначе говоря коэф-т B имеет положительное, хотя и очень малое значение. Коэф. A служит также для перевода уд. веса Н. от одной темп-ры к другой по ф-ле $D_t = D_0\ (1 - At)$.

Теплоемкость для различных Н. колеблется от 0,398 до 0,500, причем обыкновенно с повышением уд. веса Н. их теплоемкость уменьшается. Зависимость теплоемкости Н. от $t°$ изучена пока еще недостаточно; во всяком случае с повышением $t°$ теплоемкость Н. и нефтепродуктов несколько повышается.

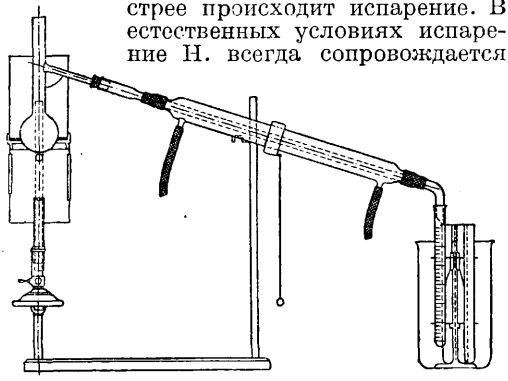
Скрытая теплота испарения. В громадном большинстве случаев эта константа не м. б. определена для Н. экспериментально, т. к. последние не м. б. превращены полностью в пар без разложения и образования кокса. Поэтому здесь приходится ограничиваться данными для различных нефтяных погонов. Так, для погонов с $t°_{кип.}$ около 40° скрытая теплота испарения бакинских нефтепродуктов равна 80,06 Cal на 1 *кг*, а для погонов с $t°_{кип.}$ ок. 175,5°—только 51,6 Cal. С хорошей точностью эта константа вычисляется также по известной ф-ле Трутона $L = KT/M$, где L—скрытая теплота испарения фракции с темп-рой кипения T, M—ее мол. в. (средний) и K—константа (=20).

Теплотворная способность Н. колеблется в довольно узких пределах: от 10 900 Cal для наиболее легких до 10 300 Cal для наиболее тяжелых нефтей. С известной точностью (до 5%) можно вычислять теплотворную способность Н. на основании их элементарного состава, для чего было предложено несколько ф-л. Такова напр. ф-ла Менделеева: $Q = 81C + 300H - 26(O - S)$, где Q—теплотворная способность Н., содержащей C% углерода, H% водорода, O% кислорода и S% серы.

Кипение. Как крайне сложные смеси многочисленных компонентов, нефти не имеют постоянной $t°_{кип.}$. Их перегонка характеризуется начальной $t°_{кип.}$ и размерами фракций, которые собираются в определенных $t°$-ных пределах. Начало кипения Н. зависит от содержания в ней низкокипящих, т. е. наиболее легких составных частей; смотря по содержанию этих компонентов, начало кипения легких нефтей обыкновенно лежит между 50° и 100°, тяжелые же Н. с уд. в. выше 0,9 начинают кипеть обыкновенно при температуре выше 100°. Количественные результаты перегонки Н. чрезвычайно зависят от условий опыта и применяемой аппаратуры, напр. от скорости перегонки, величины и конструкции насадки (дефлегматора) и т. п. Для аналитических целей, чтобы получать сравнимые данные для характеристики различных нефтей, обыкновенно пользуются стандартным прибором Энглера (фиг. 1). Последний состоит из небольшой колбы Вюрца, холодильника и градуированного приемника, причем размеры аппаратуры, залив, скорость перегонки и другие условия строго установлены. Для получения заводских данных, разгонки по Энглеру однако не достаточно. Для этой цели пользуются металлическими перегонными кубами с загрузкой не менее 16 *кг* и приспособлениями для ввода водяного пара и для

вакуума; как конструкцию аппаратуры, так и условия работы на ней рекомендуется по возможности приблизить к заводским.

Испарение, или выветривание, нефти совершается при $t°$ значительно ниже начальной $t°_{кип.}$ и зависит от разнообразнейших условий, как то: $t°$, герметичности сосуда, ветра и т. д. В первую очередь при этом Н. теряют конечно наиболее легкие, летучие составные части; одновременно однако испаряются и более тяжелые компоненты и притом тем в большей степени, чем быстрее происходит испарение. В естественных условиях испарение Н. всегда сопровождается

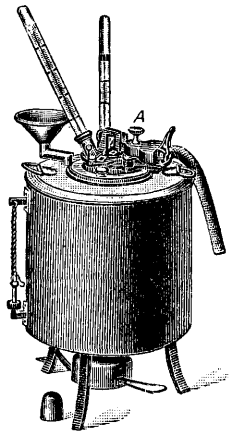


Фиг. 1.

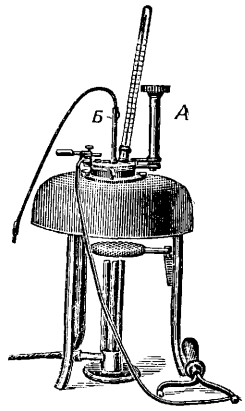
ее химич. изменением: под влиянием кислорода воздуха и влаги происходит частичное окисление Н. с образованием смолистых и асфальтовых веществ.

Застывание Н. и нефтепродуктов имеет весьма большое практич. значение. Действительно, легко застывающую Н нельзя напр. перекачивать на холоду, вследствие чего транспорт такой Н. в холодное время года чрезвычайно затрудняется. Крайне осложняется также пользование некоторыми нефтепродуктами, особенно например смазочными маслами при условии их легкой застываемости. Последняя зависит гл. обр. от содержания парафина: чем больше парафина содержится в данной нефти, тем выше ее $t°_{заст.}$. Немалое значение имеет в данном случае также содержание в Н. смолистых и других веществ, задерживающих выделение парафина в твердом виде. Вследствие этого повышенное содержание смол в Н. способствует понижению их $t°_{заст.}$. Вследствие сложности состава нефтей застывание их при охлаждении совершается постепенно, и определение соответствующей $t°$ крайне условно. В СССР $t°_{заст.}$ Н. называется та $t°$, при к-рой Н. теряет свою подвижность, т. е. способность изменять свое положение при наклонении содержащего ее сосуда. Определение производится в стандартной пробирке в строго определенных условиях охлаждения и наблюдения.

Вспышка и воспламенение. *Вспышкой* (см.), или $t°$ вспышки, называется та $t°$, при к-рой пары Н. или нефтепродуктов с воздухом дают при приближении пламени короткую вспышку. При более высокой $t°$ в аналогичных условиях происходит не только вспышка паров, но и воспламенение самого масла. Такая темп-ра называется темп-рой воспламенения. Большинство Н. и нефтепродуктов имеет при комнатной $t°$ упругость паров, недостаточную для образования вспышки с воздухом; чтобы получилась вспышка, необходимо подогревание горючей жидкости, для чего предложен целый ряд способов и аппаратов. Последние могут быть подразделены на два основных типа: открытые и закрытые. Примером открытых аппаратов для определения вспышки может служить принятый в СССР прибор Бренкена, состоящий из фарфорового тигля стандартных размеров, помещенного в песчаную баню, и термометра. В Америке вместо прибора Бренкена употребляется прибор Кливеланда—металлич. чашка стандартных размеров, помещаемая на металлич. подставке строго определенных размеров и устройства. Из закрытых приборов наибольшее распространение получили приборы Абель-Пенского (фиг. 2) для низких (до 50°) вспышек (легких Н., керосина) и Мартенс-Пенского (фиг. 3)—для высоких вспышек (тяжелых Н., смазочных масел). Устройство этих приборов в наиболее существенных чертах заключается в следующем. Испытуемая нефть или нефтепродукт наливаются до определенной метки в небольшой цилиндрический медный или латунный сосудик, закрываемый крышкой с небольшой заслонкой. Последняя прикрывает имеющееся в крышке небольшое оконце, периодически открываемое при определении вспышки на короткий промежуток времени либо с помощью особого заводного механизма *А* (фиг. 2), либо вручную с помощью пружинного рычага *А* (фиг. 3); в момент отодвигания заслонки к оконцу автоматически приближается пламя маленькой горелки. Оба прибора снабжены термометрами, опущенными в испытуемый нефтепродукт через специальное отверстие крышки; у при-



Фиг. 2.



Фиг. 3.

бора Мартенс-Пенского кроме того имеется небольшая мешалочка *Б* (фиг. 3), приводимая в действие с помощью гибкого пружинного стержня. Цилиндрические сосуды, в которые наливается испытуемый нефтепродукт, окружены воздушной баней, а у прибора Абель-Пенского воздушная баня окружена еще водяной баней; нагревание производится извне с помощью горелок. Все

части обоих приборов стандартизированы; определение вспышки производится в условиях также строго определенных. Наряду с разгонкой нефти вспышка может служить указанием на содержание в ней легких частей и на бо́льшую или меньшую безопасность ее в пожарном отношении. Особенно важное значение имеет вспышка для характеристики осветительных и смазочных масел (см. *Керосин* и *Масла смазочные*).

Оптические свойства Н. Цвет Н. зависит от содержания в ней смолистых и асфальтовых веществ. Поэтому, как общее правило, чем легче Н., тем она светлее и прозрачнее; чем она тяжелее, т. е. чем больше в ней смолистых и асфальтовых веществ, тем Н. темнее. Большинство нефти обладает также б. или м. ясно выраженной флуоресценцией—синеватой (бакинские Н.) или зеленоватой (пенсильванские нефти), зависящей повидимому от присутствия в них соединений, родственных многоядерным ароматическим системам типа флуорена, хризена и т. п. Из других оптич. свойств Н. большой теоретич. интерес представляет оптическая деятельность, а именно способность вращать плоскость поляризации света вправо, причем для различных Н. максимум оптической деятельности, как оказалось, лежит в довольно узких пределах $t°_{кип.}$, а именно 230÷300° при 12 *мм* Hg. Не без основания многие авторы считают эти свойства нефти одним из наиболее веских аргументов в пользу органич. происхождения Н., так как все организмы, как растительные, так и животные, как известно, содержат значительные количества оптически деятельных соединений (сахара, белка и т. д.), которые и могли перейти в подходящих условиях в нефтяные оптически деятельные углеводороды. Фактич. возможность подобного рода переходов была подтверждена различными авторами экспериментально.

Химический состав Н. Исследование элементарного состава нефти (цифровой материал см. *Спр. ТЭ*, том III, стр. 365—426) приводит к выводу, что главными элементами, образующими составные части нефти, являются углерод (83—87%) и водород (11—14%), т. е. элементы, которые, соединяясь друг с другом в различных отношениях, образуют углеводороды различных рядов. На долю элементов кислорода, азота и серы, входящих в состав некоторых компонентов собственно Н., приходится в общей сложности не более 4—5%, зачастую же лишь доли процента. Образующие главную массу Н. углеводороды относятся к следующим основным рядам: 1) углеводороды парафинового ряда, т. е. метан и его гомологи; 2) нафтены, или алициклич. углеводороды; 3) ароматические углеводороды, т. е. бензол, его гомологи и производные, и 4) углеводороды непредельного характера, т. е. олефины различных рядов и др. Удельное значение каждого из этих рядов в построении природной Н. далеко не одинаково. Громадное большинство Н. в главной своей массе состоит из углеводородов предельного характера, т. е. парафинов и нафтенов, легко освобождаемых от ароматических и непредельных соединений путем обработки крепкой серной кислотой. Для ближайшего ознакомления с составом Н. каждый из указанных рядов д. б. рассмотрен отдельно.

Парафины, C_nH_{2n+2}. Низшие представители этого ряда от метана (CH_4) до бутана (C_4H_{10}) включительно—газы; начиная от пентана C_5H_{12} до пентадекана $C_{15}H_{32}$—жидкости, и лишь более высокомолекулярные парафины, начиная с $C_{16}H_{34}$ ($t°_{пл.}$ 18°),—твердые вещества при обыкновенной $t°$. Некоторые Н. особенно богаты парафинами; таковы например Н. пенсильванская, галицийская, а из советских Н.—грозненская и челекенская. Парафинистые соединения сосредоточены гл. обр. в низкокипящих фракциях Н., причем газообразные парафины часто содержатся в жидкой Н. в растворенном состоянии и притом в весьма значительном количестве; кроме того эти газообразные углеводороды являются составной частью т. наз. естественного (нефтяного) газа (о составе некоторых естественных газов СССР см. *Спр. ТЭ*, т. III, стр. 400; см. также *Газ естественный*). В том или другом виде из простейших парафиновых углеводородов в Н. обнаружены: метан (CH_4), этан (C_2H_6), пропан (C_3H_8) и оба углеводорода состава C_4H_{10}, т. е. бутан и изобутан. В количественном отношении на первом месте из этих углеводородов стоит метан, составляющий свыше 90% некоторых естественных газов; остальные газообразные парафины сопутствуют метану, но в несравнимо меньших количествах. Из более высокомолекулярных *парафинов* (см.), начиная с пентана C_5H_{12}, в нефти обнаружены следующие: три изомерных пентана, а именно нормальный пентан ($t°_{кип.}$ 37°), изопентан ($t°_{кип.}$ 30°) и тетраметилметан ($t°_{кип.}$ 9,5°); далее с несомненностью доказано присутствие в нефти трех гексанов (C_6H_{14}), а именно: нормального гексана ($t°_{кип.}$ 69°), триметилэтилметана ($t°_{кип.}$ 50°) и диизопропила ($t°_{кип.}$ 58°); два других изомерных гексана — этилизопропилметан ($t°_{кип.}$ 62°) и метилдиэтилметан ($t°_{кип.}$ 64°)—также повидимому содержатся в Н. Начиная с гептана (C_7H_{16}) число изомерных углеводородов, возможных с точки зрения теории строения органич. соединений, как известно, быстро возрастает—изомерных гептанов м. б. 9, октанов C_8H_{18}—18 и т. д. В нефти наоборот число соответствующих представителей резко падает. Так напр., из 9 гептанов в различных нефтях обнаружено лишь 4; из 18 октанов только 2 и т. д., причем еще в индивидуальности их имеются серьезные сомнения. Причина такого несоответствия лежит в сложности состава нефтяных фракций, все возрастающей с повышением $t°_{кип.}$ этих фракций, и хотя эта сложность состава указывает на наличие в нефтяных фракциях все большего и большего числа изомеров и представителей различных рядов, тем не менее выделение в индивидуальном виде этих последних из столь сложных смесей становится все более трудным. То же самое, и пожалуй в еще большей степени, приходится сказать относительно высокомолекулярных твердых парафинов, смесь которых известна под именем парафина. Несмотря на большое число

работ, направленных к выделению из нефтяного парафина чистых индивидуальных углеводородов и к определению их химич. структуры, вопрос этот и поныне не может еще считаться вполне решеным.

Выделение индивидуальных парафинов из нефти производится путем тщательной фракционировки ее или соответствующих нефтепродуктов. Газообразные парафины выделяются путем фракционировки газов при низкой $t°$ (начиная с $t°$ жидкого воздуха); жидкие и твердые—из бензина, керосина, масел—путем многократной перегонки их с хорошими дефлегматорами при обыкновенном давлении или в вакууме. Для твердых парафинов широко применяется дробная кристаллизация из различных растворителей, как то: спирто-эфирной смеси хлористого этилена и др. Обязательна также предварительная обработка серной кислотой или серно-азотной смесью для отделения от ароматич. и непредельных углеводородов. В отдельных случаях в соответствии с химич. свойствами отдельных парафинов можно пользоваться также другими реагентами. Так например, для получения из Н. чистого нормального гексана удобно фракцию 69—70° обработать повторно дымящей азотной к-той, к к-рой гексан вполне устойчив, тогда как сопутствующие примеси легко разрушаются этим реагентом. В подавляющем большинстве случаев выделение из нефти чистого парафинового углеводорода крайне трудно и может служить только задачей специального исследования для определения ближайшего состава той либо иной части нефти. Лишь в отдельных случаях в самое последнее время начинают пользоваться отдельными индивидуальными парафинами для их специальной химической переработки (см. ниже).

Нафтены. Подобно парафинам, *нафтены* (см.) являются повидимому постоянной составной частью Н., в некоторых же Н. они занимают в отношении состава даже преобладающее положение. Таковы бакинские Н., некоторые галицийские и др. Из различных нафтеновых рядов в Н. обнаружены только два: ряд циклопентана и ряд циклогексана, т. е. углеводороды с пяти- и шестичленными замкнутыми циклами. К первым относятся циклопентан C_5H_{10} ($t°_{кип.}$ 50°) и метилциклопентан C_6H_{12} ($t°_{кип.}$ 71°); вероятно также присутствие в нефтях диметилциклопентана. Из нафтенов ряда циклогексана несомненно обнаружены в нефтях: циклогексан C_6H_{12} ($t°_{кип.}$ 80°), метилциклогексан C_7H_{14} ($t°_{кип.}$ 100°) и мета-диметил-циклогексан C_8H_{16} ($t°_{кип.}$ 120°); кроме того возможно присутствие и некоторых других гомологов циклогексана, как то: гемидиметилциклогексана, парадиметилциклогексана, симметрич. и несимметрич. триметилциклогексана, а также конденсированных систем, например типа декалина, или декагидронафталина, и др. Химич. природа высших нафтенов, входящих в состав фракций Н., образующих смазочные масла, пока совершенно не изучена. Методика выделения из Н. отдельных нафтенов и целевая установка подобного рода работ те же, что и для парафинов. Впрочем нафтены ряда циклогексана путем дегидрогенизационного катализа м. б. легко и нацело превращены в соответствующие ароматич. углеводороды (см. ниже),—реакция, которая может получить большое практич. значение.

Ароматические углеводороды («ароматика»). В большинстве Н. содержание ароматич. углеводородов крайне незначительно. Так например, большинство бакинских Н. содержит ароматич. углеводородов во фракции 60—110° не более 1,5—2% и только в бинагадинской нефти та же фракция содержит до 11,0% ароматики. Фракция 60—110° грозненской нефти содержит 3,5% ароматики, а майкопской—7,7%. Значительно реже встречаются Н. более богатые ароматикой. В этом отношении особенно выделяются нефти с о-вов Борнео и Суматры, в которых содержание ароматики достигает 35—40% (на газолин), а также наша уральская (пермская) Н., в которой суммарное содержание бензола, толуола и ксилола, считая на газолин, достигает 36%. Число ароматич. углеводородов, на присутствие которых имеются указания, в различных нефтях довольно значительно. Так, в бакинской Н. кроме бензола, толуола и ксилола (мета) обнаружены: псевдокумол $C_6H_3(CH_3)_3$, дурол $C_6H_2(CH_3)_4$, диэтилтолуол $CH_3 \cdot C_6H_3 \cdot (C_2H_5)_2$, а также с большой долей вероятия ряд других гомологов бензола. В некоторых нефтях доказано также присутствие нафталина и его гомологов. В виду небольшого содержания ароматич. углеводородов в большинстве Н. выделение и обнаружение их производится обычно путем обработки соответствующих погонов крепкой серной кислотой, с к-рой бензол и его гомологи в отличие от нафтенов и парафинов легко образуют соответствующие сульфокислоты. Кристаллизация этих сульфокислот, а также их солей, с последующей сухой перегонкой известковых солей с гашеной известью позволила во многих случаях получить из нефти бензол и ряд его гомологов в достаточно чистом виде. Для практич. целей в настоящее время могут представлять интерес из нефтяной ароматики лишь бензол, толуол и отчасти ксилол как сырье для получения различных их производных. Так например, во время мировой войны Н. островов Борнео и Суматры, а у нас—майкопской и грозненской пользовались для получения из соответствующей фракции нитротолуола. Особенно богатые перспективы в этом отношении открывает также наша уральская нефть. Во всех этих случаях ограничиваются конечно выделением из Н. технич. продуктов, для чего достаточно подвергнуть Н. или выделенный из нее бензин тщательной разгонке.

Непредельные углеводороды. По сравнению с парафинами, нафтенами и ароматиками значение углеводородов непредельного характера как составных частей нефти крайне незначительно. Правда, имеются указания на нахождение в различных Н. целого ряда непредельных, ряда этилена, т. е. олефинов, как то: амилена, гексиленов и гептиленов; однако более чем вероятно, что все эти олефины образовались лишь в результате разложения нефти при ее перегонке. Для суждения о присутствии

олефинов в нефтяных погонах пользуются либо способностью их присоединять галоиды (иодные и бромные числа) либо реакцией с уксуснокислой ртутью, с к-рой олефины дают кристаллические соединения. Другие реакции указывают на присутствие в нефтяных дистиллатах углеводородов ацетиленового ряда, однако и эти последние являются повидимому лишь продуктами распада Н. при перегонке. Как показывает элементарный состав Н., участие кислородных, сернистых и азотистых соединений в образовании природных Н. весьма невелико. Тем не менее присутствие этих соединений может сообщать различным Н. ряд особых свойств, как то: кислую реакцию, неприятный запах и т. п., к-рые могут обусловить необходимость ряда специальных мероприятий при их переработке. Из кислородных соединений, встречающихся в Н., на первом месте необходимо поставить нефтяные или *нафтеновые кислоты* (см.).

Смолистые и асфальтовые вещества. По своему составу эти вещества характеризуются содержанием кроме углерода, водорода и кислорода также серы. Химическ. природа их однако остается пока совершенно невыясненной. Их можно разделить на несколько групп, различающихся между собой физич. состоянием и растворимостью в различных растворителях. Крайними членами этого ряда являются *асфальтены* (см.)—твердые, хрупкие вещества черного цвета, не растворимые в легком бензине и легко осаждаемые этим растворителем из Н., и нефтяные смолы—смолообразные вещества, растворимые как в легком бензине, так и в ряде других растворителей (спирте, особенно амиловом, ацетоне и др.) и превращающиеся, особенно быстро на воздухе, в твердые асфальтообразные вещества. Хотя и в различных количествах, нефтяные смолы и асфальты являются постоянной составной частью Н. Легкие Н. содержат их 1—3%, тогда как в тяжелых Н. содержание их может достигать 15—17% и больше. Лучший способ выделения асфальтенов из Н.—осаждение их легким, лишенным ароматики бензином; для той же цели предложены некоторые другие органич. растворители: уксусный эфир, метилэтилкетон и др. Для извлечения смол удобно пользоваться некоторыми адсорбентами, как то: флоридином, животным углем и т. п., которые легко адсорбируют нефтяные смолы и прочно их удерживают. Если после такой адсорбции обработать адсорбент бензином, то последний отмывает лишь масляные углеводороды, смолы же остаются в адсорбенте и м. б. извлечены из него лишь более энергичным растворителем (эфиром, хлороформом, бензолом) при длительной экстракции в приборе Сокслета.

Сернистые соединения. Кроме асфальтенов и смол в Н. содержится ряд более простых по составу содержащих серу органич. соединений, присутствие которых в нефти даже в небольшом количестве легко определяется по их крайне неприятному запаху. Как показало исследование их в некоторых америк. Н., вещества эти принадлежат повидимому к двум типам сернистых органич. соединений: сульфидам и гидротиофенам. Ряд представителей этих сернистых соединений был выделен из огайской и канадской Н. путем обработки последних серной кислотой, последующей переработки сернокислого экстракта и разделения выделенных сернистых соединений, разгонкой их в вакууме и кристаллизацией их двойных соединений с хлорной платиной и ртутью. Имеются указания на присутствие в нек-рых Н. также свободной серы, к-рая м. б. выделена из них в кристаллич. состоянии. Реже встречается в нефтях сероводород, который однако легко образуется при перегонке Н., содержащих серу как вторичный продукт. Обычно содержание серы в нефтях невелико и определяется десятыми и даже сотыми долями процента. Встречаются однако и исключения. Из америк. Н. особенно богаты серой калифорнийские и мексиканские Н., содержание серы в которых достигает иногда 4—5%. Из наших Н. наиболее богата сернистыми соединениями уральская (пермская) Н., в которой содержание серы достигает 5,5%. Сернистые соединения сосредоточены гл. обр. в высококипящих частях Н. и в остатке от перегонки.

Азотистые соединения. Азотистые соединения нефтей представляют собою органич. основания, легко извлекаемые из Н. серной к-той. Нейтрализацией сернокислотного раствора щелочью основания эти выделяются в свободном виде; для ближайшего исследования они д. б. подвергнуты тщательной фракционировке. Как показало изучение азотистых оснований калифорнийской Н., вещества эти представляют собой маслянистые жидкости с резким запахом, который напоминает никотин; с кислотами они дают соли, мало характерные и не кристаллизующиеся. Скорее всего они представляют собою гидрированные пиридиновые и хинолиновые основания. Их содержание в Н., вообще говоря, крайне незначительно, так как содержание азота в Н. обычно измеряется только сотыми и даже тысячными долями процента. Исключения крайне редки. Как и сернистые соединения, азотистые производные сосредоточены гл. обр. в высококипящих частях и в остатке от перегонки.

Минеральные вещества. После отделения взвешенных частей в Н. все же остается очень небольшое количество минеральных веществ, которые при сожжении Н. остаются в золе. Количество последней измеряется обычно тысячными долями процента и только для очень тяжелых нефтей поднимается до 0,01—0,02%. По хим. составу нефтяная зола заключает в себе окислы железа и кальция, а также следы окиси алюминия и некоторых других металлов. Надо думать, что окислы эти содержатся в Н. в виде солей нафтеновых к-т.

Химические свойства Н. определяются в главной мере образующими Н. углеводородами. Как указано, для большинства Н. углеводороды эти принадлежат преимущественно к двум рядам предельного характера—парафинам и нафтенам, весьма схожим по своим химич. свойствам и, вообще говоря, характеризующимся большою устой-

чивостью по отношению к различным реагентам. Свойства эти однако нередко маскируются другими компонентами Н., вследствие чего при суждении о действии того или иного реагента на нефть приходится принимать во внимание всю совокупность составных частей Н. Следующие реакции представляют по отношению к Н. и ее погонам наибольший интерес и значение.

Действие галоидов. На основные углеводороды нефти (парафины, нафтены и ароматики) хлор и бром действуют по реакциям замещения. В первую очередь получаются одногалоидозамещенные, затем могут получаться дву- и многозамещенные производные указанных углеводородов. Особенно энергично протекает эта реакция с шестичленными замкнутыми системами, безразлично, ароматическими или ряда циклогекбана, в присутствии безводных галоидных солей алюминия. В обоих случаях получаются при этом многозамещенные галоидные соединения ароматич. ряда. Так напр., метилциклогексан (I) и толуол (II) дают при этом один и тот же пентабромтолуол и т. п., причем нафтен претерпевает очевидно в этих условиях за счет избытка брома дегидрогенизацию.

I. $CH_3 \cdot C_6H_{11} + 16\,Br = 11\,HBr + CH_3 \cdot C_6Br_5$.

II. $CH_3 \cdot C_6H_5 + 10\,Br = 5\,HBr + CH_3 \cdot C_6Br_5$.

Так как получающиеся при этих реакциях полибромиды представляют собою характерные, прекрасно кристаллизующиеся соединения, то они могут иметь аналитическое значение для открытия указанных углеводородов в смесях. Большое значение приобретает за последнее время хлорирование низших парафинов. Так например, из метана при действии хлора в подходящих условиях можно получить последовательно все четыре стадии замещения, начиная с хлористого метана (CH_3Cl) и кончая хлороформом ($CHCl_3$) и четыреххлористым углеродом (CCl_4). В аналогичных условиях пентан дает с хлором хлористый пентил:

$$C_5H_{12} + Cl_2 = HCl + C_5H_{11}Cl,$$

который при обработке уксусными солями дает весьма ценный в практич. отношении уксусноамиловый эфир:

$$CH_3 \cdot COONa + C_5H_{11}Cl = NaCl + CH_3 \cdot COOC_5H_{11}.$$

Весьма заманчивы также переходы через продукты хлорирования Н. и нефтепродуктов к искусственному каучуку или к жирным к-там, на что имеется ряд указаний в новейшей научной и патентной литературе. Не подлежит сомнению, что здесь заложено прочное основание для использования Н. и ее погонов как сырья для их химической переработки. В отличие от углеводородов предельного характера и ароматических, непредельные углеводороды, как известно, дают с галоидами продукты присоединения. В виду ничтожного содержания непредельных в Н., их галоидные производные не могут иметь практич. значения, сама же реакция представляет лишь аналитич. интерес (иодные и бромные числа Н. и нефтепродуктов). Дело здесь осложняется однако тем обстоятельством, что с бромом и иодом реагируют кроме непредельных углеводородов также и нек-рые другие компоненты Н., напр. смолы и асфальтены. В виду этого оценка иодных и бромных чисел, особенно у тяжелых нефтепродуктов (масла и т. п.), требует большой осторожности.

Действие серной кислоты. Серная кислота является важнейшим реагентом по отношению к Н. и нефтепродуктам, так как ею пользуются для очистки и анализа нефтяных дистиллатов. На парафины и нафтены серная к-та на холоду не действует. Если однако серная к-та содержит свободный серный ангидрид (дымящая серная к-та), то уже при комнатной $t°$, а еще легче при нагревании, между к-той и некоторыми особенно высшими углеводородами указанных рядов, наблюдается взаимодействие: происходит обильное выделение сернистого газа, нафтены с шестичленными циклами претерпевают дегидрогенизацию и превращаются в соответствующие ароматич. углеводороды; одновременно происходит сульфурирование, т. е. образование сульфокислот различных рядов. С ароматич. углеводородами та же реакция идет значительно проще: здесь, как известно, серная кислота действует преимущественно в одном направлении, в сторону образования ароматич. сульфокислот, причем с крепкой к-той реакция эта легко протекает уже при комнатной $t°$. Наиболее сложно реагирует серная к-та с непредельными углеводородами (олефинами). Уже на холоду эти углеводороды приходят во взаимодействие с серной кислотой в нескольких направлениях, причем образуются: 1) продукты полимеризации непредельного характера, напр. изобутилен C_4H_8 дает при этом диизобутилен C_8H_{16}, триизобутилен $C_{12}H_{24}$ и т. д.; 2) кислые и средние эфиры серной к-ты как результат присоединения последней по месту двойной связи одной или двух частиц непредельного углеводорода, и 3) продукты конденсации данного олефина с другими олефинами или ароматич. углеводородами, к-рые имеются в данной Н. или нефтепродукте. Бо́льшая часть продуктов взаимодействия углеводородов Н. с серной к-той остается в сернокислотном слое, образуя т. н. кислый *гудрон* (см.). Здесь же сосредоточиваются продукты взаимодействия серной к-ты с другими компонентами Н., как то: азотистыми основаниями, смолистыми и асфальтообразными веществами Н., а частично также с ее сернистыми соединениями и нафтеновыми к-тами. Известная часть продуктов взаимодействия углеводородов Н. с серной к-той может однако оставаться также и в углеводородном слое; таковы высокомолекулярные углеводороды, образующиеся в результате реакций полимеризации и конденсации под влиянием серной кислоты (см. выше), некоторые кислородные соединения, напр. спирты, как продукты гидролиза отмеченных выше эфиров серной к-ты и т. п. Применение серной к-ты к Н. и нефтепродуктам для аналитич. целей имеет задачей определение в них: 1) смолистых и асфальтообразных веществ и 2) ароматических углеводородов.

Применение серной к-ты для определения смол и асфальтов сводится к обработке 50 *см*³ Н. или нефтепродукта, в строго определенных условиях, 10 *см*³ серной кисло-

ты уд. в. 1,84, с последующим отсчетом увеличения объема кислоты. Это увеличение, будучи умножено на 2, дает процентное содержание по объему смол и асфальтов в исследуемом веществе. Этот т. наз. акцизный способ определения смол, как видно, очень прост, но и очень неточен, так как а) смолы не целиком переходят в кислый гудрон; б) с серной к-той в указанных условиях могут кроме смол реагировать еще и другие компоненты Н., напр. непредельные и ароматич. углеводороды и т. п.; в) гудрон как вещество коллоидальное удерживает значительное количество бензина и пр., увеличиваясь при этом в своем объеме. Несмотря на эти недостатки акцизный способ применяется нередко и теперь, т. к. дает ценные сравнительные результаты при исследовании различных Н.

Определение ароматиков в Н. и нефтепродуктах с помощью серной к-ты сводится к обработке их избытком крепкой серной кислоты, причем вся ароматика превращается в соответствующие сульфокислоты. Количественное определение заключается в учете либо изменения объема углеводорода либо изменения какой-либо иной его константы, в связи с удалением переходящей в кислотный слой ароматики. Определение требует предварительной подготовки исследуемого продукта (разгонка, удаление непредельных, смол, асфальтенов и т. п.).

Катализ гидрогенизационный и дегидрогенизационный. При пропускании паров непредельных и ароматич. углеводородов над некоторыми мелко раздробленными металлами (никель, платина, палладий) в токе водорода происходит присоединение водорода по месту непредельной связи, причем уже при 180—200° образуются углеводороды предельного характера: олефины превращаются в парафины, напр. амилен C_5H_{10} в пентан C_5H_{12}, ароматич. же углеводороды переходят в нафтены ряда циклогексана, напр. бензол C_6H_6 в циклогексан C_6H_{12}. Эта последняя реакция является обратимой, а именно: ок. 180° происходит в указанных условиях гидрогенизационный катализ ароматич. углеводородов, т. е. присоединение к ним водорода; при более же высокой $t°$ (300—350°) идет обратная реакция: нафтены ряда циклогексана отщепляют водород, превращаясь при этом в ароматич. углеводороды:

$$C_6H_6+6H \underset{\text{при } 300°}{\overset{\text{при } 180°}{\rightleftarrows}} C_6H_{12}.$$

По отношению к Н. и нефтепродуктам реакция эта представляет большой интерес и значение, т. к. при помощи ее путем превращения в отдельных нефтяных фракциях всех углеводородов ряда циклогексана в ароматические с последующим определением последних с помощью серной кислоты, возможно количественно установить содержание в этих фракциях нафтенов указанного ряда. Эта же реакция может иметь технич. значение, так как, подвергая отдельные нефтяные фракции дегидрогенизационному катализу и обогащая их ароматикой, можно создать этим путем новый богатый источник ароматических углеводородов для химической промышленности без применения сложной и дорого стоящей аппаратуры и установок, применяемых в настоящее время для ароматизации Н.

Действие окислителей. Парафины и нафтены чрезвычайно устойчивы к окислителям и, вообще говоря, дают при окислении мало характерные продукты. Окисление ароматики, если оно идет по месту боковой группы, дает более ценные результаты; при этом однако предпочтительно исходить из ароматических углеводородов в чистом виде. Несравнимо легче идет окисление непредельных углеводородов; последние однако встречаются в Н. в крайне незначительном количестве. Понятно в виду этого, что действие окислителей на Н. и ее погоны не представляет, вообще говоря, большого интереса или практич. значения, особенно если при этом пользоваться каким-либо искусственным окислителем, теряемым хотя бы частично в процессе окисления. В последнее время однако все большее и большее внимание начинает привлекать действие на углеводороды Н. кислорода воздуха. При этом, как показывает опыт, в определенных условиях $t°$ и давления, а равно в присутствии некоторых катализаторов (напр. солей марганца) углеводороды Н. превращаются в смесь жирных к-т, к-рые м. б. использованы для нек-рых практич. целей, напр. для мыловарения, как суррогат кислот, получаемых гидролизом жиров. Само собою разумеется, что в условиях недостатка жиров указанная реакция должна иметь особенно важное значение.

Действие азотной кислоты. Как известно, азотная к-та может действовать на органич. соединения не только окисляющим, но и нитрующим образом. Это последнее направление реакции азотной кислоты на углеводороды Н. в зависимости от характера исходного материала и условий реакции может привести к различным нитросоединениям предельного или ароматич. характера. Со слабой азотной к-той при повышенной $t°$ (выше 100°) при этом образуются нитросоединения предельного характера. Наоборот, с крепкой азотной к-той (уд. веса 1,4 и выше) получаются нитросоединения ароматич. ряда, причем в образовании их могут принимать участие не только ароматич. углеводороды нефти, но также нафтены ряда циклогексана, претерпевающие при этом дегидрогенизацию за счет окисляющего действия азотной кислоты. Практическое значение нитрующего действия азотной кислоты на погоны богатых ароматикой нефтей было отмечено выше.

Реакции уплотнения. В зависимости от своего состава углеводороды Н. могут претерпевать под влиянием различных факторов разнообразные реакции уплотнения. Прежде всего здесь следует еще раз упомянуть те реакции уплотнения, к-рые имеют место при обработке Н. и ее погонов крепкой серной к-той (см. выше). В виду незначительного содержания непредельных углеводородов, для естественных Н. и их погонов данная реакция имеет небольшое значение. Однако в случае напр. крекинговых

дистиллатов, богатых непредельными (см. *Крекинг-процесс*), действие серной к-ты приводит к обильному образованию продуктов уплотнения и может существенно изменить свойства исходного продукта, напр. пределы его выкипаемости и т. п. То же следует сказать о действии на погоны Н. и разного рода ее дистиллаты нек-рых твердых адсорбентов (флоридин и т. п.). Особенно легко происходят реакции уплотнения с высшими погонами Н. Здесь иногда уже при простом длительном нагревании, а еще легче при пропускании водяного пара или воздуха, происходят сложные процессы уплотнения, в присутствии кислорода сопровождающиеся окислительными реакциями, в результате которых из указанных погонов образуется нефтяной искусственный асфальт (см. *Асфальт нефтяной*). Из реакций уплотнения углеводородов Н. с другими веществами наибольший интерес представляет т. н. формолитовая реакция, т. е. конденсация нефтяных погонов в присутствии серной к-ты с муравьиным альдегидом. При этом легко выделяется объемистый аморфный осадок (формолит), представляющий собою после промывки и высушивания коричневый порошок, нерастворимый в обычных растворителях. Ни парафин ни нафтены не участвуют в этой реакции; она идет только с ароматич. и непредельными углеводородами. Ее механизм неизвестен.

Реакция расщепления. Под влиянием высокой $t°$ все углеводороды Н. могут б. или м. легко претерпевать расщепление на более простые по составу углеводороды. В присутствии нек-рых катализаторов такого рода расщепление углеводородов Н. значительно облегчается. Высокомолекулярные углеводороды нефти особенно склонны к подобного рода расщеплению, на чем основаны современные способы переработки малоценных дистиллатов (соляровые и т. п. масла) и остатков на более легкие и ценные нефтепродукты типа газолина путем крекинга и пиролиза. Механизм тех сложных процессов распада, которые претерпевают при высокой температуре углеводороды Н. различных рядов, изучены пока далеко недостаточно (см. *Бензин-крекинг*). То же надо сказать о механизме расщепления углеводородов Н. под влиянием нек-рых значительно облегчающих этот процесс катализаторов. Из последних особый интерес и значение представляет хлористый алюминий $AlCl_3$, в присутствии которого уже при температуре около 250° и ниже начинается расщепление углеводородов нефти с образованием большого количества легких продуктов. Получающийся продукт почти целиком состоит из углеводородов парафинового ряда и легко очищается, выгодно отличаясь в этом отношении от обычного крекинг-бензина, богатого непредельными углеводородами различных рядов. Открытые в самое последнее время способы получения дешевого хлористого алюминия создают для этого вида крекинга крайне заманчивые перспективы.

Классификация Н. В основу химич. классификации Н. д. б. положен их состав. Америк. авторы делят все нефти на три главных типа. 1) Н. с парафиновым основанием — содержат мало асфальтовых веществ, состоят преимущественно из парафинов вплоть до твердых представителей этого ряда. Примеры: нефти Пенсильвании, Зап. Вирджинии, Сев. Луизианы и нек-рых районов Мид-Континента (Оклагома, Канзас); в СССР к этому типу Н. ближе других стоит сураханская Н. Эти нефти дают обычно много газолина и, после довольно сложной переработки (обеспарафинивание), высокого качества смазочные масла, особенно цилиндровые. 2) Н. с асфальтовым основанием, при перегонке дающие в остатке асфальт, состоят преимущественно из нафтенов. Примеры: нефти Калифорнии, Мексики (тяжелые), частью Тексаса. В СССР большинство бакинских Н. дают газолин высокого качества (антидетонационные свойства), прекрасный керосин и хорошие смазочные масла с низкой $t°_{заст.}$ 3) Н. со смешанным основанием — промежуточный тип по своему составу и свойствам. Примеры: нефти Иллинойса, нек-рые нефти Мид-Континента и Мексики (легкие); в СССР — большинство грозненских Н.

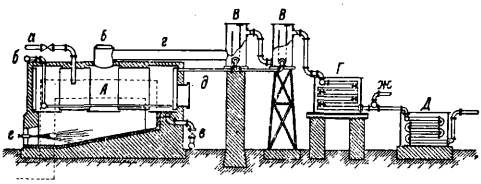
Эта классификация не охватывает однако всего разнообразия естественных Н. В ней не находят места напр. такие Н., как наша уральская и другие богатые ароматич. углеводородами Н. Представляется поэтому более последовательным наметить три основных типа Н. по преобладанию в них одного из трех основных углеводородных рядов: 1) парафиновый тип с преобладанием парафинов, 2) нафтеновый тип — с преобладанием нафтенов, 3) ароматич. тип — с преобладанием ароматич. углеводородов. Кроме этих трех основных типов Н. могут существовать и действительно встречаются в природе Н. смешанных типов: парафиново-нафтеновый и т. п. В основу такой классификации Н. должен быть положен их количественный анализ на содержание в них всех указанных компонентов. К сожалению однако приходится констатировать, что разработка этого вопроса находится пока еще в начальной стадии. Характеристику важнейших Н., встречаемых в СССР, см. *Спр. ТЭ*, т. III.

Переработка Н. Задача переработки Н. заключается в получении из нее различных б. или м. ценных продуктов, находящих себе то или иное практич. применение. В различные периоды времени относительн. ценность различных нефтепродуктов отнюдь не оставалась постоянной, соответственно чему основные направления в переработке Н. претерпевали существенные изменения. Так, в первые десятилетия развития нефтяной промышленности главным целевым продуктом переработки нефти были осветительные масла (керосин и т. п.), позднее сюда присоединились смазочные масла и только с развитием автомобилизма и авиации, уже в 20 в. на первое место среди продуктов переработки Н. выдвинулся как топливо для двигателей внутреннего сгорания бензин, к-рый еще в конце прошлого века почти не находил применения. Соответственно сказанному, в различные периоды развития нефтяной промышленности изменялись и совершенствовались также и методы переработки Н. Простейший способ переработки Н. за-

ключается в отгонке от нее легких частей, образующих бензиновые и керосиновые дистиллаты; остаток же (мазут) находит применение в качестве жидкого топлива. Таким упрощенным способом широко пользуются особенно при переработке тяжелых Н., дающих мазут низкого качества («не масляный»). В тех случаях, когда одной из задач переработки является получение смазочных масел, мазут («масляный») после отгонки газолина и керосина подвергают дальнейшей разгонке, но уже при пониженном давлении. И наконец, в связи со все возрастающим спросом на топливо для двигателей внутреннего сгорания, были разработаны и нашли широкое применение новейшие способы перегонки Н. (крекинг-процесс, перегонка до кокса и т. п.), при которых Н. подвергается частичному разложению, благодаря чему выход на легкие фракции значительно увеличивается. Получаемые в результате перегонки Н. различные дистиллаты, для придания им большей устойчивости и других ценных в технич. отношении качеств, подвергают далее очистке. В простейших случаях такая очистка сводится всего лишь к промывке соответствующих дистиллатов небольшим количеством крепкой серной к-ты и щелочи. В других случаях процесс очистки значительно осложняется и требует специальной аппаратуры. Как пример особенно сложной очистки можно привести депарафинизацию смазочных масел, т. е. освобождение последних от парафина для придания им низкой застываемости. Такие способы очистки обыкновенно относятся уже к специальным методам переработки нефти. Итак переработку нефти можно разделить на две основные стадии, к-рые д. б. рассмотрены отдельно: 1) перегонка Н. и 2) очистка сырых нефтепродуктов.

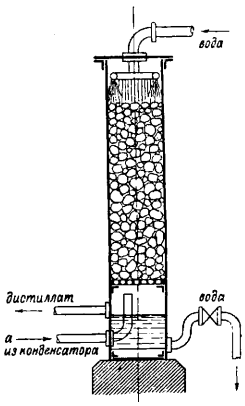
Перегонка Н. Различают две основных системы перегонки Н.: периодическую и непрерывную. Производственной единицей для периодической перегонки нефти служит перегонный куб, для непрерывной же перегонки—керосиновая батарея.

Нефтеперегонный куб для периодической перегонки представляет собою горизонтальный цилиндрич. железный котел,



Фиг. 4.

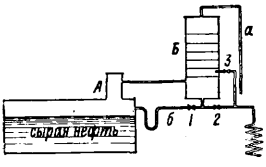
с единовременным заливом до 160 *m* сырой Н. и выше. Подогрев куба ведется либо нефтяными остатками, сжигаемыми в паровых форсунках, либо углем. Сначала нагревание ведется умеренно; при этом отходят наиболее легкие части, содержащиеся в Н. Когда Н. нагревается до 100—120°, в куб вводят перегретый пар и постепенно усиливают нагревание. Когда т. о. все требуемые дистиллаты будут отогнаны, нагревание прекращают, дают кубу несколько остыть и спускают остаток в т. н. амбары. Затем снова загружают куб свежей Н. и т. д. Работа куба протекает т. о. периодически. Схематическое изображение периодического перегонного куба с необходимым оборудованием дано на фиг. 4. Здесь *А*—перегонный куб на кирпичной кладке, подогреваемый форсункой *е*; *а*—труба для налива Н.; *б*—труба для ввода пара; *в*—труба для спуска остатков. Образующиеся в кубе при его нагревании пары через кубовый шлем *Б* и шлемовую трубу *г* поступают в дефлегматоры *В*, которые представляют собой железные цилиндры, иногда содержащие внутри различные насадки. Нередко дефлегматоры представляют собою два вставленных друг в друга железных цилиндра, между стенками которых проходят дистиллатные пары, направляясь далее к системе холодильников *Г* и *Д*. Назначение дефлегматоров—возможно лучше разделить отдельные части дистиллатных паров: наиболее легкие части свободно проходят через дефлегматоры, более тяжелые конденсируются в них, образуя так наз. флегму, которая по особой трубе *д* стекает обратно в куб. Система холодильников, куда попадают пары, прошедшие дефлегматор, состоит из двух частей: в первой *Г* (конденсатор) происходит конденсация большей части попадающих в нее паров, охлаждение же образовавшейся жидкости происходит во второй части системы *Д* (собственно холодильнике), откуда дистиллаты поступают в приемно-сортировочное отделение. Здесь производится отделение дистиллатов от воды, сортировка их по уд. весу и спуск в дистиллатные резервуары, откуда по мере надобности их перекачивают для очистки в очистное отделение (см. ниже). Устройство конденсатора и холодильника крайне несложно: это система чугунных или железных труб, погруженных в протекаемую воду или ею орошаемых. Не все однако пары, поступающие в конденсатор, успевают в нем сконденсироваться. Газы, которые были растворены в Н. или в воде, питающей паровой котел, а равным образом наиболее легкие и особенно ценные газолиновые пары проходят конденсатор не конденсируясь. Через особый колпак и трубу *ж* их отводят к скрубберу, схема к-рого дана на фиг. 5. Скруббер представляет собою железный цилиндр с решеткой в нижней его части, наполненный кусками кокса или битого кирпича, орошаемыми сверху водой. Вместе с легкими дистиллатами, образовавшимися из паров, поступающих в скруббер снизу через трубу *а*, вода собирается в нижней части скруббера, где и происходит разделение: легкие дистиллаты отводятся в приемник, вода же вытекает из скруббера через сифонную трубку. Наконец воздух,



Фиг. 5.

а равным образом газы, которые были растворены в Н. и попали в скруббер, свободно выделяются в атмосферу через верхнюю его часть. Скруббер играет т. о. еще одну важную роль: через него внутренность перегонного куба сообщается с атмосферой, так что скруббер является как бы предохранительным клапаном на случай неожиданного возникновения внутри куба повышенного давления.

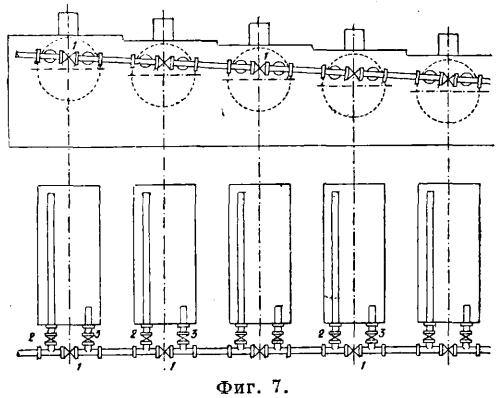
Периодическая система перегонки Н. имеет ряд серьезных недостатков, важнейшими из к-рых являются: большой расход топлива, малая производительность, необходимость усиленного надзора за работой, частый ремонт и др. Несмотря на это ею и поныне широко пользуются в США для перегонки сырых Н., мало пригодных для выработки из них хороших цилиндровых масел, т. е. для перегонки тяжелых Н. с асфальтовым основанием.



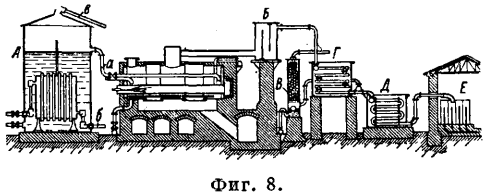
Фиг. 6.

Такие Н. подвергают перегонке до кокса (с разложением), причем удается значительно повысить выход легких дистиллатов. Схема аппаратуры для такой перегонки изображена на фиг. 6. Куб подвесного типа свободно покоится в кирпичной кладке, чтобы при нагреве и охлаждении сохранить за ним возможность достаточного расширения и сжатия. Дно его выполняется из более толстого, чем обычно, железа (12,5—15 *мм*); швы после клепки обрабатываются электрич. сваркой. Загрузка куба до 150 *т*; обогрев только снаружи; водяной пар не вводится. Из куба через шлем *А* пары направляются в небольшую колонку колпачкового типа *Б*. Часть их выходит через верхнюю оконечность колонки и направляется по трубе *а* в холодильник; это—наиболее легкий дистиллат; другая часть, в виде флегмы, возвращается по трубе *б* обратно в куб; третья—по трубе 3 дает некоторый промежуточный дистиллат. В различные периоды перегонки путем различных комбинаций 3 вентилей (*1*, *2* и *3*) и степени обогрева куба можно получать одновременно 2 или 3 различных фракции. Время работы одного цикла на такой аппаратуре достигает в зависимости от глубины отбора 45 часов, из к-рых 33 часа куб находится под нагревом, 12 часов уходят на остывание и другие подсобные операции. Типичными продуктами периодич. перегонки Н. являются: газолин (дистиллат), керосиновый дистиллат, соляровое масло и нефтяные остатки (мазут). При перегонке до кокса вместо мазута получают следующие за соляровым маслом дистиллаты смазочных масел и парафиновый дистиллат, если исходная Н. была богата парафином. В остатке получается нефтяной кокс, к-рый находит хороший сбыт для надобностей металлургич. и электрич. промышленности. Хотя в целях увеличения пропускной способности нефтеперегонные з-ды имеют обыкновенно не один, а несколько расположенных в ряд перегонных кубов (батарея), однако при периодич. перегонке работа каждого куба совершенно не связана с работой остальных кубов. Иначе обстоит дело при непрерывной перегонке, когда работа каждого куба батареи теснейшим образом увязана с работой других. Именно этим путем, начиная с 80-х годов 19 в., перерабатывается главная масса Н. как в СССР, так и других странах.

Непрерывная перегонка Н. производится на непрерывной керосиновой батарее, устройство к-рой в главных чертах следующее (фиг. 7). В общей печной кладке устанавливается ряд перегонных кубов (15—20, иногда меньше). Каждый куб ставится на 12—18 *см* ниже предыдущего, благодаря чему нефть может перетекать самотеком из куба в куб. Для этого вдоль передних концов кубов проходит питающая труба (диам. 15—20 *см*), от к-рой в каждый куб отходит по два патрубка: длинный, доходящий почти до заднего конца куба, и короткий. На каждом патрубке имеется по задвижке *2* и *3*, кроме того имеется еще по одной задвижке *1* против каждого куба на самой питательной трубе, между патрубками. Пользуясь этими задвижками, можно регулировать подачу Н. в батарею, обеспечив возможность непрерывного питания ее кубов. Работа батареи начинается след. обр.


Фиг. 7.

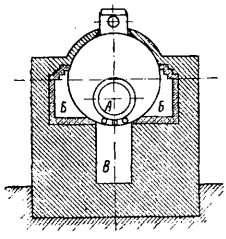
Прежде всего наполняют все кубы батареи сырой Н. Для этого задвижки *1* у всех кубов закрываются, и Н. через длинный патрубок *2* заполняет сначала первый куб; ее избыток через короткий патрубок этого куба переходит в длинный патрубок второго куба, заполняет его и т. д. Затем, прекратив доступ новых количеств Н. в батарею, начинают подогрев каждого куба для отгона наиболее легких частей, пока *t*° Н. во всех кубах не достигнет 120—130°. Тогда во все кубы



Фиг. 8.

вводят перегретый пар и в это же приблизительно время начинают питать батарею свежей Н. Питание происходит по трубе *а* самотеком из особого подогревателя *А* (фиг. 8)—небольшого резервуара емкостью 300—500 *т* с герметич. клепаной крышей, внутри кото-

рого проложена система труб для подогрева всей поступающей в подогреватель нефти. Самый подогрев ведется горячим мазутом, который поступает по трубе *б* непосредственно из последнего куба батареи; благодаря этому достигается большая экономия в топливе. Хорошо устроенные подогреватели нагревают нефть до 110—130°; образующиеся при этом легкие пары отводятся через трубу *в* в крыше подогревателя к специальному холодильнику. Назначение остальных частей батареи то же самое, как и при периодической перегонке: дефлегматоры *Б*, скруббер *В*, конденсатор *Г*, холодильник *Д* и приемно-сортировочное отделение *Е*. Что же касается кубов керосиновых батарей, то в отличие от кубов для перегонки до кокса они всегда устраиваются с жаровыми трубами, в которых и происходит сгорание топлива (мазут), подаваемого через форсунки. Горячие газы из жаровой трубы *А* (фиг. 9) возвращаются по боковым дымоходам *Б* к передней части куба и наконец через нижний дымоход *В* направляются в боров и дымовую трубу.



Фиг. 9.

С момента ввода пара и начала непрерывного питания кубов наступает наиболее ответственный период работы батареи—ее налаживание. В отличие от начального периода работы батареи (до начала питания), когда из всех кубов получались одинаковые дистиллаты, необходимо, чтобы Н. на своем пути от первого до последнего куба батареи успела выделить последовательно все газолиновые фракции, все керосиновые и часть соляровых. Самый состав дистиллатов из отдельных кубов в этот период постепенно меняется: пройдя по патрубку *2* (фиг. 7) до конца первого куба и заполнив его до высоты выходного отверстия (короткого патрубка *3*), Н. успевает отделить часть наиболее легких погонов. Во второй куб Н. вступает уже несколько утяжеленной; проходя его она успевает отдать еще нек-рое количество легких фракций и т. д. вплоть до последнего куба, из которого вытекает мазут, направляемый, как было указано выше, в подогреватель. Налаживание работы батареи продолжается 10—12 часов, после чего у нее устанавливается постоянный ход, когда без значительных перебоев каждый куб начинает давать разные дистиллаты, уд. в. к-рых и вспышки постепенно повышаются, начиная от первого куба к последнему. Из кубов после прохождения через водоотделители дистиллаты поступают в приемно-сортировочное отделение. Сортировка дистиллатов производится по уд. весу, зависящему от характера исходного сырья. Внутри здания у стенки, через которую от кубов проходят трубы, расположен ряд железных узких ящиков; дистиллаты по шлангам, свободно надеваемым на концы дистиллатных труб, поступают сообразно их уд. в. в тот или иной ящик, откуда самотеком направляются в соответствующие приемные резервуары (чаны). При хорошо налаженной работе батареи и неизменном сырье уд. в. дистиллатов, по к-рым каждый час контролируется работа из отдельных кубов, остаются почти неизменными во все время работы батареи—в течение нескольких месяцев. Преимущества такой работы по сравнению с периодич. совершенно очевидны, особенно если принять во внимание, что отдельные кубы батареи на случаи их неисправности и ремонта могут быть легко выключены без остановки работы всей батареи; для этого достаточно у неисправного куба закрыть задвижки *1* и *2* (фиг. 7) на патрубках и открыть задвижку *1* на питающей трубе. Производительность керосиновых батарей громадна; она достигает 1 200 *т* нефти в день и больше. Обычный тип их 15—20 кубов, с полезной емкостью в 15 *т* Н. и больше каждый и с 4—5 оборотами в сутки.

Современная техника зачастую требует для различных целей промежуточных значительно более узких нефтяных фракций, чем может дать обычная керосиновая батарея. Для их получения прибегают ко вторичной перегонке дистиллатов с керосиновой батареи (газолина) или на периодических кубах или на особых батареях, снабженных мощными ректификационными колоннами. В виду экономич. невыгодности вторичной перегонки (излишняя затрата тепла) в настоящее время стремятся обеспечить хорошей фракционировкой работу самой керосиновой батареи, снабжая ее хорошими фракционирующими колоннами (Баджера и других). Крайне интересную и благодарную проблему нефтеперегонного дела составляет возможно полная утилизация тепла, затрачиваемого при перегонке нефти Простейший случай такой утилизации представляет использование тепла горячего мазута из последнего куба керосиновой батареи для подогрева сырой Н. в подогревателе (см. выше). Значительно более сложную в технич. отношении задачу составляет вопрос об утилизации скрытой теплоты, выделяемой нефтяными парами при их конденсации во время перегонки. Для этой цели в настоящее время имеется ряд теплообменных аппаратов разных фирм и конструкций, широко используемых при рациональной постановке нефтеперегонного дела. В СССР эта т. н. регенеративная система перегонки Н. также нашла себе применение (б. з-д Владикавказской ж. д. в Грозном, Константиновский з-д под Ярославлем). Если на керосиновой батарее перегоняется Н., к-рая д. б. переработана далее на смазочные масла, то мазут из последнего куба керосиновой батареи передается сразу на масляную батарею.

Масляные батареи, подобно керосиновым, м. б. или периодического или непрерывного действия; в главном их устройство также одинаково, за исключением следующих характерных особенностей. 1) Кубы масляных батарей не имеют жаровых труб, их обогрев ведется с возможной осторожностью, чтобы по возможности избежать разложения высокомолекулярных углеводородов нефти; для этого форсунка несколько выносится из-под куба, так что обогрев его производится только горячими газами. 2) Ох-

лаждение дистиллатных паров на масляной батарее производится в две стадии: в первую стадию при охлаждении наружным воздухом конденсируются пары неразложившихся углеводородов масла; во вторую стадию охлаждается перегретый водяной пар, а также пары продуктов разложения, всегда образующихся при перегонке на масляной батарее вследствие высокой $t°$ и местного перегрева. 3) На масляной батарее широко применяется вакуум, благодаря чему уменьшается разложение при перегонке и достигается известная экономия топлива, так как является возможным понизить темп-ру нагревания. Две последние особенности масляной батареи теснейшим образом между собою увязаны, а именно: на керосиновой батарее отходят фракции с $t°_{кип.}$ обычно не выше 300°; для отгона же высококипящих углеводородов, образующих смазочные масла, темп-ру в последних кубах масляной батареи приходится поднимать уже почти до 400°, когда наступает частичное разложение отдельных компонентов масел. Летучие продукты этого разложения являются вредной примесью неразложившегося масла, понижая его качество (вязкость, вспышку и т. д.), но т. к. примеси эти труднее конденсируются, чем само масло, то открывается возможность их разделения: для этого поверхность воздушного охлаждения рассчитывается на конденсацию неразложившихся масляных паров. Обычно для этого служат три шлемовых трубы при каждом кубе, в 40—50 *см* поперечного сечения, откуда конденсат направляется для дальнейшего охлаждения в воздушный или водяной холодильник и далее в приемно-сортировочное отделение. Последнее устроено так же, как при керосиновых батареях. Свободно пройдя трубы воздушного охлаждения и примыкающие к ним дефлегматоры, пары воды и продуктов разложения направляются к водяному эксгаустеру. Этот последний представляет собою в простейшем виде цилиндрич. сосуд ⌀ 75 *см* и 90 *см* высоты, в к-рый навстречу парам воды и продуктов разложения вбрызгивается холодная вода. Все пары при этом энергично сгущаются, вследствие чего в перегонном кубе получается нек-рое небольшое разрежение; сгустившиеся пары уносятся вместе с холодной водой через гидравлич. затвор в канаву и ловушку. Для выравнивания давления во всех кубах к каждому эксгаустеру приделан патрубок, соединенный с трубой, общей для всех эксгаустеров, из к-рой поступающие в нее газы (воздух, газообразные продукты разложения) непрерывно выкачиваются тем или иным специальным приспособлением (пароструйный аппарат Кертинга, воздушные насосы различных конструкций). Разрежение, даваемое самим эксгаустером, невелико; оно не превышает 50 *мм* водяного столба и не оказывает существенного влияния на понижение $t°_{кип.}$ масел. В целях возможного уменьшения разложения масел при перегонке на новейших установках стремятся работать при возможно низком давлении. Таков напр. процесс Шульце с применением вакуума в 3—5 *мм* ртутного столба, достигаемого при помощи соответствующих вакуум-насосов, и другие установки с не столь глубоким разрежением. Громадное значение в технике и экономике перегонки Н. имеет применение перегретого пара как фактора, понижающего парциальную упругость паров нефтепродуктов и тем облегчающего их перегонку. Пар вводится в кубы посредством паропроводных труб, располагаемых в нижней части куба. По всей их длине они снабжены мелкими отверстиями, через которые тонкие струйки пара направляются вверх, способствуя перемешиванию перегоняемой Н. во избежанье ее пригорания к стенкам куба. Расход пара в зависимости от характера дистиллатов чрезвычайно различен. В первых кубах керосиновой батареи, дающих газолин, пара расходуется около 5% по весу от дистиллата; в средних керосиновых кубах расход пара повышается до 15—20%, а в последних кубах—до 25—35%. В среднем расход пара на керосиновой батарее составляет 25% от веса дистиллатов. На масляной же батарее расход пара значительно больше, а именно от 50—75% на первых кубах до 150—200% на последних.

Кубовые батареи несмотря на высокую эффективность их работы имеют целый ряд серьезных недостатков. Прежде всего они, вмещая единовременно до 20—25% суточной переработки батареи, чрезвычайно громоздкие сооружения. Работа на них требует, далее, затраты значительных количеств топлива на длительный обогрев громадных количеств нефти, медленно проходящей через батарею. Это длительное нагревание Н. до 300—400° невыгодно еще в одном отношении: оно вызывает частичное разложение углеводородов нефти, значительно повышающее выход на малоценные остатки от перегонки Н. (гудрон). Все эти недостатки устранены в новейших нефтеперегонных установках—трубчатых батареях, или трубчатках, получающих за последнее время все более и более широкое распространение в нефтепромышленном деле. Наиболее существенными частями всякой трубчатки являются: 1) трубчатая печь для обогрева быстро проходящей по ее трубам Н. и 2) ректификационная колонна (одна или несколько), в которой происходит разделение различных нефтепродуктов, к-рые образуются при перегонке. Трубчатая печь представляет собою систему горизонтально расположенных разделенных на секции и соединенных между собою труб, по к-рым несколько подогретая предварительно (до 100—105°) Н. движется в направлении снизу вверх навстречу опускающимся топочным газам. В новейшем типе трубчатой печи Фостера, наиболее распространенном в США, общая длина всех труб нагревателя достигает 710 *м* при внутреннем диаметре 8,9 *см*. Время пребывания в ней Н. не превышает 19 мин., так что скорость прохода в нек-рых частях нагревателя более 1 *м/сек*. За указанное время $t°$ Н. успевает подняться почти до 400°, и с этой $t°$ Н. поступает в нижнюю эвапорационную часть ректификационной колонны. В печи особо заложен также пароперегреватель в виде 20 труб длиною каждая 5,5 *м* и диам. 5 *см*. В одном из новейших типов трубчатой установки Фостер-Уилера ректи-

фикационная колонна представляет собою цилиндр 22,6 *м* высоты и ⌀ 1,98 *м*, к нижнему концу которого приклепан другой цилиндр 1,98 *м* высоты и ⌀ 0,84 *м*. В нижний цилиндр стекает остаток от перегонки, обрабатываемый здесь открытым перегретым паром; уровень этого остатка поддерживается особым аппаратом (контролер Фишера), избыток же его отводится в трубчатого типа подогреватель свежей нефти. Верхний большой цилиндр, собственно ректификационная колонна, содержит 34 колпачковых тарелки. Шесть из них расположены в нижней эвапорационной части колонны ниже ввода нефти, подаваемой насосом из трубчатой печи. Остальные 28 тарелок расположены выше ввода Н. в колонну и разделены на несколько секций соответственно получаемым дистиллатам. Наиболее легкая часть нефти—пары газолина—вместе со всем водяным паром поднимаются до самого верха колонны, проходят отсюда в пародистиллатный трубчатый подогреватель, состоящий из концентрически расположенных труб; по межтрубному пространству проходят пары, здесь же они конденсируются; по внутренним трубам идет холодная нефть, получающая здесь первый подогрев (перед ее поступлением в трубчатую печь) за счет скрытой теплоты конденсации указанных паров. Сконденсировавшиеся пары газолина и воды направляются далее в охлаждаемые водою холодильники и затем на промывку. Что касается других фракций, получаемых с колонны, а именно керосина, газ-ойля и т. н. парафиновых дистиллатов, кристаллизующихся и некристаллизующихся, то они отводятся из колонны в виде конденсатов с особо устроенных промежуточных тарелок, расположенных на различной высоте. Емкость описанной трубчатки 440 *т* сырой нефти; ее размеры определяются размерами трубчатой печи (5,5 × 5,9 × 6,8 *м*), колонны и других приспособлений (холодильников, подогревателей и проч.), составляющих принадлежность также и кубовых батарей. Расход пара здесь составляет лишь 6% от переработанной нефти; расход топлива 2,5%. Через каждые 75 дней установка останавливается для чистки и ремонта примерно на 2 дня.

Очистка сырых нефтепродуктов, получаемых в результате перегонки Н., для большинства дистиллатов слагается из двух последующих операций: 1) обработки серной к-той—кислотная очистка и 2) обработки щелочью—щелочная очистка. Заводская очистка керосина совершается в двух расположенных на открытом воздухе, одна выше другой, мешалках, представляющих собою железные резервуары с конич. дном и спускным краном, емкостью до 300 *т* каждая (см. *Керосин*, фиг.). Кислотные мешалки, для предохранения их стенок от действия кислоты, обкладываются изнутри листовым свинцом. В кислотную мешалку подают сначала керосиновый дистиллат, а затем для подсушки его примерно $^1/_5$ ч. потребной серной кислоты, к-рые перемешиваются в течение получаса посредством сильной струи воздуха. После отстаивания кислотный слой спускают, подают свежую к-ту (остальные $^4/_5$) и вновь перемешивают смесь $1^1/_2$ ч. Отстоявшийся кислотный слой (кислый гудрон) спускают в гудронные ящики, дистиллат же, очищенный кислотой, переводят в щелочную мешалку для обработки его водным раствором едкого натра. После перемешивания и после осаждения щелочного раствора, последний спускают в резервуары для щелочного отброса; он идет далее на получение мылонафта и нафтеновых кислот, верхний же, керосиновый слой перекачивается на 2—3 дня в отстойные резервуары. Способ перемешивания воздухом, весьма удобный для очистки керосина, совершенно не применим для очистки газолина, так как в этом последнем случае потери от улетучивания становятся слишком значительны. Во избежание этих потерь при очистке газолина применяются либо механическое перемешивание, либо большие центробежные насосы, перекачивающие непрерывно жидкость из конца конуса мешалки в верхнюю ее часть. Во всех этих случаях действие мешалки—периодическое. Современная техника кислотной очистки все более и более стремится однако и здесь перейти на принцип непрерывной работы. Для непрерывной очистки легких нефтепродуктов можно пользоваться например системой последовательно соединенных между собой цилиндров, частью пустых для отстаивания, частью наполненных реагентами примерно на одну треть их емкости. Очищаемый нефтепродукт вводится в цилиндры в нижней их части, разбивается здесь при помощи особых приспособлений (перегородки с мелкими отверстиями, небольшие вспомогательные насосы и т. п.) на мелкие пузырьки, проходит через реагент (серную к-ту, едкий натр и др.), через выводную трубу в верхней части цилиндра переходит в нижнюю часть следующего цилиндра и т. д. Скорость движения нефтепродуктов д. б. невелика, особенно в отстойных цилиндрах (не больше 0,3 *м/мин.*). Продолжительность соприкосновения нефтепродукта с реагентами в зависимости от его удельного веса и других качеств, колеблется от 18 до 36 минут; продолжительность нахождения в отстойных цилиндрах—от 18 минут до 1 часа. Смена отработанных реагентов происходит путем включения запасных цилиндров или иными способами, обеспечивающими непрерывность работы установки.

Для очистки нек-рых легких нефтепродуктов иногда недостаточно применения лишь серной кислоты и едкого натра. Таков например *бензин-крекинг* (см.); таковы же бензины, богатые сернистыми соединениями. В этих последних случаях кроме, а иногда вместо, серной кислоты применяются и другие реагенты, как то: щелочной раствор окиси свинца (плумбит), раствор гипохлорита (хлорноватисто-натриевой соли) и др., при помощи которых удаление сернистых соединений достигается легче и полнее. Способы применения этих реагентов те же, как серной к-ты и щелочи. Наконец еще реже для очистки легких нефтепродуктов, например керосина, применяются твердые адсорбенты (флоридин и др.), после чего керосин совершенно теряет свой специфический неприят-

ный запах; фильтрация нефтепродукта происходит в высоких колоннах (фильтрах), наполненных адсорбентом.

Основные операции очистки масляных дистиллатов для получения смазочных и других масел те же самые, что при очистке керосинового дистиллата — обработка серной кислотой и щелочью. Однако в этих случаях очистка более длительна, требует подогрева и последующей промывки чистой водой (паровой). Она производится поэтому уже не под открытым небом, как очистка керосина, а в специальных помещениях маслоочистительных отделений в мешалках, расположенных террасообразно и снабженных змеевиками для ввода пара. Для очистки напр. машинного дистиллата его сначала обезвоживают, нагревая закрытым паром до 60—80°. Вода, содержащаяся в дистиллате, отстаивается и спускается, после чего дистиллат перекачивают в самую верхнюю, кислотную, мешалку. Дав дистиллату несколько остыть (до 40°), прибавляют $^1/_2$% (от обрабатываемого продукта) серной к-ты, перемешивают струей воздуха в течение часа, дают к-те отстояться и спускают ее. Затем добавляют 2—$2^1/_2$% к-ты и перемешивают 2—3 часа. Для ускорения последующего процесса отстаивания образовавшегося кислого гудрона в конце предыдущей операции прибавляют ~ 5% конденсированной воды, останавливают приток воздуха, к-рым производилось перемешивание, дают осесть кислому гудрону (6—8 часов) и спускают его. Кислое масло переводится затем самотеком в натровую мешалку и нейтрализуется здесь слабым раствором едкого натра (примерно 3% NaOH) до ясной реакции на фенолфталеиновую бумажку. При этом образуется эмульсия, для разделения к-рой в нее пропускают открытый или закрытый пар, так что смесь снова нагревается примерно до 80°. Теперь масло легко отслаивается, щелочной раствор оседает на дно и спускается из мешалки. После щелочной промывки масло всегда содержит в растворе некоторое количество нафтеновых мыл, которые удаляют двух- или трехкратной промывкой масла паровой водой в новых мешалках с обогревом для ускорения отслаивания. Остается последняя операция— просушка масла: его спускают в сушильные чаны и продувают воздухом, который уносит последние следы влаги. Хотя описанный метод и является типичным для очистки масляных дистиллатов, тем не менее в некоторых отдельных случаях здесь допускаются существенные отклонения. Так например, при очистке того же масляного дистиллата для получения т. наз. paraffinum liquidum, вместо обыкновенной серной кислоты, употребляется дымящая в количестве до 50% от веса дистиллата; это количество разделяется на 10—12 отдельных, последовательно вводимых порций. За кислотной очисткой и в данном случае следует щелочная, затем обработка отбеливающей землей (флоридин и друг.) для полного обесцвечивания продукта и наконец фильтрация через плотную ткань для отделения мельчайших частиц порошка, оставшегося в масле во взвешенном состоянии. Очистка других масляных дистиллатов по своей сложности и количеству применяемой серной кислоты занимает место между описанными случаями. Необходимо отметить однако, что кроме очистки дистиллатов в современной технике получения смазочных масел, особенно масел высокой вязкости (цилиндровые и т. п.), широко применяется также очистка масляного полугудрона, т. е. остатков, получаемых после отгонки легких масел, взятых из какого-либо среднего куба масляной батареи. Так получаются например наши бакинские вискозины и эмбинские вапора (см. *Масла смазочные*). Соответствующие масляные остатки (полугудроны) очищаются известным количеством серной кислоты, затем после тщательного отделения кислого гудрона без нейтрализации подвергаются обработке перегретым паром (для освобождения от следов серной к-ты) и наконец концентрируются до нужной темп-ры вспышки. Особенно хорошо разработана очистка (правильнее— переработка) полугудроновых масел, т. н. брайтстоков.

Исходным сырьем для получения брайтстоков служат Н. мало смолистые, с парафиновым основанием, особенно пенсильванские. От них отгоняют все легкие части, включая легкие парафинистые дистиллаты и получают так называемый cylinder stok как остаток с последнего куба масляной батареи или как продукт, получаемый из эвапоратора при перегонке на трубчатке. Этот остаток подвергают прежде всего однократной кислотной очистке, после чего для окончательного удаления смол приводят его во взаимодействие с отбеливающей землей. Эта последняя операция производится в несколько приемов, а именно: 1) тщательное перемешивание масла с адсорбентом (флоридин и т. п.); 2) нагревание смеси, производимое в трубчатой печи, до 190—250°; 3) перемешивание нагретой смеси при помощи острого пара; 4) прибавление к смеси бензина для облегчения последующего фильтрования и 5) фильтрование на фильтр-прессах. В результате перечисленных операций масло резко меняет свой цвет, но сохраняет, вследствие присутствия парафина, высокую $t^{\circ}_{заст.}$. Для освобождения от парафина масло снова смешивается с бензином; подвергается затем кристаллизации при низких темп-рах (25—30°) и поступает на центрифуги Шарплеса для отделения от парафина. Для получения брайтстока необходимо далее отогнать от масла бензин и сконцентрировать остаток до требуемой вязкости или вспышки.

Основными массовыми продуктами переработки нефти являются: *бензин* (см.), *керосин* (см.), *масла смазочные* (см.) и *мазут* (см.) топливный и смазочный. Сюда надо присоединить также некоторые специальные продукты, вырабатываемые нефтяной промышленностью в значительно меньшем количестве, таковы напр. *нафтеновые кислоты* (см.), *вазелин* (см.), *парафин* (см.) и др. При выработке этой продукции получается небольшое количество продуктов сравнительно малоценных; таковы напр.: гудрон масляный, гудрон кислый, отчасти нек-рые

малоценные дистиллаты, напр. соляровый и т. п. Нефтяная промышленность старается по возможности утилизировать и эти продукты, хотя бы как топливо. Так например, из гудрона и солярового дистиллата готовят смесь, удовлетворяющую норме на топливный мазут, и т. п. Однако в этой области утилизации отбросов сделано пока еще очень немного, и при современных масштабах нефтяной промышленности вопросы утилизации их представляют собой обширное и благодарное поле для исследовательской работы.

Лит.: Гурвич Л. Г., Научные основы переработки нефти, 2 изд., М.—Л., 1925; Белл А. В., Америк. методы переработки нефти, перевод с англ., М.—Л., 1925; Стрижов И. Н., Америк. нефтеперегонные заводы, М.—Л., 1929; Справочник по нефтяному делу, ч. 1—3, Москва, 1925; Журналы: «НХ» и «АзНХ»; Добрянский А. Ф., Анализ нефтяных продуктов, М.—Л., 1925; Gross R., A Handbook of Petroleum, Asphalt a. Natural Gas, 2 ed., Cansas City, 1928; Brooks B. T., Chemistry of the Non-Benzenoid Hydrocarbons, a. Their Simple Derivatives, New York, 1922; Aschan O., Naphtenverbindungen, Terpene u. Campherarten, B., 1929; Day D. T., Handbook of the Petroleum Industry, v. 1—2, N. Y., 1922; Engler C. u. Höfer H., Das Erdöl, seine Physik, Chemie, Geologie, Technologie u. sein Wirtschaftsbetrieb, B. 3, Lpz., 1911.

С. Наметкин.

Геология Н. Происхождение Н. точно не установлено. По этому вопросу существует много различных теорий, к-рые можно разделить на две основные группы: теории неорганич. происхождения и теории органич. происхождения. Среди теорий первой группы известностью пользуется теория Менделеева, объясняющая происхождение углеводородов, входящих в состав Н., взаимодействием в недрах земли водяных паров и карбидов металлов. В последнее время большинство исследователей сходится на том, что исходным материалом для образования Н., равно как и ее спутника—горючего углеводородного газа—явились остатки растительной и животной жизни минувших геологич. эпох. В пользу теории органич. происхождения говорит кроме других аргументов совместное нахождение в осадочных породах нефти и ископаемых флоры и фауны. Можно думать, что организмы, погребенные в морях под более молодыми отложениями, изолированные от влияния воздуха и защищенные от обычных процессов гниения соленными морскими водами, подвергались медленному разложению, в результате к-рого получилась Н. Этому процессу образования Н. из растительных и животных организмов могли способствовать, по одному взгляду, высокие $t°$ и давления, имевшие место в зонах образования Н., по другому мнению,—действие бактерий и связанные с последним химич. реакции (биохимич. теория). Однако не весь органич. материал, погребенный в осадочных породах, превращается в Н., и не везде эти породы могут заключать в себе залежи Н.

Для образования Н. и нефтяных залежей требуются прежде всего определенные условия отложения органич. и минерального материала, т. е. определенные фациальные условия. Н. образуется гл. образом в областях мелководных морей или же в областях лагун и заливов, где погребение органич. материала под последовательными слоями более молодых осадков происходит быстрее, чем в открытом и глубоком море. Илистые массы, заключающие в себе органич. вещество, под воздействием высоких давлений уплотняются и переходят в мало пористые породы—глины и глинистые сланцы, Н. же благодаря сильному сокращению вмещающего ее пористого пространства вынуждена перемещаться в породы с более постоянной и устойчивой емкостью, каковыми являются пески, песчаники, известняки. Для удержания Н. в том или другом пористом пласте необходимо, чтобы пласт обладал надежной непроницаемой покрышкой, иначе Н. может перемещаться дальше. В горизонтально залегающих или мало дислоцированных пластах Н. обычно распределяется на значительной площади, не образуя заметных скоплений. Если же нефтеносные пласты образуют складки, крылья к-рых обладают известными наклонами, то в таких случаях создаются условия, способствующие перемещению Н. в пределах пласта в определенных направлениях и ее концентрации. Н. в силу меньшего уд. в (по сравнению с уд. в. сопровождающей ее воды) стремится занять доступную ей возможно более поднятую часть пласта, оставляя для воды пониженные места. Чем меньше площадь поднятия и чем обширнее окружающее ее понижение, тем при прочих равных уловиях более сконцентрированная, более насыщенная нефтью может быть залежь. Тектоническими, или структурными, формами, благоприятными для образования промышленных залежей Н., являются купола, антиклинальные и моноклинальные складки. В таких структурах Н. обычно залегает в наиболее поднятых сводовых частях.

Часто нефтяные месторождения отмечены поверхностными нефтепроявлениями, по к-рым можно судить о присутствии в недрах нефтяной залежи. Для образования поверхностных признаков нефтеносности д. б. налицо необходимые для этого условия, т. е. или д. б. обнажены вскрытые денудацией нефтеносные пласты, из головной части к-рых Н. могла бы выступать на поверхность, или должен проходить сброс, к-рый на глубине рассекает нефтеносные пласты и дает возможность Н. подняться по сбросовой трещине, или же в залежи д. б. настолько сильное давление, чтобы могла быть прорвана лежащая над нею толща пород. В этом случае из залежи истекают струи газа, к-рые могут увлекать с собою Н. и при подходящих условиях воду и глинистую грязь, если только вода и глина залегают выше газо-нефтеносного пласта. При излиянии глинистых масс на поверхности образуется конус т наз. грязевого вулкана (грязевой сопки или сальзы). Если Н. выходит на поверхность без воды, она обычно или сгущается и превращается в густую гудронообразную массу или, пропитывая окружающие пески, образует киры. Когда Н. выходит на поверхность вместе с водою, то она обычно сохраняет б. или м. жидкий характер, плавая на поверхности воды или в виде слоя или в виде ирризирующих пленок. Чтобы установить, действительно ли данные пески пропитаны или только окрашены Н., производится экстрагирование битума раствори-

телями (бензином, бензолом, хлороформом). В случае присутствия битума растворитель окрашивается в чайно-желтый или темно-бурый цвет. Иногда пленки, плавающие на поверхности воды, ошибочно принимают за нефтяные, тогда как они м. б. окислами железа. Чтобы установить происхождение такой пленки, достаточно разбить ее на части. Нефтяная пленка распадается при этом на округлые маслянистые пятна, железистая же пленка расколется на полигональные куски с резко очерченными краями. Не всегда горючий газ является углеводородным и связанным с нефтью. Чтобы отделить углеводородный газ от также горючего сероводорода, нужно испытуемый газ пропустить через раствор уксуснокислого свинца, который поглотит H_2S; если прошедший через раствор газ сохранит свои горючие свойства, то это будет говорить за то, что данный газ—углеводородный. Не всегда нефтяное месторождение обладает поверхностными нефтепроявлениями. Нефтяное месторождение, даже очень богатое, если только его площадь не подверглась в достаточной степени воздействию денудационных процессов, может совершенно не иметь выходов Н.

Нефтесодержащими породами, т. е. нефтяными резервуарами и коллекторами, являются главн. обр. пески, песчаники и известняки. Величина пористости этих пород, и в зависимости от этого их нефтеемкость, изменяется как для отдельных пород, так и для одной и той же породы в горизонтальном и вертикальном направлениях. Средняя пористость нефтеносных песков заключается в пределах 10—25%, максимальная же доходит до 40—50%. Нефтяные залежи встречаются в осадочных слоях самого разнообразного возраста: от силурийских до третичных. Что касается географич. распределения нефтяных месторождений, то хотя признаки Н. имеются и в очень многих местах, промышленные залежи Н. встречаются в сравнительно немногих районах.

Первое место по добыче Н. занимают США. В Канаде, хотя бурение на Н. началось уже давно, добыча Н. не достигла значительных размеров. Промышленным районом с регулярной добычей является Онтарио, где наибольшее количество промышленной Н. было получено из известняков Onondaga (девон). На Аляске Н. обнаружена также в весьма ограниченных количествах. Очень богатым оказалось побережье Мексиканского залива, где нефть залегает в меловых известняках Tamasopa и в отложениях олигоцена; промышленные залежи приурочены к антиклинальным складкам и куполам. В США можно выделить следующие нефтеносные районы: Аппалачский, Лима-Индиана, Иллинойс, Мид-Континент, побережье Мексиканского залива (Тексас, Луизиана), Скалистые горы и Калифорния. Нефтеносные отложения относятся к различным возрастам от нижнего силура до верхнетретичного, но большая часть промышленной нефти поступает из каменноугольных, меловых и третичных слоев. В Кентукки и нек-рых других штатах промышленное значение имеют девонские отложения, в Лима-Индиана—ордовичские слои нижнего силура (Trenton rock), в Аппалачском районе и Среднем Континенте — каменноугольные песчаники, на побережьи Мексиканского залива и в Калифорнии—меловые и третичные пески. Месторождения США приурочены к весьма различным структурным формам—от мало заметных ондуляций Аппалачского района до отчетливо выраженных куполов и антиклиналей с круто падающими крыльями побережий Мексиканского залива и Тихого океана. В Ю. Америке повидимому существуют большие возможности широкого развития нефтепромышленности. В последнее время здесь сильно выдвинулась Венесуела, заняв в мировой добыче второе место; Н. залегает здесь в меловых отложениях. Кроме Венесуелы в промышленных количествах Н. получается в Колумбии, Перу, Аргентине и Экуадоре.

В З. Европе в наиболее значительных количествах Н. добывается в Румынии и Польше (Галиция), сравнительно немного Н. дают Германия, Франция, Чехо-Словакия и Италия. В. Европа гораздо богаче Н.; месторождения Кавказа поставили СССР в мировой добыче на третье место. В Румынии Н. залегает в эоцене и миоцене; структура нефтяных месторождений очень сложна. В Галиции (Польша) наиболее продуктивные площади сосредоточены в ее восточной части; Н. залегает в третичных и меловых отложениях. В Германии ведется разработка нефтяных залежей, относящихся по возрасту к верхней юре. В Эльзасе (Франция) Н. залегает гл. обр. в отложениях третичного и отчасти мезозойского возраста. Нефтяные залежи месторождений Италии приурочены к третичным отложениям.

В СССР главная добыча Н. сосредоточена на площадях Кавказских месторождений: Бакинских, Грозненских и Кубано-Черноморских, из к-рых исключительными по богатству являются районы Бакинский и Грозненский. В Бакинском районе добыча нефти ведется на площадях: Балаханской, Сабунчинской, Раманинской, Сураханской, на Биби-Эйбате, в Бинагадах, в Шубанах, в Пута и на о-ве Артема. Основные залежи приурочены к т. н. «продуктивной свите» плиоцена. Тектоника бакинских месторождений представлена преимущественно антиклинальными складками. Благоприятные результаты получены при разведочном бурении в Нефтечала (близ устья р. Куры) и на Карачухуре (близ Сураханов). В Грозненском районе разрабатываются три площади: Старо-Грозненская, Ново-Грозненская и Вознесенская. Н. залегает в спаниодонтелловых и в чокракско-спириалисовых слоях (миоцен). Строение промысловых площадей — антиклинальное. Удачные результаты были получены при разведке около г. Молгабек и на землях сел. Бековичи на Терском хребте. В Кубано-Черноморском районе промышленная добыча велась на многих площадях: Нефтяно-Ширванской (Майкопской), Калужской, Ильско-Холмской, Крымско-Кудакинской. Более богатой оказалась майкопская рукавообразная залежь легкой Н., к-рую в последнее время удалось проследить на большом протяжении. Н. этого района залегает в майкопских слоях

верхнего олигоцена. Кроме основных нефтедобывающих районов Европ. части СССР следующие районы являются пока еще только разведочными районами: Керчь (третичные отложения), Тамань (третичные отложения), Ухта (девон), Приволжский район (пермские отложения), Уральский район, Чусовские Городки (пермо-карбон), Кахетия и Гурия (третичные отложения). Из разведочных районов подают большие надежды Уральский район, охватывающий обширную площадь на западном склоне Урала, и Ширакская степь в Кахетии.

В Азии добыча Н. производится в Азиат. части СССР, Персии, Ост-Индии, Брит. Индии, Брит. Борнео (Саравак), Японии, Ираке (Месопотамия). В Азиат. части СССР добыча Н. имеет место в Урало-Эмбенском районе (Казакстан), в Ферганском районе (Узбекистан), в Туркменистане и на о. Сахалине. Районом разведочного характера пока является Камчатка. Н. везде залегает в третичных отложениях, за исключением Урало-Эмбенского района, где она залегает в юрских слоях. Нефтеносные площади последнего района связаны с соляными куполами. В Урало-Эмбенском районе добыча Н. имеет место на площадях: Доссор, Макот, Новобогатинск. Месторождений недостаточно разведанных имеется около 70, из них благоприятные показатели получены на Джаманагаче. В Ферганском районе промышленная разработка ведется на площади Чимион, Сель-Рохо (Санто). Недавно очень удачные результаты были получены при бурении в Шур-Су. В Туркменистане производится добыча в небольших размерах на о. Челекене и на Нефтяной горе. Разведочное бурение намечено на ближайшее время в Чигишлярском районе, где есть ряд подающих надежды нефтепроявлений. На о. Сахалине обнаружено несколько нефтеносных площадей: Оха, Эхаби, Пильтун, Нутово, Боатасин, Катангли и др. Разработка в промышленном масштабе ведется пока лишь на одной площади—Охинской, где одновременно работают японские концессионеры и государственный трест. Персия занимает в мировой добыче четвертое место, следующее за СССР. Нефтяные месторождения расположены на южном и западных склонах Персидского плато; нефть залегает в миоцене. В Ост-Индии месторождения Н. находятся на о-вах Борнео, Суматра, Ява. Нефтеносные горизонты залегают в третичных слоях. В Брит. Индии главным промышленным районом являются Бирма и Ассам. Н. залегает в антиклиналях и куполах, сложенных «серией Пегу» (миоцен и олигоцен). Главные нефтяные районы Японии находятся в провинциях Ечиго, Шинано, Акита, Тотоми, Хоккаидо и на о. Формозе. Н. в Японии связана везде с третичными отложениями и залегает в антиклинальных складках; 90% всей добычи Японии дают Ечиго и Акита. В Месопотамии (Ирак) нефтяные месторождения находятся по нижнему течению рр. Тигра и Евфрата в вилайетах Мосул, Багдад и Басра. Н. залегает в миоценовых отложениях. Африка по добыче нефти занимает очень скромное место. В настоящее время нек-рое количество Н. дает Египет на площадях, расположенных вдоль Красного моря, и кроме того немного Н. дают Алжир, Тунис и Марокко. Н. египетских месторождений залегает в миоцене, а также и в мезозойских отложениях.

Австралия и Ново-Зеландия подают сравнительно немного надежд на развитие нефтедобычи. Острова Тихого океана, сложенные вулканическими породами или коралловыми известняками, находятся в условиях, мало благоприятных для образования нефтяных залежей.

В табл. 1 приведены цифры запасов Н. для отдельных стран и районов, по данным геологич. учреждения США, опубликованным в 1920 г. Новых более современных данных по всем странам мира пока нет.

Табл. 1.—Запасы нефти в отдельных странах и районах.

Страна или район	Относ. значение	Запас Н. в млн. баррелей
США и Аляска	1,00*	7 000
Канада	0,14	995
Мексика	0,65	4 525
Сев. часть Ю. Америки (включая Перу)	0,82	5 730
Юж. часть Ю. Америки (включая Боливию)	0,51	3 550
Алжир и Египет	0,13	925
Персия и Месопотамия	0,83	5 820
Ю.-в. часть СССР, с.-з. Сибирь и Кавказ	0,83	5 830
Румыния, Галиция и З. Европа	0,16	1 135
Сев. часть СССР и Сахалин	0,13	925
Япония и Формоза	0,18	1 235
Китай	0,20	1 375
Индия	0.14	995
Вост. Индия	0,43	3 015
Всего	6,15	43 056

* Запасы США и Аляски приняты за единицу.

Кроме того к данному подсчету д. б. прибавлены по странам, не вошедшим в приведенный список, около 20 билл. баррелей.

Разведка. Для определения нефтяного притока и для выяснения промышленного значения нефти необходимо нефтеносный пласт вскрыть буровой скважиной. Вопрос о том, где д. б. заложена такая скважина, решается путем предварительного геологич. исследования данной площади при помощи разведочных работ. Разведочные работы необходимы тогда, когда нет достаточного количества обнажений коренных пород, по к-рым можно было бы составить разрез отложений, принимающих участие в строении месторождения, и выяснить тектонику последнего. Если покров наносов сравнительно невелик, задача вскрытия коренных пород м. б. разрешена неглубокой разведкой, которая заключается в производстве расчисток обнажений коренных пород, в проведении канав, шурфов или скважин (ручным способом). Когда наносы невелики и падение слоев крутое (свыше 50°), проводят канавы; при пологом падении—шурфы; при более значительных наносах—неглубокие скважины. Расстояние между шурфами выбирается в зависимости от того, требуется ли получить непрерывный разрез или разрез приближенный—прерывный. Определять элементы ис-

тинного залегания в шурфах очень удобно путем графич. построения при помощи диаграммы Смита. При разведке неглубоким бурением часто приходится определять элементы залегания по трем скважинам. Для этого можно пользоваться графич. построением и пропорциональным делением (способ, предложенный В. Н. Вебером). При значительных наносах приходится прибегать к более глубокому, так наз. структурному бурению. Бурение в особенности дает хорошие результаты, когда в проходимых породах будут встречаться хорошо отграничиваемые (ориентировочные) горизонты, по к-рым можно сравнивать между собою отдельные разрезы. В результате разведочных работ по материалам, даваемым шурфами и скважинами, можно составить разрез отложений данной площади и геологич. карту.

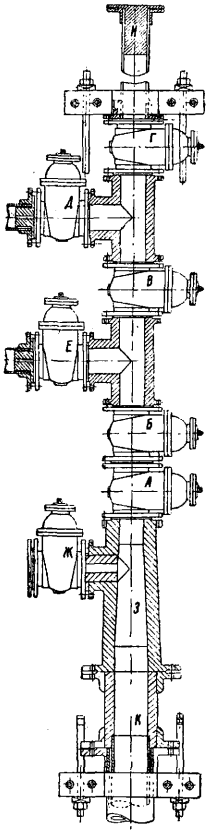
При очень мощных наносах или при отсутствии в вскрываемых отложениях ориентировочных горизонтов применяют геофизические методы разведки, которые дают возможность по различию некоторых физических свойств горных пород устанавливать тектонику исследуемой площади. Гравиметрический метод разведки имеет своей непосредственной задачей, определение изменений в нормальном распределении силы тяжести, к-рые производит тело, имеющее плотность, отличную от плотности окружающей среды. Для исследования гравитационного поля пользуются крутильными весами Этвеша или т. наз. гравитационным вариометром (см. *Гравиметрия*). Путем соединения на карте точек с одинаковым градиентом силы тяжести получается карта изогам. Такая карта при надлежащей геологич. интерпретации позволяет определить формы и условия залегания пород, отличающихся от других своим уд. весом. Напр. гравитационный вариометр может установить присутствие куполов и антиклиналей, если ядра складок и куполов сложены более плотными породами. Магнитометрический метод основан на различии содержания в горных породах парамагнитных минералов. При этом методе определяются магнитными вариометрами горизонтальные и вертикальные составляющие земного магнетизма в различных точках площади, а также углы склонения и наклонения. Применение данного метода оказалось удачным при открытии соляных штоков, так как соль диамагнитна, а окружающие шток породы в большей или меньшей степени парамагнитны. Сейсмометрический метод основан на различной упругости горных пород и на обусловливаемых ею различных скоростях упругих волн. При исследованиях этого рода сейсмич. волны создаются искусственными взрывами, и время их распространения регистрируется сейсмографом. Из электрометрических методов один основан на определении разности потенциалов в различных точках поля и построении затем изопотенциальных линий, другие же—на различной электропроводности горных пород. Радиометрический способ, основанный на различии радиоактивности горных пород, в нефтяной практике пока еще не получил применения.

Когда закончено геологич. картирование месторождения, сопровождавшееся разведочными работами или геофизич. исследованиями или теми и другими вместе, можно, зная тектонику площади, выбрать наиболее подходящее место для закладки глубокой разведочной скважины. Таким местом естественно является наиболее поднятая часть структуры, например сводовая часть антиклинали или купола. При асимметричных антиклинальных складках скважину следует закладывать не на своде, а отступя от него, вниз по падению пологого крыла. При разведке месторождения глубоким бурением следует закладывать не одну, а несколько скважин, которые контролировали бы друг друга и освещали бы различные части разведываемой площади. В этих случаях скважины рационально располагать или одним или несколькими рядами, в зависимости от структуры проводимыми вкрест простирания слоев. Для глубокого бурения применяется гл. обр. вращательное бурение колонковым буром. Разведочное бурение для своего успешного выполнения требует постоянного геологич. наблюдения и руководства, иначе оно может не оправдать своего назначения. Разведка месторождения продолжается и во время эксплоатационного периода. По материалам, даваемым эксплоатационным бурением, можно составлять структурные карты тектонич. рельефа отдельных горизонтов, которые позволяют по мере разработки все более уточнять представление о тектонике месторождения, о контуре площади, о верхней границе краевой воды и т. д. Кроме того в течение периода разработки геолог должен составить эксплоатационные кривые, по к-рым можно следить за правильностью принятых расстояний между скважинами, т. е. за правильностью разработки данной площади, и вести учет запасов Н., остающихся в недрах месторождения.

Лит.: Голубятников Д. и др., Нефть и озокерит, «Естественные производит. силы России», т. 4, вып. 22, П., 1919; Богданович К. И., Очерк месторождений нефти и других битумов, ч. 1, П., 1921; Калицкий К., Геология нефти, П., 1921; Крег К., Поиски нефти, пер. с англ., М.—П., 1923; Амброз А. В., Подземные условия нефтяных месторождений, пер. с англ., М.—П., 1923; Лейбензон Л. С., О кривых эксплоатации нефтяных скважин в связи с подземными условиями нефтяных месторождений, «Нефт. и сланц. хоз.», М.—Л., 1924, т. 6, *1*; Нефтяные месторождения Союза ССР, Справ. по нефтяному делу, т. 1, М., 1925; Миронов С. И., Нефть, Обзор минеральных ресурсов СССР, вып. 28, Л., 1925; Косыгин А. И., О подсчетах запасов нефти месторождений Бакинского района, «НХ», 1926, т. 10, *2*; его же, Приближ. аналитич. выражение для кривых падения дебита нефтяных скважин, там же, т. 10, *3*; Хагер Д., Практическая геология нефти, перевод с англ., М.—Л., 1926; Билибин В. В., Исчисление остаточной добычи нефти из скважин Бакинского района, Баку, 1927; Архангельский А. Д., Условия образования нефти на Сев. Кавказе, М.—Л., 1927; Блюмер Э., Нефтяные месторождения. Основы геологии нефти, перевод с нем., М.—Л., 1929; White D., The Petroleum Resources of the World, «The Annals of the American Academy of Political a. Social Science», Philadelphia, 1920, *1468*; Panyity L. S., Prospecting for Oil a. Gas, N. Y., 1920; «Petroleum a. World Industry», N. Y., 1930. **А. Косыгин.**

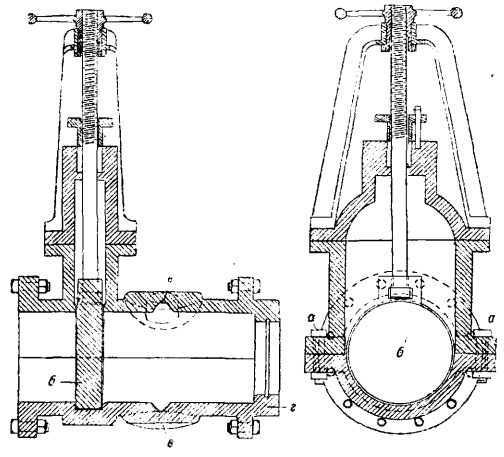
Добыча Н. Извлечение Н. из недр на поверхность производится различными способами, выбор которых зависит от целого ряда технич., геологич. и экономич. факторов. Основной горной выработкой при эксплоатации нефтяного месторождения является

буровая скважина (см. *Бурение*), вскрывающая нефтяной пласт, подлежащий разработке. Приток Н. к забою скважины обусловливается главн. образом энергией сжатого под большим давлением и растворенного в нефти газа, который, при нарушении равновесия в пласте скважиной, в силу создавшейся разности давлений выходит из растворенного состояния, устремляется к зоне с наименьшим давлением—скважине и, расширясь при этом, увлекает за собой нефть. Этому движению способствует также статическ. давление свободного газа, имеющегося в пласте, и иногда гидростатич. напор воды, подстилающей нефтяную залежь. Когда скважина вскрывает свежий или мало разработанный нефтяной пласт, давление в нем бывает так велико, что энергии сжатого газа хватает не только для продвижения Н. к забою скважины, но и для подачи ее на поверхность. Скважина фонтанирует нефтью и газом.



Фиг. 10.

Фонтаны бывают открытые и закрытые. Условия рациональной эксплоатации нефтяного месторождения требуют обязательного закрытия фонтанов и урегулирования их струй, т. к. при этом получается возможность свести потери Н. и газа к минимуму, значительно уменьшается опасность в пожарном отношении и создается некоторое искусственное противодавление на пласт, позволяющее получить более спокойную фонтанную струю и предохранить скважину от поломок, смятий труб, образования песчаной пробки и прочих эксплоатационных затруднений. Оборудование для закрытия фонтанных скважин состоит обычно из ряда стальных тройников и задвижек солидной конструкции, рассчитанных на большое давление, доходящее до 130 *atm* и выше. На фиг. 10 изображено типичное оборудование фонтанной скважины в Сураханах. Последние две колонны труб посредством двух стальных фланцев и патрубка *К* соединяются с тройником-переводником *З*, к которому присоединен ряд 150-*мм* задвижек и тройников. Вначале задвижки *Д*, *Е* и *Ж* закрыты, а все остальные открыты. Для закрытия фонтана закрывают задвижку *Г* и открывают задвижку *Ж*, направляя струю в отводящую линию. Для предохранения задвижки *Г* от изнашивания сверху ее устраивается буфер *И* (деревянная пробка со стальной крышкой над ней), после чего задвижка *Г* открывается и струя ударяет в буфер. Нижние задвижки *А*, *Б*, *В* служат запасными на случай износа верхней арматуры и необходимости смены ее. Для регулирования дебита фонтана и создания противодавления в скважине на отводящих линиях за задвижками устанавливают штуцера из закаленной стали с диам. отверстий 6—50 *мм*. В Америке для регулирования скважин, фонтанирующих под высоким давлением, употребляют более сложные комбинации труб, задвижек и соединительных частей, устанавливаемых на устьи скважины. При невозможности закрыть забивший фонтан обычными способами часто прибегают к помощи колпака Мортенсона (фиг. 11). Корпус колпака состоит из

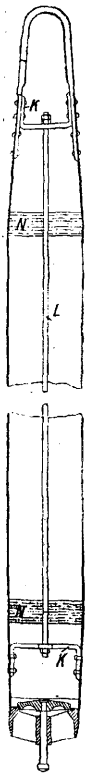


Фиг. 11.

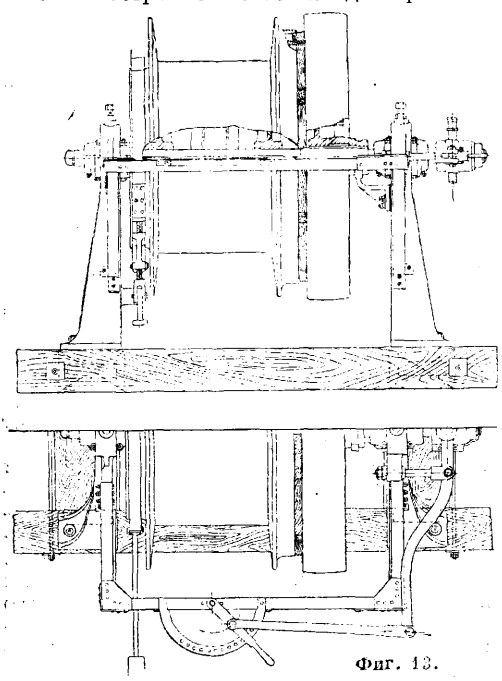
двух половин, к-рые одеваются на обсадные трубы сбоку при убранном диске задвижки и соединяются болтами *а* на месте. Муфта обсадной трубы помещается между боковыми отверстиями *в* в корпусе колпака и заплечиком *г*, к-рый удерживает задвижку от движения вверх. Для герметичности в заплечике имеется круговая проточка для сальника. После установки колпака осторожно закрывают задвижку *б*, направляют струю в отверстие *в* и сверху ставят обычное фонтанное оборудование. Кпд фонтанов в смысле использования энергии в пласте невелик; по данным различных авторов он колеблется в пределах 10÷20%. Когда давление в пласте, в результате истощения газовой энергии, значительно падает, скважина перестает фонтанировать и переводится на один из способов механизированной эксплоатации: 1) тартание (желонкой или поршнем); 2) подъем при помощи сжатого воздуха или газа (аэролифт и газлифт); 3) откачка глубокими насосами (индивидуальными или от группового привода).

Тартание является одним из старых способов эксплоатации скважин и заключается в откачке жидкости из скважины желонкой, опускаемой в скважину на стальном канате при помощи тартального барабана. Желонка (фиг. 12) представляет собой удлиненное ведро, склепанное из листового (желоночного) железа толщиной в 1,5—2,25 *мм* и снабженное вверху дужкой для прикрепления к канату, а внизу—тарельчатым клапаном с пикой. Верхняя и нижняя конич. части желонки соединяются со сред-

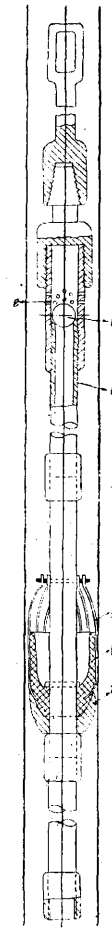
ней частью кольцами N на заклепках и стянуты стержнем L и скобами K. Желонки изготовляются также со сварными швами. Наивыгоднейший диаметр желонки, на основании опытов инж. Л. Б. Красина, определяется из ф-лы: $d=0{,}7D$, где D—диаметр обсадных труб и d—диаметр желонки. При увеличении диаметра желонки сильно увеличиваются гидравлич. сопротивления в скважине. Для увеличения емкости желонки увеличивают ее длину l, так как последняя почти не влияет на гидравлические сопротивления. Употребительные размеры желонок: $d=12\div25$ *см* и $l=10\div13$ *м*. В случае искривления скважины, когда длинная жесткая желонка не проходит, употребляют шарнирную желонку, состоящую из 2—3 коротких звеньев, соединенных шаровыми шарнирами. При тартании применяются канаты диам. 12,5; 15,6; 18,8 *мм* из стальной (тигельной стали) проволоки толщиной 1,8—2 *мм*; канат состоит из 6—8 прядей, каждая в 6—7 проволок, при одном пеньковом сердечнике. Проволока д. б. высокого качества с временным сопротивлением на разрыв 140—180 *кг/мм²* и удлинением 4—5%. Канат перекидывается наверху вышки через тартальный шкив диам. в 1 500 *мм* и наматывается на тартальный барабан, установленный в откосе вышки. Имеется несколько конструкций барабанов. На фиг. 13 приведен барабан системы бывшего Бакинского машиностроительного завода с ременной



Фиг. 12.


Фиг. 13.

передачей. Шкив сидит свободно на валу, тогда как барабан заклинен на нем шпонками. Сцепление производится при помощи деревянных фрикционных колодок клинообразной формы, прикрепленных к шкиву системой рычагов. Для опорожнения желонки над устьем скважины устанавливают тартальный чан — ящик с задвижкой над обсадными трубами, ударяясь о к-рую клапан. желонки поднимается и желонка опоражнивается. Жидкость из тартального чана по жолобу идет в отстойные чаны (мерники) и отсюда далее к месту сбора. Тартание является весьма неэкономичным способом добычи. Кпд тартальной установки часто не превышает 7,5% (опыты инж. Красина), причем с увеличением глубины скважины кпд уменьшается, т. к. значительная доля энергии тратится на перемещение мертвого груза. Низкий кпд, потребность в больших диаметрах скважины для опускания желонки, большая затрата энергии и обслуживающего персонала на каждую буровую, а также большие потери газа от улетучивания и Н. от разбрызгивания—все это делает тартание слишком дорогим и нерациональным способом эксплоатации, благодаря чему оно повсеместно почти нацело заменено откачкой *глубокими насосами* (см.). При поршневом (шомпольном) тартании желонка заменяется поршнем («свабом»). Сваб (фиг. 14) состоит из трубы малого диаметра *а* с укрепленными на ней двумя-тремя резиновыми манжетами *б*, входящими в железный или медный стакан *г*; поверх манжет надета предохранительная металлич. сетка *в*. В одном из соединений труб устанавливается шариковый клапан *д*, выше к-рого расположена перфорированная трубка *е*. Сваб работает в специальных «шомпольных» трубах с гладкими стенками, опускаемых в скважину. При движении сваба вниз клапан поднимается, и жидкость проходит через отверстие в верхнем патрубке в шомпольные трубы. За каждый ход поршня поднимается количество жидкости, соответствующее погружению поршня, т. е. вес столба жидкости, находящейся над манжетами. В некоторых конструкциях свабов вместо шарикового клапана устраивается нижний тарельчатый клапан типа желоночного. Остальное оборудование при поршневом тартании то же, что и при тартании желонкой.

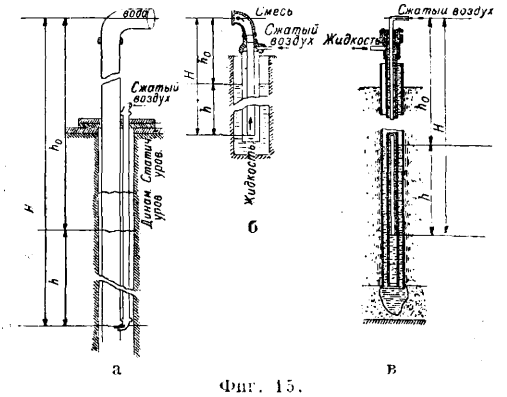


Фиг. 14.

Применение сжатого воздуха для добычи нефти получило наибольшее распространение в скважинах с высоким уровнем жидкости, особенно в скважинах с большим дебитом воды (см. *Аэролифты*). В зависимости от способа расположения воздушных и подъемных труб в скважине, различают три системы аэролифта: система Поле

(фиг. 15а); система Саундерса (фиг. 15б) и центральная система (фиг. 15в). На бакинских нефтяных промыслах распространена главн. обр. система Саундерса; на америк.— общепринята центральная система: система Поле применяется гл. обр. для целей водоснабжения.

Теоретич. обоснование работы аэролифта впервые было разработано проф. Лоренцом



Фиг. 15.

в 1909 г. Основное ур-ие Лоренца для работы аэролифта при нек-рых упрощениях имеет следующий вид:

$$v_0 p_0 \ln \frac{p_1}{p_0} = h_0 G + G \int_A^B dh_r, \qquad (1)$$

где v_0—наименьший объемный расход воздуха в секунду для подачи требуемого объема воды v в $м^3$; p_0—давление атмосферы в $кг/см^2$; p_1—давление воздуха у входа в подъемную трубу в $кг/см^2$; h_0—высота подачи в $м$ (от уровня жидкости до устья подъемной трубы); G—вес подаваемой воды в $кг$; h_r—потерянный напор в подъемной трубе в $м$. Определение значения $\int dh_r$ является основной задачей расчета аэролифта. До настоящего времени эта задача полностью не разрешена, и в практич. деятельности для расчетов пользуются рядом эмпирич. ф-л и таблиц различных авторов. Наиболее близкой к действительным условиям работы аэролифта в глубоких скважинах является формула, предложенная проф. Р. М. Андерсоном:

$$V_0 = k \frac{h_0}{23 \lg \frac{h+10}{10}}, \qquad (2)$$

где h_0—высота подъема в $м$, h—глубина погружения в $м$, V_0—необходимый для работы аэролифта расход воздуха в $м^3/сек$, k—эмпирич. коэф., определяемый из ф-лы

$$k = 2{,}17 + 0{,}0164 h_0. \qquad (3)$$

На основании ф-лы Андерсона этот коэф. равен обратной величине кпд, т. е.

$$\eta = \frac{1}{k}. \qquad (4)$$

Коэф. этот уменьшается по мере увеличения высоты подъема, и при больших глубинах общий кпд всей установки $\eta_{экон.}$ не превышает 6—10%. Для подсчета количества воздуха необходимо определение глубины погружения и диаметра труб. На основании опыта инж. Г. Н. Сорокер (Баку) для определения h—наивыгоднейшей глубины погружения—предложил следующую эмпирическую формулу (все величины даны в $м$):

$$h = 0{,}3 h_0 + 70; \qquad (5)$$

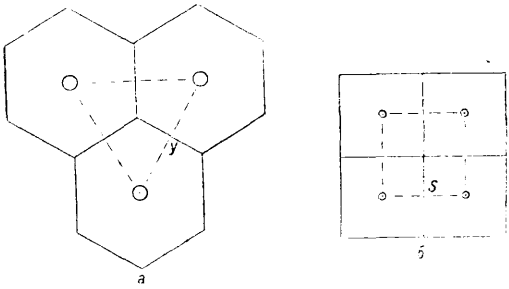
пределом h нужно считать $h_{min} = 0{,}10H$, где $H = h_0 + h$, когда подачи жидкости не будет; наивыгоднейшим погружением можно считать $h = (0{,}4 \div 0{,}5)H$. Для диаметров подъемных труб им предложены следующие величины: для подачи в минуту 15÷35 $л$—38 $мм$; для подачи 50÷175 $л$—63 $мм$ и 250÷350 $л$—100 $мм$. Приведенные данные для расчета аэролифта нужно однако считать весьма приближенными.

Подача воздуха к аэролифту осуществляется обычно компрессорами высокого давления (до 40 atm), двухступенчатыми, производительностью от 9 до 14 $м^3/мин$. Расход электроэнергии при работе такого компрессора от электрич. мотора составляет 35 000—45 000 kWh в месяц. Распределение воздуха от компрессорной станции производится двумя способами: а) воздух поступает в одну общую магистраль (обычно ⌀ в 100 $мм$); от магистрали идут ответвления (⌀ = 31÷38 $мм$) к отдельным скважинам, причем регулирование подачи производится вентилями на ответвлениях; б) воздух подается по самостоятельным линиям (⌀ = 31÷38 $мм$) к каждой буровой. В Бакинском районе применяется почти исключительно второй способ. Недостатками аэролифта являются: высокая стоимость первоначального оборудования; возможность применения его исключительно в скважинах с высоким уровнем жидкости; низкий кпд; образование трудноразрушимых эмульсий в присутствии воды и наконец выдувание легких составных частей Н. воздухом и неизбежная потеря добываемого газа, вследствие чего понижается ценность Н. В виду этого аэролифт за последнее время на промыслах Америки и СССР вытесняется *газлифтом* (см.).

При всех описанных методах добычи Н. неизбежно сопровождается тем или иным количеством нефтяного газа. Количество выделяющегося газа в $м^3$ на $т$ добываемой Н. (в Америке—количество фт.^{3} газа на баррель Н.) называется газовым фактором. Газовый фактор в различных месторождениях и при различных условиях добычи изменяется в широких пределах от 30—40 до 600—800 $м^3$ и более на $т$ Н. Вся жидкость, получаемая из скважин, поступает в траппы, откуда газ направляется на *газолиновый завод* (см.) или на хозяйственные нужды, а нефть через мерники по системе сборных линий—в промысловые *нефтехранилища* (см.).

Основной проблемой при разработке каждого месторождения является наивыгоднейшее размещение скважин на площади и порядок ввода их в эксплоатацию, т. е. выбор системы эксплоатации. Различают три след. системы эксплоатации: а) сплошную, когда все максимально возможное (экономически) число скважин на данный пласт вводят в эксплоатацию одновременно; б) ползущую (по простиранию, по падению или по восстанию), когда разработка пласта ведется параллельными рядами скважин, и в) сгущающуюся, когда пло-

щадь постепенно уплотняется за счет бурения новых скважин в пространстве между скважинами, пробуренными ранее. Твердых научных обоснований для выбора той или иной системы до сих пор еще не имеется. Для равномерности дренирования пласта при любой системе эксплоатации скважины на площади стремятся располагать в вершинах равносторонних треугольников (фиг. 16*а*), величина стороны к-рых (расстояние между скважинами) зависит от уплотненности площади скважинами. Расстояние это y (в *м*) можно выразить формулой $y \cong \frac{338}{\sqrt{x}}$, где x—степень уплотнения, или количество скважин на условную единицу площади, обычно 10 *га*. Максимально допустимая степень уплотнения, или минимально допустимое расстояние между скважинами, зависит от



Фиг. 16.

ряда геолого-физич. факторов, обусловливающих степень отдачи пласта, а также от ряда экономич. факторов, как то: стоимость бурения и эксплоатации, рыночная цена на Н. и пр. В Америке принята квадратная сетка размещения скважин (фиг. 16*б*), причем для наивыгоднейшего расстояния S между скважинами в последнее время был предложен ряд формул. Новейшая из них, ф-ла Phelps'а, имеет вид:

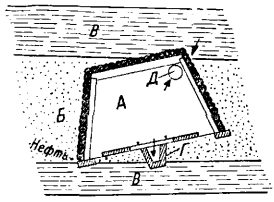
$$S = k\sqrt[3]{\frac{RC}{V}},$$

где k—коэф., равный 61,11÷63,5, S—расстояние между скважинами в фт.; R—радиус действия дренажа скважины в фт.; C—стоимость бурения скважины; V—ценность возможной добычи с акра площади. Все эти ф-лы в виду чрезвычайной сложности учета условий в пласте являются только весьма приблизительными.

Все описанные выше методы эксплоатации предусматривают использование естественной энергии сжатого газа в пласте. Добыча этими методами обычно не превышает 15—30% запаса Н. в пласте. При истощении энергии прибегают к применению искусственных методов для вытеснения остаточной Н. из пласта. Сюда относятся: а) вакуум-процесс; б) восстановление давления в пласте путем нагнетания в пласт сжатого воздуха или газа—метод Smith-Dunn (по имени инженеров, применявших этот метод впервые), или «Мариетта-процесс» (по имени местности в Америке, где метод впервые был применен); в) вытеснение Н., нагнетаемой в пласт водой,—метод Бредфорда (по имени промыслов в Америке, где этот метод получил широкое распространение). В а к у у м-п р о ц е с с заключается в создании искусственной разницы давлений в пласте и в скважине вакуум-насосами, отсасывающими из пласта остаточный газ и пары Н. Разрежение в скважинах на практике не превышает 363—410 *мм* рт. ст. Увеличение добычи при этом достигалось в отдельных случаях до 70% (Америка). При м е т о д е «М а р и е т т а» одна или несколько скважин на промысле выбираются для нагнетания в пласт воздуха или газа, прочие же скважины эксплоатируются обычными методами (газлифт, глубокие насосы). При этом необходима тщательная герметизация всех скважин. Распределение буровых—от $2^1/_2$ до 5 продуктивных на одну воздушную. Сжатый воздух или газ из компрессора по 25—50-*мм* трубам нагнетается в пласт, причем расход воздуха колеблется в пределах 141÷566 $м^3$ в сутки на скважину (данные американской практики) в зависимости от характера пласта. Расход энергии выражается в среднем в 1,25 HP на одну буровую скважину. Метод этот получил широкое применение в Америке; в СССР были только попытки применения его в Раманах (Баку) и в Старо-Грозненском районе, причем в обоих случаях метод дал удовлетворительные результаты в смысле увеличения добычи. Дополнительная добыча Н. при этом методе иногда достигает 15—30%. Метод Б р е д ф о р д а заключается в искусственном обводнении пластов с использованием гидростатич. напора нагнетаемой в пласт воды для вытеснения нефти. Существуют несколько систем обводнения: а) к р у г о в а я, где на группу в 4—5 скважин одна, находящаяся в центре группы, используется как водяная; б) л и н е й н а я, когда скважины расположены рядами (по квадратной сетке), причем первый ряд—водяной, следующий—насосный, к-рый становится водяным по мере обводнения этого ряда, и т. д.; в) т р е у г о л ь н а я, или «интенсивная», когда ряды водяных и насосных скважин чередуются (при треугольной системе размещения скважин) и обводнение производится одновременно по всей площади. Напор воды при методе Бредфорда поддерживается ~ 23 *кг/см²*. Средняя скорость продвижения воды в пласте ~ 15 *м* в год и больше, в зависимости от структуры песков. При расстоянии между скважинами около 45 *м* для вымывания этого расстояния требуется иногда 2—3 г. Продуктивные скважины обращают в водяные, когда отношение объема воды к объему Н. достигает 30. Обводнение начинается обычно с границы нефтеносности и идет к центру площади. Этот метод дает иногда 12—20% первоначального запаса. За последнее время для лучшего вытеснения нефти, прилипшей к зернам песка, начинают применять нагнетание в пласт раствора соды (Na_2CO_3) в пропорции 40—70 англ. фн. соды на баррель воды. Благоприятными условиями для применения этого метода являются: пологое падение пластов, равномерная величина зерен песка и крупнозернистость его и малая вязкость Н.

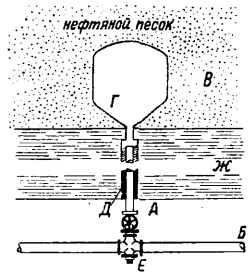
В нек-рых случаях, когда по технич. или экономич. соображениям дальнейшая разработка месторождения скважинами становит-

ся нерентабельной, может быть применена шахтная разработка. Последний метод пока получил широкое применение в месторождении Пешельбронн (Эльзас - Лотарингия) и частично в Витце (Ганновер). В Пешельбронне шахта диам. 4 *м* проводится до нефтяного пласта. Скорость проходки шахты 20—30 *м* в месяц. От шахты в плоскости пласта проходит ряд горизонтальных выработок-галлерей *А* (фиг. 17). *Б*—дренируемый песок, *В*—пласты мергеля, *Г*—канавка для стока Н., *Д*—вентиляционная труба. Работа во избежание искрообразования допускается только врубовыми молотками. Сечение галлерей — 5 *м*². Продуктивность такой галлереи в среднем 11 *т* с *п. м.* Наиболее ответственной задачей является вентиляция шахты. Во избежание образования взрывчатых смесей воздуха с имеющимся в месторождении газом необходимо весьма тщательно регулировать количество воздуха. Соотношение добычи в Пешельбронне примерно следующее: скважинами добыто 17%; стекание в галлереи—43%; вываривание из песков на поверхности—32%; потери—8%.



Фиг. 17.

Более современным методом шахтной добычи является метод, предложенный америк. инж. Ренни. По этому методу шахта проводится до подстилающей или перекрывающей нефтеносный пласт породы. На фиг. 18 приведено схематическое расположение выработки, где *А*—горизонтальная выработка, идущая по пустой породе. Вдоль выработки идут сборные линии труб *Б*. Через каждые 3 *м* по непроницаемому пласту *Ж* бурятся малые скважины до нефтеносного пласта *В*; в забое пробуренной скважины вырабатывается полость *Г*; в скважинах заделываются герметически (на сальниках) 50-*мм* трубы *Д* от крестовин *Е* на сборных линиях, так что пласт непосредственно с галлереей не сообщается, а вся добыча поступает в трубы. В шахте устанавливается мощный насос, который обслуживает всю систему, часто до 10 000 означенных скважин. Здесь же устанавливаются и сепараторы для разделения нефти, газа и песка. Метод этот более безопасен, чем пешельброннский. Благоприятными условиями для применения метода являются: нефтяной песок (незатопленный) большой мощности и наличие плотных пород, покрывающих или подстилающих нефтяной пласт. Стоимость такой шахты в Америке равна приблизительно стоимости пяти буровых скважин глубиной около 1 500 *м*. За последние годы запатентован ряд других методов рудничной разработки нефтяных пластов, отличающихся от описанных выше системами дренажа пласта из основной подземной выработки (патенты Rich, Wright и др.). В СССР рудничные методы пока не получили распространения, не считая примитивной кустарной добычи Н. из неглубоких колодцев, до сих пор сохранившейся в ряде бакинских месторождений, поблизости от выходов нефтяных пластов на поверхность.



Фиг. 18.

Лит.: Глушков И. Н., Эксплоатация буровых скважин, 2 изд., М.—Л., 1923 (устар.); Эксплоатация нефтяных скважин, под ред. В. Делова и Н. Кулакова, М.—Л., 1929; Справочник по нефтяному делу, т. 1, М., 1925; Сюмен Д., Методы добычи нефти, т. 2, пер. с англ., М.—Л., 1924; Юрен Л., Современные методы добычи нефти, перевод с англ., М.—Л., 1928; Вопросы рациональной разработки и охраны залежей нефти, Баку, 1927; Льюис Дж., Способы увеличения добычи из нефтяных песков, пер. с англ., Баку, 1923; Ренни Л., Метод подземной разработки нефтяных пластов, «АзНХ», 1926, *2*; Mason, Регулирование фонтанирующих нефтяных скважин, перевод с англ., «Нефт. и сланц. хоз.», Москва, 1924, *9*; Багдасаров В., Закрытая эксплоатация фонтанных скважин, «АзНХ», 1927, *11*; Сорокер, К расчету воздушного подъемника, там же, 1924, *10*; Садовников Г. Ф., Опыт повышения производительности скважин путем накачивания воздуха в нефтяной пласт, там же, 1928, *6—7*; Смирнов Н. Н., Методы определения расстояния между скважинами, «Нефт. и сланц. хоз.», М., 1925, *2*; Притула А. Ф., Как извлекается нефть из недр земли, М.—Л., 1925 (попул.); Френкель И. В., Эксплоатация буровых скважин, М.—Л., 1927 (попул.); Uren L. C., A Textbook of Petroleum Production Engineering, 5 ed., New York, 1924; Ivens E. M., Pumping by Compressed Air, New York, 1920.

И. Муравьев.

Экономика и статистика. В части добычи нефтяная промышленность относится к добывающей промышленности, в части же переработки Н.—к обрабатывающей. Крупнокапиталистич. нефтяная промышленность существует с 1859 г., когда в США началось механическое бурение глубоких скважин. Спустя 13 лет начала развиваться крупнокапиталистич. нефтяная промышленность в России (1872 г.). Кустарная добыча нефти из мелких колодцев и скважин известна с глубокой древности. Керосин, к-рый начали вырабатывать из Н. еще до 1859 г., быстро вытеснил с рынка все другие осветительные продукты минерального, животного и растительного происхождения, а в дальнейшем нефтяная промышленность выдвинула ряд новых продуктов (низкокипящее горючее для двигателей взрывного типа, высококипящее горючее для дизелей, котельное жидкое топливо), приобретших исключительно большое значение в современной материальной культуре и придавших столь же большое значение нефтяной промышленности. В настоящее время основные виды товарной продукции нефтяной промышленности следующие: керосин, горючее для автомобилей, тракторов, дизелей, смазочные масла, котельное топливо. Темп развития мировой нефтедобычи виден из табл. 2.

Добыча Н. в США и в России начала довольно быстро развиваться, причем в пределах США район добычи распространялся в направлении с востока на запад, совпадая с основным направлением колонизации и освоения североамериканского континента. В 1929 г. добыча Н. в США велась уже в 19 штатах из общего числа 48. Как распространялась добыча Н. в США, видно например из табл. 3, показывающей, в каком году добыча по отдельным штатам превысила 1 млн. баррелей (около 150 тыс. *т*) в год.

Табл. 2.—Мировая добыча нефти (в млн. *m*).

Годы	1859	1860	1870	1880	1890	1900	1910	1920	1921
Добыто Н.	0,0	0,1	0,7	3,9	9,8	19,6	42,5	87,3	96,5
Годы	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930
Добыто Н.	120,4	141,9	141,6	148,5	152,3	171,8	183,4	208	203

По размерам добычи на первом месте с 1859 г. до настоящего времени (с перерывом только на 3 года, 1892—1901, когда на первое место

Табл. 3.—Добыча нефти в США.

Штаты	Годы	Штаты	Годы
Пенсильвания	1861	Иллинойс	1906
Огайо	1885	Канзас	1904
З. Вирджиния	1890	Тексас	1901
Калифорния	1895	Оклагома	1904
Кентукки и Тенесси	1904	Уайоминг	1911
Индиана	1893	Луизиана	1904
		Монтана	1921

выдвинулась Россия) стоят США, доля которых в мировой добыче Н. на протяжении 1920—30 гг. остается почти на одном и том же уровне приблизительно около 70%. Динамика добычи Н. в России указана ниже. В табл. 4 приведены данные, характеризующие размеры добычи в отдельных странах в *m* в 1929 г.

Табл. 4.—Добыча нефти в отдельных странах.

Страны	Добыча в 1929 г.		Общая добыча до 1929 г.		Дата (год) первой зарегистрирован. добычи
	в млн. *m*	в % общ. добычи	в млн. *m*	в % общ. добычи	
США	137,8	66,9	1678,1	64,93	1859
Венесуела	20,0	9,7	55,6	2,11	1917
СССР	14,2	6,9	336,0	13,00	1863
Персия	6,2	3,1	47,2	1,83	1913
Мексика	6,8	3,3	237,1	9,17	1901
Ост-Индия	5,1	2,5	58,4	2,22	1893
Румыния	4,6	2,2	45,9	1,78	1857
Колумбия	2,8	1,4	8,9	0,34	1922
Перу	1,8	0,9	14,6	0,56	1896
Тринидад	1,2	0,6	9,1	0,35	1908
Аргентина	1,3	0,6	8,9	0,34	1907
Брит. Индия	1,2	0,6	27,9	1,08	1889
Борнео (Саравак)	0,7	0,4	5,8	0,22	1913
Польша	0,7	0,4	30,5	1,18	1874
Япония	0,3	0,1	8,4	0,33	1875
Египет	0,3	0,1	2,7	0,10	1911
Эквадор	0,2	0,1	0,5	0,02	1921
Сев. Сахалин (СССР)	0,2	0,1	0,4	0,02	1925
Канада	0,2	0,1	4,0	0,15	1862
Ирак	0,1	—	0,2	0,01	1927
Германия	0,1	—	2,9	0,11	1889
Франция	0,1	—	0,8	0,03	1918
Чехо-Словакия	0,01	—	0,2	0,01	1919
Италия	0,006	—	0,2	0,01	1860
Проч. страны	0,004	—	0,2	0,01	—
Всего	205,9	100	2584,5	99,91	—

Из табл. 4 видно, что свыше 1 млн. *m* в год добывалось в 12 странах. Восемь наиболее крупных производителей (США, Венесуела, СССР, Персия, Мексика, Румыния, Ост-Индия и Колумбия) вместе добывают 96% мировой добычи, а США, Венесуела и СССР—83%. Ограниченность мировых запасов нефти имеет до известной степени условное значение, т. к. непрерывно продолжающиеся в широком масштабе разведочные работы до сих пор неизменно сопровождались открытием новых нефтяных районов. В особенности наглядно это выявляется в отношении США, где, несмотря на то, что с 1920 г. предсказывается нефтяной голод, не только бурно растет добыча, но и разведанные ресурсы и степень обеспеченности значительно возросли с 1920 г. Ограниченность нефтяных ресурсов следует рассматривать прежде всего как мотивировку экспансии империалистических держав в колониальные и полуколониальные нефтяные районы.

Во всех нефтедобывающих районах земного шара, исключая СССР, господствующее положение занимает англо-америк. нефтяной капитал, причем в огромном большинстве районов работает как английский, так и американский капитал: англ. капитал представлен преимущественно трестом Шелл, а американский трестом Стандарт-Ойль. Эти монополистич. группы находятся между собой в непрерывной борьбе, причем борьба идет как за источники сырья, так и за рынки сбыта. Периодически заключаются соглашения на основе достигнутого равновесия сил, но вследствие неравномерности развития добычи Н., равновесие нарушается, а вместе с ним и соглашение. Нефтяная политика империалистич. держав неразрывно связана с борьбой между монополистич. нефтяными трестами Шелл и Стандарт и с борьбой одного из них или обоих с третьими силами. Англо-американские тресты особенно используют стоящие за ними правительства при борьбе за источники нефтяного сырья, в связи с чем значительное развитие получила концессионная нефтяная политика. Целый ряд государственных переворотов в Мексике был вызван тем либо другим из боровшихся за нефтяные концессии нефтяных трестов. Национализация нефтеносных недр в Мексике в 1917 г. привела к разрыву дипломатич. отношений между США и Мексикой, ликвидированному только после уступок со стороны Мексики уже в 1928 г. В Венесуеле после упорной борьбы между трестами с 1927 г. достигнуто известное равновесие сил. В Колумбии англо-америк. капитал, как и в Мексике, встречает сопротивление со стороны национальной буржуазии, неспособной однако пока самостоятельно разрабатывать нефтяные районы. В капиталистич. нефтедобывающих странах восточного полушария наряду с англо-американским капиталом незначительную роль играет национальный капитал (Румыния, Польша). В Румынии с конца войны 1914—18 гг. до 1928 г. буржуазия вела по отношению к иностранному капиталу довольно агрессивную политику, но вызванный этим кредитный зажим заставил изменить курс, и изданный в марте 1929 г. новый горный закон уже не содержит прежних ограничений. Юж. Пер-

сия является оплотом Британского империализма, между тем как нефтяные районы С. Персии, бывшие в 1920—25 гг. объектом напряженной концессионно-политич. борьбы, еще ждут разработки. Длительная борьба за месторождения Месопотамии (Мосула) привела пока к отторжению Мосула от Турции в пользу Ирака (1925 г.) и к разделу концессии между англ., америк. и франц. группами (1926 г.). Борьба за советские нефтяные районы велась в самых разнообразных формах, начиная от военной оккупации и интервенции в Закавказьи (1918—1919 гг.) и кончая концессионно-политич. борьбой на мирных конференциях вплоть до Генуи (1922 г.). Борьба за рынки сбыта в наиболее ожесточенных формах ведется в Азии, где крупные, гл. обр. керосиновые, рынки поделены между Шеллом и Стандартом и где периодически встает вопрос о переделе. Особенно острые формы приняла борьба вокруг советской нефти на европ. рынках (см. ниже). Непрерывная ожесточенная борьба за источники нефтяного сырья и рынки сбыта объясняется несомненно также и тем огромным значением, которое имеют нефтепродукты в военном деле.

Наиболее высокую технич. базу имеет нефтяная промышленность США. По америк. подсчетам имущество мировой нефтепромышленности (включая также цену нефтеносных земель) оценивается ок. 13 млрд. долл., из к-рых 80% падает на США. Более высокий коэф. капиталоемкости в США объясняется более глубокой переработкой Н. в США. Продукция бензина в США по отношению к переработанной сырой Н. составляет в 1930 г. уже 40% (по весу), причем почти 40% всей продукции бензина составляет крекинг-бензин. Распределение капитала по отраслям нефтяного дела в США, по америк. расчетам, характеризуется нижеследующими цифрами (в %):

Промыслы	48,2
Нефтеперерабатывающие з-ды	24,1
Нефтепроводы	9,6
Нефтеналивные суда	5,2
Нефтеналивные ж.-д. цистерны	3,3
Нефтеторговое имущество	9,6

С 1926 г. (с открытием новых богатых районов) в США началось перепроизводство нефти, которое приняло исключительно острые формы в связи с мировым хозяйственным кризисом. Новые районы в Калифорнии, Тексасе и Оклагоме дают очень дешевую нефть и могли бы удовлетворять ею всю потребность США в нефти. Чтобы остановить падение цен и предупредить разорение нефтедобывающих предприятий в старых, менее производительных районах, в США, под давлением правительства, делаются попытки к заключению соглашений на длительный срок о замедлении темпа разработки новых районов. Высокая производительность новых районов несколько уравновешивается большей глубиной залегания Н. Увеличение глубины бурящихся новых нефтяных скважин в США характеризуется данными табл. 5, а величина проходки бурением на 1 000 *m* добычи указана в табл. 6.

Но благодаря увеличению среднего дебита новых скважин, количество необходимого бурения сокращается.

Табл. 5. — Глубина новых скважин в США (в *м*).

Районы \ Годы	1924	1925	1926	1927	1928	1929
Оклагома	751	778	784	919	798	915
Канзас	657	712	678	739	717	799
С. Луизиана и Аркансас	649	694	613	687	788	733
С. Тексас	539	587	584	623	576	568
Весь Мид-Континент	664	678	660	744	—	712

Табл. 6. — Величина проходки бурением, падающей на 1 000 *m* добычи из новых скважин в США (в *м*).

Районы \ Годы	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929
Оклагома	800	600	760	810	225	638	318
Канзас	2 410	950	690	1 075	1 010	1 000	380
С. Тексас	420	445	685	900	405	337	338

В связи со сдвигами в экономике добычи и переработки нефти цены на нефтепродукты на рынке США, определяющем уровень мировых цен, резко снизились (табл. 7).

Табл. 7. — Цены на нефтепродукты в США (в центах за галлон).

Нефтепрод. \ Годы	1925	1926	1927	1928	1929	1930 6 мес.
Бензин	15,33	13,63	9,14	10,15	10,0	9,67
Керосин	5,66	8,01	5,85	6,23	7,13	6,33
Газойль	4,88	5,33	4,31	3,90	3,97	3,8
Машинное масло	15,20	12,26	10,68	9,67	9,68	9,3
Мазут (за барр.)	150	143	134	78	73	75

Добыча Н. в СССР. Кавказские месторождения Н. и в особенности месторождения Апшеронского полуо-ва по величине отдачи нефти на единицу поверхности не имеют себе равных во всем мире, что объясняется большой насыщенностью и очень большим числом продуктивных пластов, залегающих один под другим. В связи с этим величина проходки бурением на определенное количество добычи и находящаяся в зависимости от этого стоимость добычи в несколько раз ниже, чем в других странах. В дореволюционной русской нефтяной промышленности иностранный капитал играл решающую роль, контролируя около 70% всего капитала, составлявшего около 365 млн. рублей. Здесь был представлен англ. капитал (в лице треста Шелл) и франко-бельгийский капитал, американский же капитал почти отсутствовал. Уже после национализации америк. капитал в лице треста Стандарт-Ойль скупил аннулированные Советским правительством акции т-ва бр. Нобель. Рекордная добыча Н. в России за весь дореволюционный период была в 1901 г. (11,68 млн. *m*), после чего начался упадок. Образование на внутреннем рынке тайного нефтеторгового синдиката привело к значительному подъему цен, к техническому застою, который задержал разведку более глубоких горизонтов и усилил недостаток Н., что в свою очередь еще увеличило цены; в этом же направлении действовала и политика правительства, задержавшего выпуск земель в разведку и в эксплоатацию. Национализацией нефтяной

промышленности (1918—20 гг.) открывается новая эра в кавказской нефтяной промышленности. Восстановительный период переходит здесь в реконструктивный раньше, чем в какой бы то ни было другой отрасли советского хозяйства. Рационализация бурения (введение американского вращательного бурения) позволила бурить на большую глубину и вскрыла крупные новые ресурсы в пределах старых районов. Важнейшими качественными достижениями советской нефтяной промышленности являются: введение эксплоатации скважин насосами, введение вращательного бурения (табл. 8), повышение выхода бензина, реорганизация и быстрое

Табл. 8.—Бурение скважин в Бакинском и Грозненском районах в 1928—29 г. (в тыс. *м*).

Районы	Вращательное	Турбинное	Канатное	Штанговое	Всего
Бакинский	278,6	10,4	28,5	3,0	320,5
Грозненский	60,3	—	15,3	0,4	76,0

развитие газового хозяйства. В области нефтетранспорта—к 1930 г. проложены и введены в эксплоатацию два нефтепровода Баку—Батум и Грозный—Туапсе. В результате рационализации произошло огромное увеличение масштабов производства и снижение себестоимости. Выход бензина в Бакинском р. еще до введения крекинг-процесса повысился с 1% в 1913 г. до 7% в 1929 г. В настоящее время в СССР эксплоатируются нефтяные районы, добыча которых за 1913 и 1928/29 гг. указана в табл. 9.

Табл. 9.—Добыча нефти в эксплоатируемых районах СССР (в млн. *т*).

Районы \ Годы	1913	1927/28	1928/29
Бакинский	7,36	7,57	8,68
Грозненский	1,21	3,58	4,44
Урало-Эмбенский	0,12	0,25	0,26
Кубано-Черноморский	0,09	0,11	0,16
Узбекистанский	0,02	0,03	0,03
Туркменистанский	0,13	0,01	0,01
Сахалинский	—	—	0,02
Весь СССР	8,92	11,54	13,60

Когда после окончания гражданской войны на мировом рынке появилась советская Н., нефтеторговый капитал открыл ожесточенную кампанию против советского конкурента. Во главе этой кампании стоял англо-голландский нефтяной трест Шелл. С 1922 г. Шелл начал покупать советский керосин, руководствуясь гл. обр. стремлением снять его с рынка. Вскоре к нему присоединяется трест Стандарт-Ойль. С увеличением размеров советского нефтяного экспорта Шелл перешел к тактике бойкота, причем наиболее ожесточенная борьба падает на период после разрыва англо-советских отношений в мае 1927 г. Несмотря на номинальное присоединение некоторых америк. компаний к бойкоту, покупки советских нефтепродуктов америк. фирмами быстро увеличивались. Крах тактики бойкота нашел выражение в соглашении, заключенном в феврале 1929 г. в Лондоне между Нефтесиндикатом СССР и мировыми нефтяными группами. Кроме мировых нефтяных групп покупателями советских нефтепродуктов являются: 1) независимые нефтеторговые фирмы и 2) государственные потребители (министерства). Часть нефтепродуктов проводится через собственный распределительный аппарат советской нефтепромышленности за границей; в табл. 10 приведены данные об экспорте нефтепродуктов. Доля бензина в советском нефтеэкспорте в 1928/29 году достигла 30% против 17% в 1913 году, доля же керосина уменьшилась с 48% в 1913 году до 27% в 1927/28. Предстоящее огромное расширение внутреннего рынка, явившееся в результате курса на тракторизацию и автомобилизацию, а также и перспективы развития нефтеэкспорта сделали необходимым пересмотр нефтяной пятилетки.

Добыча на 1933 г. намечена в количестве 46 млн. *т*. Первоначальная пятилетка, которая предусматривала добычу в 1932/33 г. 21 млн. *т*, была выполнена как по Бакинскому, так и по Грозненскому районам—и в части добычи и в части переработки нефти—в $2^1/_2$ года (март—апрель 1931 года). Из новых районов по своему положению особого внимания заслуживает Уральский район, охватывающий Сев. и Средн. Урал. Пятилетний план предусматривает быстрый рост качественных показателей, в связи с чем стоит значительное снижение себестоимости. Скорость бурения должна возрасти по Бакинскому району с 81 в 1928/29 г. до 270 *м* в месяц на станок в 1932/33 г. В Грозненском районе за тот же срок—с 123 до 270 *м*. В связи с большой нагрузкой на новые районы предусмотрено огромное развитие разведочных работ—всего за 5 лет разведочное бурение должно составить $1^1/_2$ млн. *м*. Для получения потребных в 1933 г. 18 млн. *т* автотракторного горючего нужно усиленное применение крекинга, и в 1932/33 году продукция крекинг-бензина намечена в 8 млн. *т* из общей продукции в 12,2 млн. *т*.

Табл. 10.—Экспорт нефтепродуктов из России и СССР (в млн. *т*).

Годы	1913	1921/22	1922/23	1923/24	1924/25	1925/26	1926/27	1927/28	1928/29
Эксп.	0,95	0,14	0,33	0,75	1,38	1,51	2,08	2,79	3,63

Лит.: Пог Дж., Экономика нефти, Москва, 1924; Крейнин Г. и Рубинштейн Я., Экономика нефти, М.—Л., 1930; Шох П. и Богдановский С., Нефть в плане великих работ, М.—Л., 1929; Богдановский С., Основные проблемы экономики советской нефти, М.—Л., 1929; Справочник по нефтяному делу, ч. 2, М., 1925; Справочная книга по мировому нефтяному рынку, томы 1 и 2, М.—Л., 1930; Пятилетний план нефтяной промышленности, М.—Л., 1930; Обзор мировой нефтепромышленности за 1929 г. и нефтепромышленность СССР в 1928/29 г., М.—Л., 1930; Першке С. и Л., Русская нефтяная промышленность, ее развитие и современное положение в статистич. данных, Тифлис, 1913.

С. Богдановский.

НЕФТИ АРОМАТИЗАЦИЯ, см. *Нефти*.

НЕФТИ ПЕРЕРАБОТКА, см. *Нефти*.

НЕФТЯНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, см. *Нефти.*

НЕФТЯНОЙ ГАЗ, см. *Газ нефтяной.*

НЕФТЯНЫЕ КРАСКИ, минеральные краски, в к-орых связывающим веществом являются нефть или керосин, смешанные в горячем состоянии с олифой или льняным маслом. Для приготовления Н. к. в смесь минеральных красок с нефтью при темп-ре 250° прибавляют олифу. Н. к. применяются для окраски подводных частей морских судов для лучшего предохранения их от разъедания морской водой и от обрастания подводных частей. В керосиновых красках связывающим веществом является керосин, смешиваемый при $t°$ 275—350° со льняным маслом. Примесь керосина к художественным масляным краскам придает матовый тон живописи. Применяют Н. к. в малярном деле при окраске сырых помещений для предохранения стен от плесени. **С. Михайлов.**

НЕЧИСТОТЫ неканализованных владений, человеческие экскременты, моча и помои, собирающиеся в выгребах клозетов и помойниц. Н. неканализованных владений аналогичны сточным водам канализованных жилищ, состоящим из разжиженных экскрементов и мочи и из хозяйственных вод. Различие рассматриваемых Н. и сточных вод состоит в том, что а) по составу первые обычно концентрированнее вторых, б) Н., пребывая долгое время в выгребных ямах, сильно загнивают и в) сточные воды удаляются по трубам и каналам, между тем как Н. удаляются при посредстве «вывоза».

По физическому составу выгребные Н. подразделяются на: а) крупные твердые примеси, б) мелкие тяжелые примеси, в) взвешенные вещества, г) нечистотную жидкость. Крупными твердыми примесями в Н. являются тряпки, мочала, щепа, битое стекло, кухонные остатки, кал и проч. Количество их, задерживаемое на решетках при прохождении через последние со щелями в 10 *мм*, в среднем определяется в размере 2—2,5% от объема всего количества Н., при колебаниях от 1 до 4% в зависимости от местных условий. Мелкие тяжелые примеси имеют в своем составе главн. обр. песок и землистые вещества. Количество их для теплого времени года определяется в размере 1—1,5% от общего объема нечистотной массы. Под взвешенными веществами в данном случае понимаются все те вещества, к-рые после выделения из Н. вышеуказанных крупных твердых и мелких тяжелых примесей, выпадают из нечистотной жидкости при отстаивании ее в неподвижном состоянии или же при очень замедленном движении. При неподвижном состоянии нечистотной жидкости процесс выпадения из нее взвешенных веществ почти заканчивается в течение 3 ч. Получаемый при этом осадок или ил составляет по объему до 25% от всей нечистотной жидкости вместе со взвешенными веществами.

Химический состав нечистотной жидкости характеризуется данными табл. 1, где приведены (с округлением) средние результаты анализов проб, взятых на Семеновской сливной станции в Москве в 1915 и 1926 гг. и на Опытной биостанции в Москве в 1930 г. (в *мг/л*).

Табл. 1. — Химический состав нечистотной жидкости.

Наименование	Семеновская сливная станция	Опытная биостанция
Взвешен. вещества	14 600	25 000
Хлор	1 925	1 850
Окисляемость	1 050	700
Азот аммиачный	1 950	1 950

Сравнением приведенного состава нечистотной жидкости со средним составом московской канализационной жидкости устанавливаются нижеследующие коэф., характеризующие степень загрязнения Н. (см. табл. 2).

Табл. 2. — Сравнительный состав нечистотной жидкости.

Наименование	Состав нечистотн. жидк. (*a*) в *мг*	Состав моск. канализац. жидк. (*b*) в *мг*	Коэф. (*a*:*b*)
Взвешенные вещества	14 600	483,9	30
	25 600	483,9	52
Хлор	1 925	204,9	9
	1 850	204,9	9
Окисляемость	1 050	65,3	15
	700	65,3	10
Азот аммиачн.	1 950	92,8	21

Нормы накопления Н. В течение суток каждым жителем выделяется в среднем ок. 95 *г* плотных извержений (кала) и ок. 1 330 *г* жидких (мочи); годовое количество плотных извержений 35 *кг*, мочи 485 *кг*, всего 520 *кг*, что по объему составляет ок. 0,60 $м^3$. В обычных условиях в большинстве случаев сборниками Н. являются выгреба с проницаемыми для воды стенками и днищем, почему значительная часть жидких Н. просачивается в почву, так что вывозу бывает доступно лишь 10—15% от нормального накопления их.

Твердых норм в отношении помоев (хозяйственных вод неканализованных владений) не имеется; количества их сильно колеблются в зависимости от различных причин; в среднем можно принять накопление помоев по 3 *л* на 1 чел. в день. Наиболее целесообразным является установление для отдельных случаев средних норм накопления помоев путем наблюдения и подсчетов в практической обстановке.

Вред и опасность от Н. При неправильном собирании и хранении Н. они являются источником загрязнения воздуха, водоемов общего пользования и почвы. Н. служат местами кладки и выплаживания домашних мух, являющихся передатчиками целого ряда заразных начал и многих инфекционных заболеваний (дизентерия, детские поносы, брюшной тиф, туберкулез и пр.). В испражнениях больных людей находятся опасные микроорганизмы.

Вследствие вышеуказанной опасности, которую несут с собой Н., на управления местных хозяйств и органы здравоохранения возлагаются обязанности по проведению таких мероприятий по ликвидации Н., при к-рых последние были бы поставлены в без-

опасное для населенных центров положение. Такими мероприятиями являются например сбор Н. в непроницаемые для жидкости выгреба, своевременное удаление Н. из населенных кварталов, обезвреживание Н. М. б. рекомендованы следующие системы очистки. 1) Для городов и поселений городского типа — люфтклозеты для сбора человеческих извержений и помойницы с непроницаемыми выгребами для жидких хозяйственных отбросов; коммунальная организация регулярного удаления Н. ассенизационными обозами; обезвреживание Н. торфом на полях ассенизации или в процессе утилизации их для с.-х. целей. 2) Для поселений с редкой застройкой и поселений полусельского типа—та же система, что и в п. 1, или с заменой ее отдельных частей следующими формами: а) для сбора экскрементов—выносные ведра, финляндские клозеты; б) для обезвреживания—компостные кучи и ямы с последующей утилизацией компоста на удобрение. 3) В городах с частичной канализацией для удаления жидких отбросов м. б. с успехом применен комбинированный метод вывозки Н. из домовладений ассенизационными обозами и последующей передачей по трубам общегородской канализации с промежуточной обработкой Н. на сливных станциях. Каждая система очистки населенного центра от Н. может быть распределена на следующие три группы мероприятий: а) сбор нечистот, б) удаление их из мест накопления, в) обезвреживание.

Сбор Н. Сборниками Н. являются клозеты различного типа. При рациональной конструкции клозеты не должны загрязнять почвы. Наиболее типичные клозеты: а) холодные отхожие места, б) финляндские клозеты, в) подвижные приемники, в частности пудрклозеты, торфяные клозеты, г) люфтклозеты. При всех приведенных сборниках осуществляется «безводная система» сбора экскрементов, наиболее применимая при отсутствии в населенном месте канализации. При промывных клозетах пришлось бы иметь дело с большими количествами подлежащих удалению фекальных Н., вследствие чего массовое применение ватерклозетов в неканализованных владениях экономически почти не м. б. осуществлено.

Как общее правило надо принять, что холодные отхожие места при отдельных квартирах устраивать не следует, во избежание проникновения в жилье зловонных запахов. При жилых помещениях можно допускать устройство исключительно лишь теплых клозетов. В случае же надобности в устройстве холодного отхожего места, его обыкновенно устраивают: а) для общего пользования жильцами нескольких квартир—внутри двора, в отдельном здании, в расстоянии $\not< 10$—12 *м* от жилья и б) для индивидуального пользования проживающих в одной квартире—в изолированной пристройке, отделенной от жилья каким-либо промежуточным помещением. Финляндские клозеты устраиваются при скотных дворах, конюшнях, в непосредственном с ними соседстве, и могут осуществляться в поселках сельского типа. В этом случае они представляют собой вполне рациональные сооружения для приема нечистот. Устройство подвижных приемников в неканализованных поселках, сводящееся к установке в жилых помещениях небольшого объема сборников Н.—ведер, кадей и проч., регулярно опорожняемых,—м. б. рекомендовано лишь при правильной и точно действующей организации всего дела. Люфтклозеты должны считаться наиболее рациональными приемниками Н. в неканализованных жилых помещениях, а потому в случае возможности их выполнения и правильной эксплоатации они должны рекомендоваться с особой настойчивостью. Для приема хозяйственных вод (помоев) должны быть устраиваемы помойницы.

Холодные клозеты. Всякий холодный клозет состоит из двух частей—надземного помещения со стульчаками и мочеприемниками и подземного приемника Н.—выгреба. Клозеты общего пользования должны иметь 2 отделения—одно отделение для мужчин, другое для женщин, изолированные друг от друга. Расчетные данные следующие: 1) Для надземных помещений клозетов: клозет в одно очко имеет внутренние размеры по горизонтальному сечению 1,00 × 1,40 *м*; при нескольких очках каждое отделение строится с таким расчетом, чтобы: а) одно очко приходилось на 20 чел., б) общая площадь пола P, включая и проходы, была 0,15 $м^2$ на одного пользующегося, в) длина помещения l вдоль линии очков равнялась 1 *м* на каждое очко, г) ширина помещения $b = \frac{P}{l}$. 2) Для расчета выгреба принимаются следующие нормы: а) накопление Н.—0,6 $м^3$ в год, или 0,6 : 12 = 0,05 $м^3$ в месяц на одного чел.; б) полезный объем выгреба должен иметь запас в 30% от объема накопляющихся в течение месяца Н.; в) полезная глубина выгреба $h = 2 \div 3$ *м*; г) площадь сечения B получается делением расчетного объема r ($r = 0{,}05 \times$ число пользующихся $\times$ 1,30) на глубину h, т. е. $B = \frac{r}{h}$. Основными желательными материалами, из к-рых выполняются стенки выгребов, являются кирпич, бетон, железобетон. Кирпичные стены делаются обычно толщиной не менее 1 кирпича, а бетонные и железобетонные тоньше. Дно обычно выделывается из бетона. При условии тщательного выполнения работы выгреб м. б. допущен и деревянный (см. *Выгреба*).

Клозеты с подвижными приемниками, или пудрклозеты. Пудрклозетами называются безводные клозеты, в к-рых Н. немедленно после образования их засыпаются каким-либо порошкообразным веществом—торфяным порошком, золой, землей, назначением к-рых является лишение Н. зловонного запаха и обращение их в плотную массу. Пудрклозет состоит из переносного приемника (ведра) и стульчака—неподвижного или переносного. Приемники д. б. водонепроницаемы, т. е. сделаны гл. обр. из железа. Железные ведра делаются оцинкованными, вылуженными или эмалированными. Ведра имеют съемную крышку, к-рой они покрываются при выносе. Емкость ведра—ок. 25 *л*. Употребляемый для засыпки

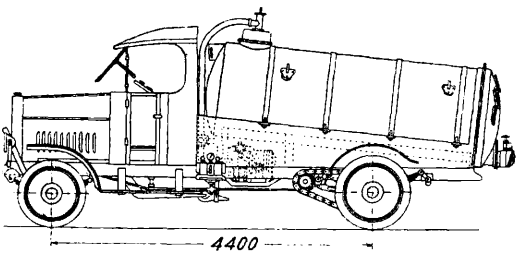
Н. торф м. б. различных сортов: моховой (сфагнум), торфяная земля, дробленый торф и проч. Земля для засыпки нечистот берется «растительная», с перегноем, из сада, огорода, парника; песок, глина непригодны для означенной цели. Земли требуется ок. 2 *кг* на 1 человека в день. При замене земли торфом его берут в 8—9 раз меньше. Пользование пудрклозетами допускается только в теплых помещениях. Содержимое пудрклозетов обычно используется на удобрение.

Люфтклозеты, так называем. воздушные клозеты, состоят из двух частей: надземного помещения со стульчаком и подземной части—выгреба. Особенностью люфтклозета является специальная вентиляция, которая устраивается так, что тяга воздуха из надземной части люфтклозета направляется в очко выгреба, а затем из него через вентиляционный канал наружу. Этим избегается попадание зловонных выгребных газов внутрь клозетного помещения, а из него в жилье. Вытяжной канал по выходе из клозета поднимается выше крыши дома. Чтобы вентиляция работала без отказа, вытяжной канал строят рядом с дымоходами обыкновенных или специальных печей—с целью подогрева движущихся из выгреба воздуха и газов. В некоторых случаях, когда печи не работают, в вытяжных каналах вешают керосиновые лампы для образования тяги или устанавливают небольшие вентиляторы, приводимые в действие электромоторами. Помимо предотвращения появления зловонных газов в клозетных и в занимаемых людьми помещениях постоянное течение воздуха из выгреба способствует также частичному испарению мочи. Благодаря этому в содержимом выгреба количество влаги понижается. Для обеспечения нормальной вентиляции люфтклозета клозетное помещение со стульчаками устраивают так. обр., чтобы из него не могло быть никакой иной тяги, кроме тяги в выгреб. В клозетном помещении не должно быть форточек и топочных печных дверец; ток воздуха в него допустим лишь из того помещения, при к-ром люфтклозет устроен. Наружный люк на выгребе для очистки последнего также д. б. закрыт герметически, чтобы не допустить внутрь его течения наружного воздуха и тем самым не ослаблять действия специальной вентиляции клозетного помещения.

Помойницы обычно состоят из двух отделений: подземного, представляющего выгребную яму, и надземного с решетчатым дном. Помои выливаются в надземную часть через отверстие над решетчатым дном; на последнем остаются твердые отбросы, а жидкость сквозь отверстия в дне надземной части стекает в выгребную яму. Очистка последней происходит через люк ассенизационным обозом.

Удаление Н. Регулярное удаление Н. является одним из существенных условий правильного решения задачи по очистке от них населенных мест. Санитарными правилами продолжительность времени от одного удаления Н. из выгреба до другого определена в 1 мес. Удаление Н. производится конными обозами, специальными автомобильными и железнодорожными цистернами. Этот транспорт носит название ассенизационного.

Ассенизация в широком понимании этого термина понимается как система мероприятий и сооружений по борьбе с загрязнением почвы, воды и воздуха отбросами. Основных систем ассенизации две: одна—канализационная—имеет своим объектом жидкие отбросы (сточные воды), удаляемые по трубам, каналам; другая—вывозная—твердые и жидкие отбросы (домовый мусор, уличный смет, Н. и др.), удаляемые из мест накопления посредством вывоза.



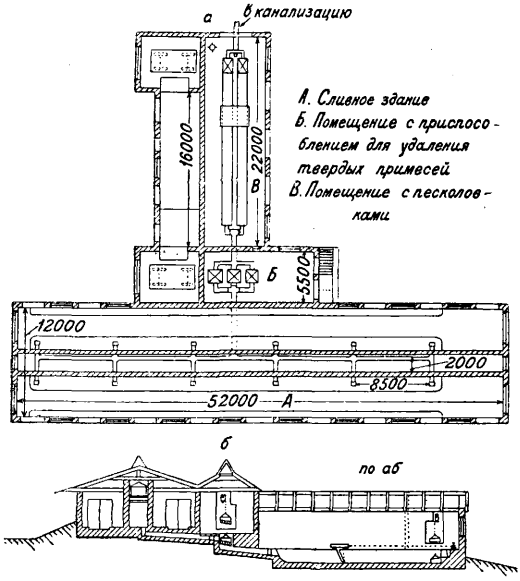
Фиг. 1.

Для удаления Н. чаще употребляются конные ассенизационные обозы. Из них по санитарным соображениям предпочтение д. б. отдано обозам, оборудованным пневматическими бочками, к-рые наполняются пневматическими ассенизационными насосами. При наличии надлежащих путей сообщения как внутри населенного центра, так и вне его до места обезвреживания, при возможности удобно подъехать к выгребу, для удаления жидких Н. надлежит применять ассенизационные автомобили. Специальное оборудование ассенизационных автомобилей составляют: цистерны (обычно железные) и воздушный насос, приводимый в действие от мотора автомобиля. Действие всей системы сводится к следующему. Упомянутым воздушным насосом разрежается воздух в цистерне; вследствие этого давлением атмосферы по резиновому рукаву, привинчивающемуся наглухо к штуцеру на заднем днище и опущенному другим концом в выгреб, Н. из последнего поднимаются в цистерну и заполняют ее. При правильном устройстве система действует безукоризненно; автомобильная цистерна в 5 $м^3$ заполняется в 4—5 минут. На фиг. 1 показан ассенизационный автомобиль. Ассенизационные автомобили в СССР имеют применение в целом ряде городов (Москва, Харьков, Ростов-на-Дону, Орехово-Зуево и др.). Преимуществами автомобильной вывозки Н. являются: большая производительность цистерн, быстрота передвижения и механизация нагрузки Н. Неканализованные или канализованные частично западноевропейские города также применяют в своих хозяйствах ассенизационные автомобили.

Значительный интерес представляет практикуемая за границей перевозка Н. в «сменной посуде». Под сменной посудой понимаются обычно металлические сосуды (ведра) небольшой емкости, доступные вместе с фекалиями переносу одним человеком, к-рые по заполнении заменяются чистыми, свежими посудами, привезенными тем экипажем,

который прибыл за Н. Последние удаляются из мест накопления в указанных ведрах, которые после опорожнения в центральных местах обработки или обезвреживания чистят, моют и в случае надобности дезинфицируют. Вывозка Н., как и вообще всяких отбросов, регламентируется обязательными постановлениями органов местн. управления.

В городах с частичной канализацией может осуществляться комбинированный способ транспортирования нечистот: вначале в конных ассенизационных бочках или автомобильных цистернах, затем по канализационным коллекторам, при посредстве т. н. сливных станций. Последние являются пунктами перегрузки Н. из экипажей в канализационные коллекторы. Другое назначение сливных станций состоит в том, чтобы перед спуском в канализацию привести Н. в состояние, при к-ром они не могли бы иметь вредного влияния на канализационную сеть. Основными процессами, к-рые имеют место на сливных станциях, являются следующие: а) выгрузка Н. из ассенизационных бочек или цистерн, б) выделение из Н. крупных твердых примесей, в) выделение из нечистотной жидкости мелких тяжелых частиц, гл. обр. песка, г) разжижение свежей водой. В большинстве случаев этими процессами обработка Н. заканчивается, и они со сливных станций направляются в канализационные трубы. В некоторых случаях, когда является необходимость более тщательной механич. очистки нечистотной жидкости, осуществляется дополнительное выделение взвешенных веществ, а затем осушка осадка, образуемого взвешенными веществами. В соответствии с этим определяется состав сливной станции, в которую входят: а) приемное помещение для выгрузки Н., б) помещение с приспособлениями для выделения из Н. крупных твердых примесей, в) песколовки и дополнительно г) осадочные бассейны, д) установки для осушки осадков из них. На фиг. 2 представлена устроенная по первому варианту одна из сливных станций в Москве. В случаях устройства сливных станций с присоединением их к канализационной сети, по к-рой нечистотная жидкость вместе со сточными водами канализации направляется на общегородские очистительные сооружения, при расчете последних д. б. принята во внимание повышенная концентрация загрязнений. Благодаря сливной станции, присоединенной к канализации, нечистотная жидкость подвергается рациональному обезвреживанию. Помимо сливных станций указанного типа (со спуском Н. в канализацию) возможны еще следующие их типы: а) сливные станции со спуском Н. в море (Ленинград), б) сливные станции в комбинации с сооружением для переработки Н. на удобрение, в) сливные станции с местными очистительными сооружениями (характеристику станций по п. «б» и «в» см. ниже).



Фиг. 2.

Обезвреживание Н. Помимо рационального сбора и удаления Н. в систему очистки должны войти мероприятия по обезвреживанию их в тех центральных местах, куда Н. свозятся. Основными методами обезвреживания Н. являются: а) изоляция их на «свалках», б) сжигание, в) биологический. Под свалками надо понимать массовое скопление Н., недоступных минерализации, что происходит гл. обр. вследствие скапливания их на земельных участках, в земляных бассейнах слоем большой высоты. На свалках обезвреживания Н. в смысле аэробного распада их органич. части не происходит. На отнесенных на значительные расстояния от границ города и не дающих стоков в водоемы общего пользования свалках решается лишь задача изоляции Н. Сжигание Н. имело и имеет очень ограниченное применение. Техника и экономика его представляют незначительный интерес. Биологический метод обезвреживания Н. (см. *Биологический способ очистки сточных вод*) осуществляется: а) на полях ассенизации, б) на агрикультурных ассенизационных участках, в) при компостировании Н., г) при аэрации их с активным илом (в качестве опыта). Полями ассенизации называются предварительно подготовленные земляные участки, на к-рые по определенному плану в целях минерализации распределяются с последующей запашкой клоачные Н. Нормы и условия организации и эксплоатации ассенизационных полей регулируются следующими правилами. 1) Поля ассенизации д. б. удалены от границы жилых кварталов не ближе, чем на 1 *км*. При необходимости устройства ассенизационных полей на более близком расстоянии выбор места в каждом отдельном случае д. б. тщательно согласован с санитарным надзором. 2) Рельеф местности и окружающая обстановка должны обеспечивать свободный доступ к полям воздуха. 3) Поля ассенизации д. б. расположены в местах не заболоченных, не затопляемых весенними водами, д. б. удалены от источников питьевых вод и не должны примыкать непосредственно к проезжим дорогам. 4) Предназначаемый под ассенизационные

поля участок д. б. без больших уклонов. 5) Грунт д. б. проницаемый для жидкости. 6) Поля ассенизации в целях предотвращения появления с них стоков и во избежание заливания их дождевыми и талыми водами д. б. ограждены валами и канавами. 7) Исчисление площади полей может быть произведено по следующим расчетным данным: а) поля разделяются минимально на 4 участка: 2 летних, зимний и запасный; б) в среднем за каждый раз на каждые 5 $м^2$ распределяется по 500 *л* Н., причем количество их может изменяться в зависимости от степени сырости почвы, количества атмосферных осадков, t°-ных условий и проч. (каждый день нечистоты выливаются на новой площади); в) заполнение летнего участка в теплое время года Н. производится 2—4 раза в зависимости от t°, количества атмосферных осадков и состояния почвы; г) заполнение зимнего участка производится один раз в сезон; д) запасный участок делается равным летнему. 8) Перед эксплоатацией участки полей ассенизации д. б. подготовлены или разрыхлены заступом. 9) Размещение нечистот должно итти равномерно, тонким слоем, с соблюдением норм загрузки и очередности перехода с одного участка на другой. 10) После выгрузки Н. соответствующий участок летом запахивается через 1—2 сут.; зимний участок запахивается с наступлением тепла весной, после оттаивания почвы. 11) Летние участки по заливке Н. чередуются через год; при этом свободные участки рекомендуется отводить под соответствующие культуры. 12) На поле ассенизации м. б. введен и многопольный севооборот. Для этого оно делится на большее, чем 4, число участков. Каждый из них один год заливается нечистотами, а в последующие годы отводится под культуру.

Основной задачей, разрешаемой на полях ассенизации, является задача санитарная; ей подчинена агрономич. задача утилизации Н. в качестве удобрения. Технич. расчеты, обслуживание имеют целью удовлетворить полностью потребность данного населенного места в обезвреживании Н. Обратное явление имеем при удалении Н. на т. н. агрикультурные участки, т. е. на огородные площади, поля под зерновые культуры. В этом случае хозяйственные организации, допуская на своих землях разгрузку Н., преследуют цель внесения в почву органич. удобрения. Сезоны приема Н., система и практика распределения их на отводимых участках, нагрузка последних, контроль за пребыванием ассенизац. обозов на удобряемых площадях подчиняются требованию получить своевременно и в надлежащих количествах необходимое удобрение.

При отсутствии канализации разрешение вопроса о судьбе свозимых в центральные места нечистот могла бы дать комбинация сливной станции с местными очистительными сооружениями, на которых нечистотная жидкость могла бы быть очищена настолько, чтобы ее можно было спустить в водоем общего пользования без вреда для последнего и для населения. Практического решения этот вопрос пока не имеет. Однако заслуживают большого внимания производящиеся в Москве опыты по аэрации с активным илом нечистотной жидкости и по метановому брожению выделенного из нее осадка с получением светильного газа. По предварительным данным со 100 $м^3$ нечистот, содержащих 14 $м^3$ осадка, получается ок. 195 $м^3$ газа (CH_4 до 70%).

Утилизация Н. на удобрение почвы основана на содержании в них азота, фосфорной к-ты и калия. В среднем в органич. части годового количества выделяемых 1 человеком плотных и жидких извержений содержится 5 *кг* азота, 1 *кг* фосфорной к-ты (считая на P_2O_5) и калия (считая на K_2O). Использование Н. в качестве удобрения выполняется: а) в форме непосредственного разлива их на удобряемые агрикультурные участки, б) на ассенизационных полях, в) в форме компостного удобрения и г) в форме торфофекального удобрения. На одном из огородов Московского земельного отдела в 1924 г. применялся следующий способ приготовления компоста из Н. Компостная яма при глубине 1,77 *м* имела объем 400 $м^3$. Компостный материал закладывался в таком порядке: а) внизу торф толщиною 18 *см*; б) сливаемые Н. ежедневно засыпались торфом (9—13 *см*), часть которого может быть заменена ботвой, листьями и пр.; в) к Н. и торфу добавлялась негашеная известь, всего в количестве 480 *кг*. Заготовленный в июне—сентябре материал был пущен в использование весной 1925 г. Наиболее подходящими сортами торфа для торфофекального удобрения являются торфяной порошок, торфяная подстилка, фрезерный торф. Опытом установлено, что наилучшими пропорциями являются следующие: 1 вес. ч. порошка на 7 ч. фекальных Н. с влажностью 97—98%; 1 вес. ч. подстилки на 6 ч. Н., считая на абсолютно сухое вещество торфа (по данным агронома Н. С. Розанова). По данным Центральной торфяной станции Наркомзема сфагновый порошок и подстилка являются наилучшим материалом для смешения с фекальными массами как по своим физико-химич. свойствам, так и по действию на урожай и экономич. эффект. На удобрение торфофекальные массы могут применяться на любых почвах и под любые растения. Под огородные культуры торфофекальных масс берется 18—27 *т/га*, под полевые—9—18 *т/га*. 9 *т* торфофекальных удобрений по эффекту заменяют примерно 18 *т* соломенного навоза. Опыты, произведенные с торфофекальным удобрением в Южно-Алферовском хозяйстве, дали следующие результаты (табл. 3).

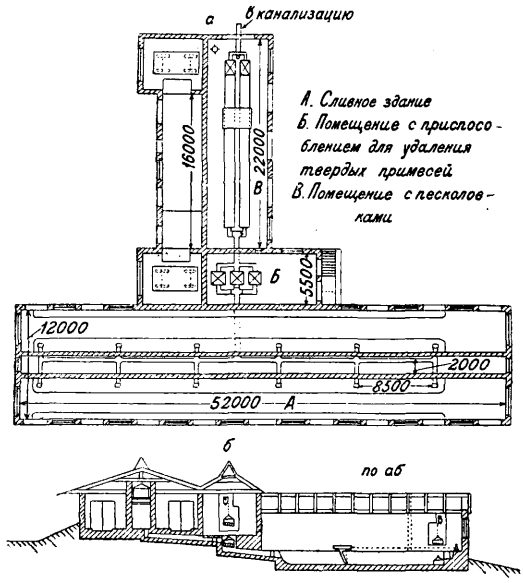
Табл. 3.—Результаты торфофекальных удобрений.

Характер опытного участка	Урожай картофеля		Урожай турнепса	
	в *ц/га*	в %	в *ц/га*	в %
Солом. навоз 18 *т/га*	192,7	87,8	594,3	83,1
Без удобрения . . .	151,1	100	712,4	100
Торфофек. тук. 9 *т/га*	188,0	124,3	783,6	109,9
» » » 18 *т/га*	212,7	140,7	856,0	120,1
» » » 27 *т/га*	226,7	150,0	898,0	126,0

Экономика очистки населенных мест от Н. Данные Московского

который прибыл за Н. Последние удаляются из мест накопления в указанных ведрах, которые после опорожнения в центральных местах обработки или обезвреживания чистят, моют и в случае надобности дезинфицируют. Вывозка Н., как и вообще всяких отбросов, регламентируется обязательными постановлениями органов местн. управления.

В городах с частичной канализацией может осуществляться комбинированный способ транспортирования нечистот: вначале в конных ассенизационных бочках или автомобильных цистернах, затем по канализационным коллекторам, при посредстве т. н. сливных станций. Последние являются пунктами перегрузки Н. из экипажей в канализационные коллекторы. Другое назначение сливных станций состоит в том, чтобы перед спуском в канализацию привести Н. в состояние, при к-ром они не могли бы иметь вредного влияния на канализационную сеть. Основными процессами, к-рые имеют место на сливных станциях, являются следующие: а) выгрузка Н. из ассенизационных бочек или цистерн, б) выделение из Н. крупных твердых примесей, в) выделение из нечистотной жидкости мелких тяжелых частиц, гл. обр. песка, г) разжижение свежей водой. В большинстве случаев этими процессами обработка Н. заканчивается, и они со сливных станций направляются в канализационные трубы. В некоторых случаях, когда является необходимость более тщательной механич. очистки нечистотной жидкости, осуществляется дополнительное выделение взвешенных веществ, а затем осушка осадка, образуемого взвешенными веществами. В соответствии с этим определяется состав сливной станции, в которую входят: а) приемное помещение для выгрузки Н., б) помещение с приспособлениями для выделения из Н. крупных твердых примесей, в) песколовки и дополнительно г) осадочные бассейны, д) установки для осушки осадков из них. На фиг. 2 представлена устроенная по первому варианту одна из сливных станций в Москве. В случаях устройства сливных станций с присоединением их к канализационной сети, по к-рой нечистотная жидкость вместе со сточными водами канализации направляется на общегородские очистительные сооружения, при расчете последних д. б. принята во внимание повышенная концентрация загрязнений. Благодаря сливной станции, присоединенной к канализации, нечистотная жидкость подвергается рациональному обезвреживанию. Помимо сливных станций указанного типа (со спуском Н. в канализацию) возможны еще следующие их типы: а) сливные станции со спуском Н. в море (Ленинград), б) сливные станции в комбинации с сооружением для переработки Н. на удобрение, в) сливные станции с местными очистительными сооружениями (характеристику станций по п. «б» и «в» см. ниже).



Фиг. 2.

Обезвреживание Н. Помимо рационального сбора и удаления Н. в систему очистки должны войти мероприятия по обезвреживанию их в тех центральных местах, куда Н. свозятся. Основными методами обезвреживания Н. являются: а) изоляция их на «свалках», б) сжигание, в) биологический. Под свалками надо понимать массовое скопление Н., недоступных минерализации, что происходит гл. обр. вследствие скапливания их на земельных участках, в земляных бассейнах слоем большой высоты. На свалках обезвреживания Н. в смысле аэробного распада их органич. части не происходит. На отнесенных на значительные расстояния от границ города и не дающих стоков в водоемы общего пользования свалках решается лишь задача изоляции Н. Сжигание Н. имело и имеет очень ограниченное применение. Техника и экономика его представляют незначительный интерес. Биологический метод обезвреживания Н. (см. *Биологический способ очистки сточных вод*) осуществляется: а) на полях ассенизации, б) на агрикультурных ассенизационных участках, в) при компостировании Н., г) при аэрации их с активным илом (в качестве опыта). Полями ассенизации называются предварительно подготовленные земляные участки, на к-рые по определенному плану в целях минерализации распределяются с последующей запашкой клоачные Н. Нормы и условия организации и эксплоатации ассенизационных полей регулируются следующими правилами. 1) Поля ассенизации д. б. удалены от границы жилых кварталов не ближе, чем на 1 *км*. При необходимости устройства ассенизационных полей на более близком расстоянии выбор места в каждом отдельном случае д. б. тщательно согласован с санитарным надзором. 2) Рельеф местности и окружающая обстановка должны обеспечивать свободный доступ к полям воздуха. 3) Поля ассенизации д. б. расположены в местах не заболоченных, не затопляемых весенними водами, д. б. удалены от источников питьевых вод и не должны примыкать непосредственно к проезжим дорогам. 4) Предназначаемый под ассенизационные

поля участок д. б. без больших уклонов. 5) Грунт д. б. проницаемый для жидкости. 6) Поля ассенизации в целях предотвращения появления с них стоков и во избежание заливания их дождевыми и талыми водами д. б. ограждены валами и канавами. 7) Исчисление площади полей может быть произведено по следующим расчетным данным: а) поля разделяются минимально на 4 участка: 2 летних, зимний и запасный; б) в среднем за каждый раз на каждые 5 $м^2$ распределяется по 500 *л* Н., причем количество их может изменяться в зависимости от степени сырости почвы, количества атмосферных осадков, t°-ных условий и проч. (каждый день нечистоты выливаются на новой площади); в) заполнение летнего участка в теплое время года Н. производится 2—4 раза в зависимости от t°, количества атмосферных осадков и состояния почвы; г) заполнение зимнего участка производится один раз в сезон; д) запасный участок делается равным летнему. 8) Перед эксплоатацией участки полей ассенизации д. б. подготовлены или разрыхлены заступом. 9) Размещение нечистот должно итти равномерно, тонким слоем, с соблюдением норм загрузки и очередности перехода с одного участка на другой. 10) После выгрузки Н. соответствующий участок летом запахивается через 1—2 сут.; зимний участок запахивается с наступлением тепла весной, после оттаивания почвы. 11) Летние участки по заливке Н. чередуются через год; при этом свободные участки рекомендуется отводить под соответствующие культуры. 12) На поле ассенизации м. б. введен и многопольный севооборот. Для этого оно делится на большее, чем 4, число участков. Каждый из них один год заливается нечистотами, а в последующие годы отводится под культуру.

Основной задачей, разрешаемой на полях ассенизации, является задача санитарная; ей подчинена агрономич. задача утилизации Н. в качестве удобрения. Технич. расчеты, обслуживание имеют целью удовлетворить полностью потребность данного населенного места в обезвреживании Н. Обратное явление имеем при удалении Н. на т. н. агрикультурные участки, т. е. на огородные площади, поля под зерновые культуры. В этом случае хозяйственные организации, допуская на своих землях разгрузку Н., преследуют цель внесения в почву органич. удобрения. Сезоны приема Н., система и практика распределения их на отводимых участках, нагрузка последних, контроль за пребыванием ассенизац. обозов на удобряемых площадях подчиняются требованию получить своевременно и в надлежащих количествах необходимое удобрение.

При отсутствии канализации разрешение вопроса о судьбе свозимых в центральные места нечистот могла бы дать комбинация сливной станции с местными очистительными сооружениями, на которых нечистотная жидкость могла бы быть очищена настолько, чтобы ее можно было спустить в водоем общего пользования без вреда для последнего и для населения. Практического решения этот вопрос пока не имеет. Однако заслуживают большого внимания производящиеся в Москве опыты по аэрации с активным илом нечистотной жидкости и по метановому брожению выделенного из нее осадка с получением светильного газа. По предварительным данным со 100 $м^3$ нечистот, содержащих 14 $м^3$ осадка, получается ок. 195 $м^3$ газа (CH_4 до 70%).

Утилизация Н. на удобрение почвы основана на содержании в них азота, фосфорной к-ты и калия. В среднем в органич. части годового количества выделяемых 1 человеком плотных и жидких извержений содержится 5 *кг* азота, 1 *кг* фосфорной к-ты (считая на P_2O_5) и калия (считая на K_2O). Использование Н. в качестве удобрения выполняется: а) в форме непосредственного разлива их на удобряемые агрикультурные участки, б) на ассенизационных полях, в) в форме компостного удобрения и г) в форме торфофекального удобрения. На одном из огородов Московского земельного отдела в 1924 г. применялся следующий способ приготовления компоста из Н. Компостная яма при глубине 1,77 *м* имела объем 400 $м^3$. Компостный материал закладывался в таком порядке: а) внизу торф толщиною 18 *см*; б) сливаемые Н. ежедневно засыпались торфом (9—13 *см*), часть которого может быть заменена ботвой, листьями и пр.; в) к Н. и торфу добавлялась негашеная известь, всего в количестве 480 *кг*. Заготовленный в июне—сентябре материал был пущен в использование весной 1925 г. Наиболее подходящими сортами торфа для торфофекального удобрения являются торфяной порошок, торфяная подстилка, фрезерный торф. Опытом установлено, что наилучшими пропорциями являются следующие: 1 вес. ч. порошка на 7 ч. фекальных Н. с влажностью 97—98%; 1 вес. ч. подстилки на 6 ч. Н., считая на абсолютно сухое вещество торфа (по данным агронома Н. С. Розанова). По данным Центральной торфяной станции Наркомзема сфагновый порошок и подстилка являются наилучшим материалом для смешения с фекальными массами как по своим физико-химич. свойствам, так и по действию на урожай и экономич. эффект. На удобрение торфофекальные массы могут применяться на любых почвах и под любые растения. Под огородные культуры торфофекальных масс берется 18—27 *т/га*, под полевые—9—18 *т/га*. 9 *т* торфофекальных удобрений по эффекту заменяют примерно 18 *т* соломенного навоза. Опыты, произведенные с торфофекальным удобрением в Южно-Алферовском хозяйстве, дали следующие результаты (табл. 3).

Табл. 3.—Результаты торфофекальных удобрений.

Характер опытного участка	Урожай картофеля		Урожай турнепса	
	в *ц/га*	в %	в *ц/га*	в %
Солом. навоз 18 *т/га*	192,7	87,8	594,3	83,1
Без удобрения . . .	151,1	100	712,4	100
Торфофек. тук. 9 *т/га*	188,0	124,3	783,6	109,9
» » » 18 *т/га*	212,7	140,7	856,0	120,1
» » » 27 *т/га*	226,7	150,0	898,0	126,0

Экономика очистки населенных мест от Н. Данные Московского

коммунального хозяйства за 1930 г. следующие: а) себестоимость полного содержания конного парка по вывозке Н. на 1 лошадь—13 р.; б) тарифы на вывозку Н. за одну бочку в 615 *л* (50 ведер):

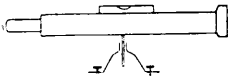
На расстояние	Цена	На расстояние	Цена
1,5 *км*	2 р. 50 к.	5 *км*	4 р. 25 к.
2 »	2 р. 75 к.	6 »	4 р. 75 к.
3 »	3 р. 25 к.	7 »	5 р. 25 к.
4 »	3 р. 75 к.		

в) стоимость содержания сливных станций, присоединенных к канализации, 50 к. на 1 бочку, доставленную на станцию.

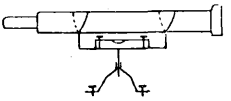
Лит.: Горбов В. и Стрелков Н., Приемники для отбросов во владениях, М., 1926; Никитин А., Муниципальная аутоассенизация в Москве, «Врачебно-санитарный вестник за 1917 г.», М., 1918, *6—9*; его же, Сливные станции, Сборник «Устройство и оборудование заразных госпиталей», М., 1916; Розанов Н. С. и Чеботарев В. И., О проблеме приготовления торфофекальных удобрений, «Вестник торфяного дела», Москва, 1929, *3*; «Труды 2 (XIV) Всесоюзного водопроводного и санитарно-технического съезда в гор. Харькове в 1927 г.», Москва, 1927.

А. Никитин.

НИВЕЛИР, инструмент для геометрического *нивелирования* (см.). Н., разные по своей конструкции, предназначаются для работ различной точности. Н. с диоптрами и водяными уровнями применяются для грубой нивелировки, Н. с зрительной трубой—для технич. и точной нивелировки. Н. первого рода теперь не применяются, и нивелировки



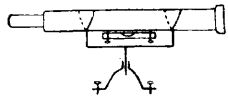
Фиг. 1.



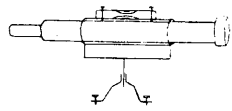
Фиг. 2.

настоящего времени производятся Н. с зрительной трубой. Последние по своему устройству разбиваются на несколько разновидностей, но все они сводятся к четырем основным системам: 1) глухие (фиг. 1)—*уровень* (см.) скреплен с зрительной трубой, и труба не перекладывается в лагерах*; 2) системы Эго (фиг. 2)—уровень скреплен с лагером, и труба перекладывается в лагерах; 3) типа Военно-топографического управления (фиг. 3)—уровень скреплен с трубой, и труба перекладывается в лагерах; 4) сконструированный по идее Амслера (фиг. 4); к этому последнему типу относятся Н. сист. Вильда, Цейса и др., в к-рых уровень скреплен с трубой, труба перекладывается в лагерах и оборачивается вокруг своей геометрич. оси на 180°, окуляр с объективом могут меняться местами. Самыми распространенными в настоящее время в СССР являются последние два типа. Точные нивелировки на территории Союза производились и производятся Н. типа Военно-топографич. управления (ВТУ).

Все Н., к какой бы системе они ни принадлежали, имеют своими основными частями: зрительную трубу, уровень и штатив с треногой. В Н. разных систем различно сделано только сочетание этих трех основных частей. На схематич. чертежах видно, что сочетание это касается главн. обр. уровня и зрительной трубы. Надо отметить, что наиболее правильное решение вопроса конструкции Н.—это скрепление уровня с зрительной трубой, потому что уровень служит для приведения оптич. оси зрительной трубы в горизонтальное положение. Если уровень скреплен с лагером и при перекладывании трубы на цапфы попадет пылинка диаметр. в 0,1 *мм*, то это даст изменение наклонения оптической оси трубы к горизонтальной плоскости на целую минуту—величину, недопустимую при точных работах. Наблюдатель

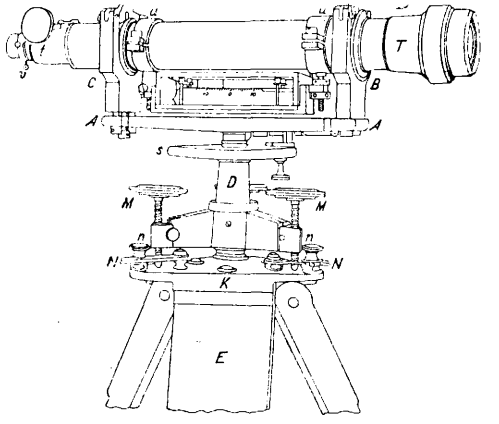


Фиг. 3.



Фиг. 4.

этого не замечает, потому что наведение делается по установке уровня. Поэтому при пользовании Н., у которого уровень скреплен с лагером, наблюдатель должен особенно тщательно следить за цапфами своего инструмента, чтобы избежать подобных ошибок. В случае же скрепления уровня с трубой попавшая на цапфы пылинка одинаково изменяет положение трубы и уровня, и поэтому приведение пузырька уровня на середину приводит и оптическую ось трубы в строго горизонтальное положение, и т. о. ошибки не получается. Работнику, вполне знакомому с Н. типа ВТУ, нетрудно понять устройство Н. других систем, а потому здесь можно ограничиться разбором Н. первой системы (фиг. 5). Зрительная труба *Tt* с увеличением около 40 является обыкновенной астрономич. трубой, в окуляре к-рой имеется сетка нитей *v*, состоящая из двух близких одна к другой вертикальных и трех широко расставленных горизонтальных нитей. Вертикальные нити служат для точной уста-

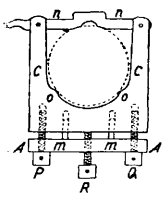


Фиг. 5.

новки трубы по азимуту, а горизонтальные—для увеличения точности отсчетов по рейке, устранения грубых промахов при этом и попутного определения расстояний (дальномер). Своими цапфами труба лежит в лагерах, вырезанных в стойках *B* и *C*; лагеры имеют по два горбика *o* и *o* (фиг. 6) с

* Лагером называется вырезка вертикальных стоек, приделанных к горизонтальной подставке, к к-рой привинчена вертикальная конич. ось Н.

отшлифованными выпуклыми поверхностями, дающие трубе возможность лежать на них прочно, без шатания. Лагерные вырезы закрываются накладками n, n, не позволяющими трубе вывалиться при переносе инструмента. Лагерные стойки B и C привинчены к горизонтальной подставке AA, причем одна стойка B привинчена наглухо, а другую C можно при помощи исправительных винтов P, Q и R поднимать или опускать. Если стойку C необходимо поднять, то винты P и Q вывинчивают, а винт R ввинчивают; если же ее нужно опустить, то поступают наоборот. Стерженьки m, m служат для правильности движения. К средней части трубы между цапфами приделаны две обоймицы u и u (фиг. 5), на нижних частях к-рых держится стеклянная коробка, вмещающая в себе чувствительный уровень. Положение коробки с уровнем можно изменять вверх и вниз гайками справа, а вправо и влево по отношению к трубе—винтиками слева. Когда пузырек уровня приведен на середину трубки уровня, то оптическая ось зрительной трубы находится в горизонтальном положении. Для удобства приведения пузырька на середину трубки и отсчитывания показаний уровня во время наблюдений, к подставке AA приделана оправа с плоским зеркалом, к-рое составляет с направлением трубки уровня угол в 45°. Снизу к середине подставки перпендикулярно к ней наглухо прикреплена вертикальная конич. ось; ось вставлена в конич. втулку D штатива с тремя ножками, через к-рую пропущены подъемные винты M. Подъемными винтами инструмент ставится на медную головку K простой деревянной треноги E. В головке треноги для подъемных винтов сделаны места, так что Н. может стоять прочно и устойчиво несмотря на изменение размеров частей в зависимости от перемены $t°$. Для каждого подъемного винта имеется особый крючок N, закрепляемый после установки Н. винтиком n. Т. о. весь инструмент представляет одно целое и м. б. безопасно переносим с одной точки стояния на другую. Зрительную трубу Н. можно вращать около ее геометрич. оси, т. е. прямой, соединяющей центры цапф, и перекладывать в лагерах на 180°; вращая же подставку и всю верхнюю часть инструмента около вертикальной оси штатива, трубу легко навести на рейку, поставленную в любом направлении. Для точной установки трубы по азимуту к горизонтальному кругу штатива прикреплены клещи с зажимными и микрометрич. винтами.



Фиг. 6.

Н. подобно другим инструментам перед выходом на полевую работу д. б. поверен, т. е. должны быть правильно установлены все его части и определены все ошибки инструмента, которые необходимо принять во внимание при обработке полевых наблюдений в целях исправления их. Поверка Н. заключается в поверке выполнения следующих условий: 1) оптическая ось зрительной трубы должна совпадать с геометрич. осью Н.; 2) ось уровня д. б. установлена в одной плоскости с оптич. осью трубы параллельно ей; тогда при нахождении пузырька уровня на середине трубки оптич. ось трубы будет горизонтальна; 3) оптическая ось зрительной трубы д. б. перпендикулярна к вертикальной оси вращения Н.; 4) чувствительность уровня должна соответствовать увеличению зрительной трубы. Кроме этого д. б. произведены: 1) исследование цапф Н., 2) исследование оптич. качеств зрительной трубы. Каждый производитель нивелирных работ должен уметь поверять нивелир, поэтому ниже подробно излагается процесс поверки.

1) Оптич. ось зрительной трубы должна совпадать с геометрической осью Н. Под оптич. осью зрительной трубы разумеют прямую, соединяющую оптич. центр объектива с серединой средней горизонтальной нити в окуляре, а под геометрической осью Н.—прямую, соединяющую центры цапф зрительной трубы. Правильное положение Н. будет при совпадении этих двух прямых. Поверка заключается в том, что в 50—60 *м* от Н. ставят рейку отвесно и берут в трубу отсчет на рейке средней горизонтальной нитью; затем, не вынимая зрительной трубы из лагеров, поворачивают ее на 180° и снова берут отсчет по рейке той же нитью. Если отсчеты в обоих случаях одинаковы, то обе оси совпадают, что и требуется. Если же отсчеты разные, то нужно сделать передвижку вверх или вниз сетки нитей в окуляре посредством винтиков v на половину разности отсчетов, добиваясь одинаковых отсчетов. Эти манипуляции обыкновенно приходится проделывать 2—3 раза, чтобы достигнуть полного совпадения оптических и геометрических осей.

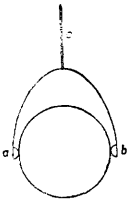
2) Оптич. ось зрительной трубы (и совмещенная с ней геометрич. ось) при положении пузырька уровня на середине трубки д. б. строго горизонтальна. Это достигается тем, что пузырек уровня приводится на середину трубки подъемными винтами, и поэтому надо заранее убедиться в том, что при таком положении пузырька уровня оптическая ось зрительной трубы горизонтальна. При этой поверке в зависимости от системы Н. возможны 3 случая. 1-й случай—уровень скреплен непосредственно с зрительной трубой (фиг. 1,3). В этом случае подъемными винтами Н. пузырек уровня приводят на середину трубки уровня и замечают отсчеты концов уровня; затем зрительную трубу с уровнем перекладывают в лагерах на 180° и дают уровню успокоиться. Если отсчеты концов пузырька уровня не изменились, то уровень скреплен с трубкою правильно; если же они изменились, то в них вносят исправление, перегоняя пузырек уровня на половину величины замеченного уклонения при помощи гайки коробки уровня. Полная поверка достигается повторением этой манипуляции 2—3 раза. 2-й случай — уровень прикреплен к лагерной подставке (фиг. 2). Поверка производится при помощи рейки. Рейку ставят отвесно на расстоянии в 50—60 *м* от Н.; приведя пузырек уровня на середину при помощи подъемных винтов Н., берут отсчет по рейке в трубу по средней горизонтальной нити окуляра. Затем зрительную трубу перекладывают в лагерах на 180°, а верхнюю часть инструмента поворачивают около вертикальной оси также на 180°. Повторяют отсчет той же нитью, направив трубу на ту же рейку. Если оба отсчета одинаковы, то условие выполнено; если же они неодинаковы, то вводят исправления поднятием или опусканием подвижной лагерной стойки (с исправительными винтами) настолько, чтобы отсчет рейки по средней горизонтальной нити равнялся полусумме полученных двух отсчетов. 3-й случай—уровень накладной. Ставят накладной уровень на цапфы зрительной трубы Н. и приводят пузырек уровня на середину подъемными винтами Н., после чего перекладывают накладной уровень на 180° на те же цапфы. Если уровень станет в то же первое положение, то условие выполнено; если нет, то исправление ведут перегонкой пузырька уровня на половину замеченного уклонения, поднятием или опусканием одного из концов оправы уровня.

3) Оптич. ось зрительной трубы д. б. перпендикулярна к вертикальной оси вращения Н. Это положение диктуется при нивелировании требованием неизменяемости горизонтального положения оптической оси зрительной трубы при повороте верхней части инструмента около 180° с задней на переднюю рейку. Для поверки пузырек уровня приводят на середину подъемными винтами Н. и производят отсчет концов пузырька. Затем верхнюю часть инструмента поворачивают на 180° около вертикальной оси. Если кон-

цы пузырька имеют тот же отсчет, то условие выполнено; если же нет, то вносят исправление, изменяя высоту подвижной лагерной стойки при помощи исправительных винтов, пока пузырек уровня не передвинется назад на половину своего уклонения от середины трубки.

4) Чувствительность уровня должна соответствовать увеличению зрительной трубы: чем увеличение трубы больше, тем цена деления д. б. меньше, и наоборот. Уровень не д. б. как излишне чувствительным, так и мало чувствительным. Если увеличение трубы равно 15, то при трех горизонтальных нитях в окуляре цена деления уровня д. б. 15—20″; если увеличение трубы равно 40, то при том же числе нитей цена деления уровня д. б. 5—6″ и т. п. Цена деления уровня обыкновенно определяется на испытателе, или экзаминаторе (см. *Уровень*). Если нет последнего, можно чувствительность уровня для Н. определить иначе. Для этого ставят рейку отвесно в 50—60 *м* от Н., приводят пузырек уровня на середину трубки и записывают отсчеты рейки по всем трем горизонтальным нитям; затем наклоняют инструмент подъемным винтом и, глядя только на уровень, приводят его пузырек опять на середину трубки. Если получится другой отсчет по рейке, то уровень недостаточно чувствителен и д. б. заменен более чувствительным; если же отсчеты те же, то уровень чувствителен. Но здесь нужно убедиться, не чрезмерно ли он чувствителен. Для этого снова, наклонив инструмент, устанавливают его подъемным винтом в прежнее положение, следя по трубе, чтобы совпали отсчеты по рейке, а затем смотрят на уровень: если пузырек остановился по середине трубки или на половине деления в сторону, то уровень соответствует данной зрительной трубе; если же пузырек остановился дальше от середины, то уровень слишком чувствителен и должен быть заменен.

Исследование цапф Н. производится в мастерской точных приборов мастерами этого дела. Цапфы должны представлять в разрезе почти круги равных диаметров. Однако производители нивелировочных работ должны сами уметь исследовать цапфы, т. к. не всем приходится работать новыми инструментами. Способов исследования цапф существует несколько, но здесь укажем только два наиболее употребительные. 1-й способ. Исследование производится небольшой изогнутой медной пластинкой с шишечками *a* и *b* на концах (фиг. 7). Пластинку эту сгибают так, чтобы при подвешении за середину на нитку с она свободно проходила вверх и вниз по цапфе, при вращении самой трубы, лежащей на особой подставке. Если обе цапфы одинаковые, то пластинка одинаково свободно проходит во всех местах цапф; если же нет—значит цапфы неравны. 2-й способ. Исследование цапф при помощи чувствительного накладного уровня. Н. ставят на прочное основание, кладут на цапфы трубы накладной уровень и, приведя его пузырек на середину трубки вращением подъемных винтов инструмента, поворачивают трубу около оси и наблюдают за уровнем. Если пузырек уровня остался на месте, значит поперечное сечение цапф—точные круги; в противном случае пузырек отклонится от своего положения. Для последующего исследования обеих цапф пузырек снова приводят на середину и перекладывают трубу в лагерах, ставя уровень в прежнем направлении. Если пузырек остановится на середине, то обе цапфы равны; в противном же случае они не равны, и геометрическое место прямых, соединяющих соответствующие точки обеих цапф, представляет не цилиндр, а конус, образующая которого наклонена к оси под углом, равным четверти угла, измеряемого передвижением пузырька уровня. Неправильности и неравенство цапф могут быть устранены только механиком посредством точения на станке.



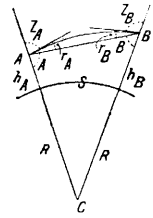
Фиг. 7.

Лит.: Витковский В. В., Топография, 3 изд., М., 1928; его же, Практическая геодезия, 2 изд., М., 1911; Красовский Ф. Н., Руководство по высшей геодезии, ч. 1, М., 1926; Цингер Н. Я., Курс высшей геодезии, СПБ, 1898; Орлов П. М., Курс геодезии, 2 изд., М., 1929; Дитц О. Г., Нивелир Цейса, СПБ, 1914. **А. Клабе.**

НИВЕЛИРОВАНИЕ, определение высот, вертикальная съемка, совокупность геодезических действий, конечной целью которых является определение превышений одних точек земной поверхности над другими, что дает возможность решать различные научные и практические вопросы и в частности определять высоты точек земной поверхности над некоторой общей для них уровенной поверхностью, например над средним уровнем воды океана. Знание высот точек земной поверхности необходимо для различных целей, которые в свою очередь подразделяются на два основных направления по виду самого Н.: первое—Н. для научных целей, заключающее в себе элементы исследования вида уровенной поверхности земли, изучения вековых колебаний уровней морей и океанов, открытия перемен в положении земной коры и пр., и второе—практическое, к-рое ставит себе целью доставить опорные точки по высоте для государственных съемок, определения падения рек, определения высотных точек для планирования орошений степей, осушения болот и т. д. Помимо этих направлений Н. м. б. нескольких видов, которые находятся в зависимости от точности Н. Всякое Н. сводится к определению высот над средним уровнем морей и океанов, полученным из многолетних наблюдений этого уровня. В СССР за нуль, к к-рому приведены все высоты страны, принят средний уровень Финского залива Балтийского моря по кронштадтскому футштоку.

Для определения высот точек существуют три вида Н.: 1) геодезическое, или тригонометрическое, 2) геометрическое и 3) физическое, или барометрическое Н. Все эти виды Н. отличаются один от другого способом определения относительных высот, в зависимости от применения соответствующих инструментов, по требуемой в каждом отдельном случае точности определений высот.

Геодезическое, или тригонометрическое, Н. производится в триангуляционных работах, где помимо измерения горизонтальных углов между направлениями на точки сети измеряют по вертикальному кругу геодезич. инструмента вертикальные углы, т. е. определяют зенитные расстояния сигналов, обозначающих точки сети. Теория этого способа заключается в следующем. Отвесные линии, проходящие через точки A и B (фиг. 1) на земной поверхности, в общем случае не пересекутся, т. к. уровенная поверхность, образующая геоид, не имеет правильной формы, но предполагаем, что отвесные линии пересекаются в точке C, к-рую принимаем за центр земли, т. е. будем считать землю сферической. Чтобы получить высоты точек над уровенной поверхностью h_A и h_B, надо знать линейное расстояние между точками A и B, к-рое дается триангуляцией, и угол наклона этой прямой к горизонту. Обозначая через R радиус уровенной поверхности, принятой нами за сферу, из тр-ка ABC получим ф-лу:



Фиг. 1.

$$A + B = 180^\circ - C, \text{ или } \frac{A+B}{2} = 90^\circ - \frac{C}{2};$$

далее, идя по пути определения углов A и B и применяя ф-лу $\operatorname{tg} {}^1/_2$ угла из плоской тригонометрии, с введением значений BC и AC, по сокращении получим ф-лу:

$$\operatorname{tg} \tfrac{1}{2}(A - B) = \frac{h_B - h_A}{2R + h_A + h_B} \operatorname{ctg} \frac{C}{2},$$

из к-рой выводим ф-лу относительного превышения:

$$h_B - h_A = (2R + h_A + h_B)\,\mathrm{tg}\,\tfrac{1}{2}(A - B)\,\mathrm{tg}\,\tfrac{C}{2}.$$

Ведя преобразование полученной ф-лы, разлагая угол C в ряд до величин 3-го порядка и выражая его в долях радиуса $\left(\text{т. к. } C = \frac{S}{R}\right)$, получим ф-лу в следующем виде:

$$h_B - h_A = S\,\mathrm{tg}\,\tfrac{1}{2}(A - B)\left(1 + \frac{h_A - h_B}{2R}\right)\left(1 + \frac{S^2}{12R^2}\right);$$

из этой ф-лы нетрудно видеть, что поправочные члены $\frac{h_A - h_B}{2R}$ и $\frac{S^2}{12R^2}$ весьма незначительны. Например при $h_A - h_B = 1$ *км* и $S = 100$ *км*, приняв радиус земли в 6 000 *км*, получим

$$\frac{h_A - h_B}{2R} = \frac{1}{12\,000} \quad \text{и} \quad \frac{S^2}{12R^2} = \frac{10\,000}{12 \cdot 36\,000\,000} = \frac{1}{43\,200}.$$

Поэтому, если хотим получить точность до 0,0001, можем пренебречь этими членами и последующими и тогда получим очень простую ф-лу:

$$h_B - h_A = S\,\mathrm{tg}\,\tfrac{1}{2}(A - B).$$

Углы A и B являются дополнениями зенитных расстояний точек B и A до 180°. В действительности же, вследствие земной рефракции, визируя из точки A сигнал B, получаем не угол A, а отличный от него угол Z_A, образованный отвесом A и касательной в этой точке к искривленному рефракцией лучу, идущему из B. Эта касательная образует с прямой AB нек-рый угол r_A, называемый земной рефракцией, или земным преломлением, в отличие от астрономич. рефракции. Поэтому необходимо применять полученную формулу к действительным наблюдениям, т. е. выразить углы A и B в величинах, получаемых из наблюдений. Здесь возможны два случая, а именно: 1) когда наблюдалось только одно зенитное расстояние в точках A или B—случай одностороннего наблюдения и 2) когда наблюдены оба зенитные расстояния в A и B—случай взаимных наблюдений. С введением поправок на земную рефракцию наша формула заменится формулою, определяющей самую земную *рефракцию* (см.); поэтому получаем ф-лу при одностороннем наблюдении:

$$h_B - h_A = S\,\mathrm{tg}\left[90^\circ - Z_A - (k-1)\cdot\frac{C}{2}\right] = S\,\mathrm{ctg}\left(Z_A - \frac{1-k}{2}\cdot\frac{S}{R}\right)$$

при

$$A = 180^\circ - Z_A - r_A;\ B = 180^\circ - A - C = 180^\circ - Z_A;$$
$$r_A = k\frac{C}{2};$$

но т. к. A близко к 90°, то ctg поправочного члена представляет малую величину, и, разлагая его по строке Тейлора, получим после преобразований окончательно ф-лу, которую обычно и применяют при одностороннем наблюдении, а именно:

$$h_B - h_A = S\,\mathrm{ctg}\,Z_A + \frac{1-k}{2}\cdot\frac{S^2}{R}.$$

Для случая взаимных наблюдений основная ф-ла преобразовывается в следующую:

$$h_B - h_A = S\,\mathrm{tg}\left(\frac{Z_B - Z_A}{2} + \frac{k'-k}{2}\cdot\frac{S}{2R}\right)$$

при

$$A = 180^\circ - Z_A - r_A;\ B = 180^\circ - Z_B - r_B;$$
$$r_A = k\frac{C}{2};\ r_B = k'\frac{C}{2};$$

идя в преобразовании таким же путем, получаем окончательно ф-лу при взаимных наблюдениях следующего вида:

$$h_B - h_A = S\,\mathrm{tg}\frac{Z_B - Z_A}{2} + \frac{k'-k}{2}\cdot\frac{S^2}{2R}.$$

Если коэф. земного преломления одинаков для обеих точек, т. е. $k' = k$, что возможно при одновременных наблюдениях на точках A и B, то ф-ла получает весьма простой вид:

$$h_B - h_A = S\,\mathrm{tg}\frac{Z_B - Z_A}{2}.$$

Этой формулой с достаточным приближением пользуются для вычислений. При выводе ф-л предполагалось, что наблюдения велись из самих точек A и B на центры сигналов, поэтому в окончательные результаты необходимо ввести поправки приведений подобно тому, как это делается для горизонтальных углов (см. *Триангуляция*). Точность определения высот из односторонних и взаимных наблюдений зависит от ошибок в величинах, входящих в формулы, служащие для определения разностей высот. По теории ошибок средняя ошибка для одностороннего наблюдения выражается ф-лою:

$$E_h^2 = S^2E_z^2 + \frac{S^4}{4R^2}E_k^2,$$

а для взаимных наблюдений ф-лой:

$$E_{h_2}^2 = \frac{2S^2}{4\cos^4\frac{Z_B - Z_A}{2}}E_z^2 = \frac{S^2}{2}E_z^2$$

при

$$E_{z_A} = E_{z_B}.$$

Для точных наблюдений, произведенных при благоприятных условиях, можно положить $E_z = \pm 1''$ и $E_k = \pm 0{,}03$; тогда для разных расстояний ошибка E_h будет выражена в *м*:

Вид наблюдений	1 *км*	10 *км*	100 *км*
Односторонние	±0,006	±0,256	±25,2
Двусторонние:			
Взаимные одновременные	±0,004	±0,034	± 0,342
Взаимные неодновременные	±0,004	±0,180	± 9,8

Как видно из этих данных, двусторонние наблюдения улучшают результаты наблюдения. Геодезич., или тригонометрич., нивелирование определяет относительное превышение точек с точностью, не удовлетворяющей современным требованиям, хотя согласие высот одних и тех же точек, полученных из соседних триангуляций, довольно хорошее. Геодезич. Н. выгодно тем, что дает возможность определять высоты далеких точек, которые вследствие незнания точной величины коэфициента земной рефракции получаются с точностью до ±0,6 *м*. Для увеличения точности прибегают к т. н. геометрич. Н. Порядок производства наблюдений зенитных расстояний д. б. принят тот, который рекомендуется, т. е. наблюдения ведутся при «круге право» и при «круге лево», причем до наб-

людений определяется место зенита по ф-ле:

$$Z = \frac{L+R}{2}.$$

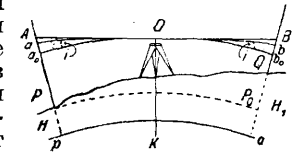
При обработке полученных отсчетов надо исправить наблюдения поправкой на место зенита Z по следующим ф-лам:

$L = Z + z$ (наблюдения при круге лево),
$R = Z - z$ (наблюдения при круге право),

где z—отсчеты, полученные при наблюдениях, Z—место зенита, L, R—положения инструмента при наблюдениях по вертикальному кругу.

Геометрическое Н. имеет несколько подразделений, зависящих от требований по отношению точности Н. В основном геометрическое Н. сводится к Н. высокой точности (прецизионному) и техническому (топографическому) Н. Геометрич. Н. бывает 1) простое, если прием для определения разности высот двух точек земной поверхности заключается в получении горизонтальной прямой непосредственно между этими точками, и 2) сложное, когда производят ряд последовательных простых Н. через промежуточные точки для определения разности высот удаленных точек; алгебраическая сумма полученных результатов простых нивелировок дает разность высот конечных точек. Геометрич. Н. производят при помощи отсчетов по *рейкам* (см.) по горизонтальному лучу, посредством *нивелира* (см.) со зрительной трубой, который устанавливается посередине между двумя рейками на одинаковом расстоянии от них. Н. заключается в передвижении и установке нивелира между двумя рейками от исходной точки к точке намеченной: между 1-й и 2-й точками, между 2-й и 3-й, между 3-й и 4-й и т. д. Точность работы характеризуется средней ошибкой ± 1,5 *мм* на *км*. Все внимание нивелировщика поглощается точным определением разностей высот последовательных марок, или *реперов* (см.), учетом действующих при этом погрешностей, применением таких способов и приемов работы, при к-рых влияние случайных ошибок поглощалось бы в результате, а влияние односторонних ошибок или погашалось бы или точно учитывалось в виде поправок к результатам Н. Наибольшее расстояние от нивелира до рейки берут в 60 *м*, равенство расстояний от реек до нивелира при Н. соблюдается достаточно строго, и потому само Н. называется Н. из середины. Однако получение взгляда на рейку (отсчета) исполняется при Н. высокой точности четырьмя различными методами: 1) метод, применяемый во Франции и состоящий из точного приведения оси уровня в горизонтальное положение с одновременным отсчетом по одной нити трубы на рейке (установка уровня, отсчет по трубе). 2) Метод, применяемый в Германии и состоящий в точном наведении бисектора двух близких горизонтальных линий на штрих рейки, ближайший к горизонту инструмента, и в одновременном определении наклона оси уровня, на к-рый затем вводят поправку в номер штриха рейки (установки трубы, отсчеты уровня). 3) Метод, применяемый в СССР и Италии, состоящий в установке оси уровня на возможно малый наклон к горизонту, в определении этого малого наклона оси уровня и в одновременном отсчете рейки по трем нитям трубы (отсчет уровня, отсчет трубы). 4) Метод, применяемый еще в виде опыта и состоящий в определении отсчета по рейке, при строго установленном уровне, не при помощи оценки на-глаз промежутка по рейке, меньшего одного ее деления, а в измерении этого промежутка микрометрич. приспособлениями. Каждый из этих четырех методов, применяемых при точном Н., имеет свои преимущества. Первые два метода требуют особых приспособлений к уровню нивелира, при помощи которых действительно удается с удобством и точностью строго держать пузырек уровня на середине в момент отсчитывания рейки (до ±0,2″),—элевационных винтов и особого устройства реек (2-й метод). Мы рассмотрим только третий метод, применяемый в СССР.

Теория точного нивелирования заключается в том, что выводят разность абсолютных высот двух точек P и Q при помощи разности отсчетов реек, к-рые поставлены в этих точках (фиг. 2). Уровенная поверхность (pq) имеет вид почти шаровой, а пути лучей вследствие преломления их в слоях атмосферы разных плотностей представляют кривые ab и a_0b_0, которые по незначительности расстояний до реек можно считать дугами кругов. В точках P и Q поставлены вертикально рейки, а в точке O—середина трубы нивелира. Отвесные линии в точках P, O и Q сходятся близ центра земли и следовательно не параллельны, но если инструмент поставлен посередине между рейками, то горизонтальная прямая AB в точке O делится пополам, и фигуры $AOKp$ и $BOKq$ равны, так что $AP+Pp = BQ+Qq$; но так как AP и BQ являются отсчетами задней и передней реек (A и B), а Pp и Qq—абсолютные высоты точек P и Q, т. е. величины H и H_1, то



Фиг. 2.

$$H_1 - H = A - B. \qquad (\alpha)$$

Величины A и B были бы отсчетами реек только в безвоздушном пространстве и при отсутствии инструментальных ошибок; вследствие преломления лучей земной рефракцией при наблюдении задней рейки было бы отсчитано деление a, а не A, при наблюдении передней — b, а не B; вследствие же существования инструментальных ошибок лучи зрения наклонены, так что действительные отсчеты реек суть a_0 и b_0. Из чертежа видно, что

$$\left.\begin{aligned} A &= a_0 + a_0a + aA \\ B &= b_0 + b_0b + bB \end{aligned}\right\}; \qquad (\beta)$$

обозначая: $aA = r_1$ и $bB = r_2$ и считая a_0O и b_0O по малости изгиба прямыми, получим:

$$a_0a = AO \operatorname{tg} i; \; b_0b = BO \operatorname{tg} i,$$

где i—алгебраич. сумма инструментальных ошибок. Подставив полученные выражения в (α) и (β), имеем:

$$H_1 - H = a_0 - b_0 + (AO - BO) \operatorname{tg} i + r_1 - r_2.$$

На малых расстояниях величины r_1 и r_2 пропорциональны удалениям реек и потому при почти равных расстояниях реек от инструмента они равны; если обозначить разность $AO - BO$ через d, то получим окончательно основную формулу:

$$H_1 - H = a_0 - b_0 + d \operatorname{tg} i.$$

Эта формула применима к простому Н.; если же точки P и Q удалены настолько, что необходимо производить сложное Н., то разность высот конечных точек равна алгебраической сумме разностей высот каждой пары точек. Так, если абсолютные высоты последовательных точек стояния реек будут H, H_1, H_2, ..., H_n, отсчеты по задним рейкам $a_1, a_2, a_3, \ldots, a_n$, по передним $b_1, b_2, b_3, \ldots, b_n$, а разности расстояний до задней и передней реек d_1, d_2, d_3, ..., d_n, то имеем:

$$H_1 - H = a_1 - b_1 + \operatorname{tg} i\, d_1;$$
$$H_2 - H_1 = a_2 - b_2 + \operatorname{tg} i\, d_2;$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$H_n - H_{n-1} = a_n - b_n + \operatorname{tg} i\, d_n.$$

Сложив эти равенства и обозначив суммы всех $a - b$ через $\Sigma(a - b)$ и d через Σd, получим:

$$H_n - H = \Sigma(a - b) + \operatorname{tg} i\, \Sigma d.$$

По этой формуле вычисляются все точные нивелировки. Если нивелир хорошо выверен и во время работ ставится близко к середине между рейками, то поправочный член $\operatorname{tg} i\, \Sigma d$ всегда очень мал, потому что оба его множителя в отдельности—малые величины. Определение и вычисление поправочного члена $\operatorname{tg} i\, \Sigma d$ получается тоже простым путем. Величину d достаточно знать только приблизительно, поэтому расстояния до реек получают из отсчетов по нитям дальномерным способом, и оно равно разности Δ разностей отсчетов по крайним горизонтальным нитям при наблюдении задней и передней реек, умноженной на коэф. C дальномера. Что касается $\operatorname{tg} i$, то его необходимо определять до производства работ и после работ, чтобы убедиться в его неизменяемости. Определяется $\operatorname{tg} i$ следующим способом: вычисляют из наблюдений обеих реек при двух установках нивелира на одном штативе, причем при первой установке нивелир располагают ближе к задней, а при второй ближе к передней рейке, около 5 *м* от середины. Для обеих установок наблюдения ведутся полностью, и получается ф-ла:

$$H_1 - H = (a_1 - b_1) + d_1 \operatorname{tg} i,$$
$$H_1 - H = (a_2 - b_2) + d_2 \operatorname{tg} i,$$

откуда

$$\operatorname{tg} i = \frac{(a_1 - b_1) - (a_2 - b_2)}{d_2 - d_1}$$

или

$$\operatorname{tg} i = \frac{(a_1 - b_1) - (a_2 - b_2)}{C(\Delta_2 - \Delta_1)}.$$

Можно обойтись и без знания коэфициента C дальномера; тогда имеем:

$$d \operatorname{tg} i\, \Delta = \frac{(a_1 - b_1) - (a_2 - b_2)}{\Delta_2 - \Delta_1}.$$

С введением этих обозначений в основную ф-лу мы получаем конечный вид основной формулы:

$$H_n - H = \Sigma(a - b) + \operatorname{tg} i\, \Sigma\Delta,$$

где

$$\operatorname{tg} i = \frac{(a_1 - b_1) - (a_2 - b_2)}{\Delta_2 - \Delta_1}.$$

Точки, избираемые для определения первого множителя поправочного члена формулы, называются штативами для определения $\operatorname{tg} i$. Обычно в течение суток (и даже больше) $\operatorname{tg} i$ держится постоянным.

При производстве Н. приходится держать пузырек *уровня* (см.) на середине, но т. к. подведение самого пузырька точно на середину связано с большой потерей времени, то лучше определять по отсчету отклонения его от середины и вводить поправки в вычисление, вызванное этим отклонением. Если назвать угол наклонения, измеряемый уровнем, через α, а расстояние рейки от инструмента через D, то поправка Δa отсчета по рейке будет:

$$\Delta a = D \operatorname{tg} \alpha = D \frac{\alpha''}{206265}.$$

Если обозначить разность отсчетов по крайним нитям (дальномера) через R и дальномерный коэф. трубы через C, то

$$D = CR.$$

Угол наклонения α выражается ф-лой

$$\alpha'' = S \cdot \frac{\tau}{2},$$

где S—алгебраич. сумма отсчетов концов пузырька, а τ—цена одного деления уровня; подставив эти величины в предыдущую формулу, получаем следующую формулу:

$$\Delta a = C \cdot \frac{\tau}{2} \cdot \frac{RS}{206265};$$

в этой ф-ле $\frac{C\tau}{2 \cdot 206265}$ — величина постоянная; если обозначить ее через k, то окончательно ф-ла будет иметь следующий вид:

$$\Delta a = kRS.$$

Т. о. поправка отсчета рейки на показание уровня прямо пропорциональна разности отсчетов R по двум крайним горизонтальным нитям и алгебраич. сумме S отсчетов концов пузырька. Знак поправки тот же, что и знак S. Для вычисления этой поправки составляют таблицу с двумя входами R и S, чтобы себя не утомлять вычислениями каждый отдельный раз. Пример: при C=120, τ=6,5″ и k=0,0019 получается:

S \ R	1	2	3	4
1	2	4	6	8
2	4	8	11	15
3	6	11	17	23
4	8	15	23	30

По этой таблице легко получить Δa для любых R и S в пересечении вертикальной и горизонтальной строк. Например, если $R = 4$, $S = 3$, то $\Delta a = 0{,}023$. Если R и S—дробные величины, то для определения Δa нужно произвести интерполирование.

При производстве сложного Н. порядок полевой работы на всех штативах (установках нивелира) одинаков, разница будет только в первом и последнем штативе, т. е. там, где происходит наблюдение заложенных марок. Нивелир и рейки д. б. выверены. Рейки за

номерами и одна из них з а д н я я, другая п е р е д н я я считаются в направлении Н. Т. о. при переходе со штатива на штатив рейки свое название меняют. Порядок работ на штативе идет след. обр.: бывший передний реечник остается на месте, одновременно снимается инструмент и переносится на новое место, а задний реечник, взяв башмак и рейку, переходит по направлению Н. Поровнявшись с рейкой, производящий нивелировку отсчитывает 60 *м* шагами и ставит на это место инструмент; реечник, поровнявшись с новым местом инструмента, также отсчитывает 60 *м* шагами и останавливается на своем новом месте: когда инструмент установлен и приведен в горизонтальное положение, нивелировщик по дальномеру определяет расстояние по задней рейке (60 *м*), затем поворачивает инструмент на переднюю рейку и по дальномеру устанавливает ее на это же расстояние. После того как башмак укреплен и передняя рейка установлена, проверив положение инструмента, нивелировщик приступает к наблюдениям: в журнал записывается номер штатива на отдельной странице, после этого нивелировщик берет отсчет по черной стороне рейки; в журнал записываются: положение уровня, отсчеты по рейке по всем трем нитям и положение уровня (отсчеты уровня до и после наблюдения нитей д. б. близки к равенству); потом нивелировщик поворачивает нивелир на переднюю рейку и делает то же в том же порядке по черной стороне рейки, конечно соблюдая правильное положение пузырька уровня (ближе к середине), после чего отдает команду повернуть рейки красной стороной и повторяет такие же наблюдения в обратном порядке по рейкам. По окончании отсчетов и записей нивелировщик, не трогая инструмента, делает проверку наблюдений в пределах точности отсчетов и, только убедившись, что нет промахов, переходит на следующий штатив; если есть несогласия, то необходимо повторить наблюдения в том же порядке с припискою bis. Перерыв нивелировки на ночь или на обед необходимо делать при хорошем закреплении башмаков, чтобы быть уверенным в неизменяемости их положения до начала продолжения нивелировки. Обыкновенно принято в таких случаях башмаки углублять в почву и на ночь прикрывать; если же есть возможность ставить рейки на какие-нибудь фундаментальные сооружения (напр. бетонные мосты, большие валуны и др.), то можно это сделать, конечно ясно отметив положение рейки по месту. Первые и последние штативы по привязке марок устанавливаются так, что первая (или последняя) рейка ставится на башмак вблизи марки, а инструмент перед нею с таким расчетом, чтобы ось вращения нивелира пришлась в вертикальной плоскости, перпендикулярной к диску марки, а расстояния до марки и рейки были одинаковые и небольшие (до 10—15 *м*). После установки инструмента нивелировщик в обычном порядке наблюдает рейку (черную сторону), затем направляет трубу на марку и отмечает на стене положение всех трех нитей нивелира по вертикали с маркой (карандашом или ножиком); затем делает отсчет на той же рейке (красная сторона), после чего подходит и тщательно измеряет расстояние от центра марки до всех трех отметок нитей на стене точной лентой, имеющей различные системы деления на обеих сторонах. Измерения записываются в порядке (нижняя, средняя и верхняя) на те же места, где рейка. В полевом журнале делается чертеж расположения марки, штатива нивелира и рейки с записью измерений высоты марки над уровнем почвы или фундамента здания. Н. на крутых скатах проводится зигзагами. В ясную погоду нивелир д. б. защищен от солнечных лучей, для чего на объектив трубы полезно надевать открытую трубочку-модератор.

Для сохранения результатов Н. на местности с тем, чтобы можно было развивать нивелировочные сети в сторону и доставлять опорные точки по высоте для всевозможных практических целей, по линиям точных нивелировок, где надо, в основных точках, закладывают м а р к и (р е п е р а). Марки, закладываемые на местности, бывают преимущественно чугунные, ставятся они на фундаментальных сооружениях в специально сделанных гнездах на цементе или алебастре за несколько часов (или сутки) до привязки, чтобы цемент успел высохнуть. Эти марки и служат исходной точкой в дополнительных нивелировках на местности.

После производства Н. следует вычисление самой Н., состоящее из предварительных и окончательных вычислений. Предварительные вычисления делают в поле на каждом штативе, пока инструмент с места не снят, обычно карандашом, чтобы убедиться в правильности наблюдений или открыть промахи в отсчетах и повторить последние. Окончательные вычисления делают обычно чернилами по возвращении с работ. Каждая страница полевого журнала предназначена для одного штатива; в верхней половине записываются отсчеты по черной рейке, а в нижней по красной; страница разбита на 5 вертикальных столбцов: левые два—для задней рейки, правые два—для передней, средний столбец для разностей высот по нитям и их среднего, представляющего собственно результаты Н. Предварительные вычисления заключаются в выводе разности высот в среднем столбце как для черной, так и для красной стороны реек, потом в первом и последнем столбцах против записи средней нити пишут среднее из отсчетов по всем трем нитям для обеих сторон реек. Средние по красной стороне реек, увеличенные на $^1/_{15}$ своей величины, должны равняться соответствующим средним по черным. Если это сравнение средних находится в пределах ± 2 *мм*, то наблюдения сделаны правильно, если же нет, то надо сперва проверить вычисления и, если ошибки нет, необходимо повторить наблюдения. На этом предварительное вычисление в поле оканчивается. Окончательное вычисление начинается введением в готовые уже средние из отсчетов по трем нитям поправок на показание уровня. Эту поправку пишут над соответствующим средним из отсчетов. Исправленные отсчеты вписывают во второй и четвертый столбцы. Далее составляют среднее из разностей

отсчетов по трем нитям и под ними пишут разности поправок на показание уровня. Исправленные средние разности пишут ниже в том же среднем столбце на одной горизонтальной строке с исправленными на показание уровня средними отсчетами реек. Полученное число должно равняться разности этих исправленных средних в пределах до ±0,001; это служит надежной поверкой вычислений. К полевым поверочным числам красных сторон придают поправки на показание уровня и полученные т. о. числа вычитают из соответствующих исправленных средних по черным сторонам; разности пишут внизу обоих столбцов. Когда вычисления окончены для всех штативов по черным и красным сторонам реек, приступают к суммированию всех полученных разностей по формуле:

$$H = \Sigma h = \Sigma(a - b),$$

причем суммирование производят последовательно от одного штатива к другому и под результатами каждого штатива подписывают сумму результатов всех предыдущих. Суммирование производят отдельно по черным и красным сторонам реек. Каждое несогласие должно быть выяснено и исправлено. При суммировании ошибочные штативы отбрасывают и берут bis, повторенные же штативы принимаются при суммировании как один—средний из обоих. Для вычисления поправочного члена $\operatorname{tg} i$ берут суммы $\Sigma\Delta$ и умножают на среднее $\operatorname{tg} i$ из всех определений. Если изменения резкие, то вводят в вычисления наблюдение каждого дня. Окончательный результат Н. от марки до марки д. б. равен среднему из результатов по черным и красным сторонам, причем посредством переводного множителя приводятся оба результата в одну систему мер.

К технич. нивелировкам не предъявляют больших требований в смысле точности работ, потому что они ставятся в целях удовлетворения надобностей чисто технич. порядка и имеют обыкновенно небольшое протяжение, на к-ром даже сравнительно значительные ошибки не могут накопиться до больших величин. Технич. Н. производят нивелирами и рейками самого разнообразного устройства. Сущность работ остается та же, упрощение и ускорение достигается следующими способами: 1) уровень не отсчитывают, а перед наблюдением приводят пузырек на середину трубки, т. е. пренебрегают небольшой неточностью уровня и зрительной трубы; 2) отсчитывают рейки не по трем, а только по одной средней нити; 3) вместо двусторонних реек пользуются односторонними, притом без уровня; 4) вместо башмаков под рейки забивают колья с нумерами, которые после Н. используются для земляных работ; 5) расстояния по линии Н. измеряются цепью или стальной мерной лентой. При смыкании нивелирных ходов может оказаться невязка; если она большая, то необходимо найти промах, если небольшая, то разбивают ее на равные части по всем станциям хода.

3. Физическое, или барометрическое, Н. основано на определении давления (веса) атмосферы при помощи *барометра* (см.) и *гипсотермометра* (см.). Известно, что с увеличением высоты над уровнем океана атмосферное давление уменьшается. Из физики известно, что с понижением давления понижается также и $t^\circ_{кип.}$ воды, так что, определив ее, можно найти соответствующее ей давление атмосферы. Падение атмосферного давления вообще не строго пропорционально высоте. Можно считать, что с изменением высоты на 10 *м* от поверхности океана давление уменьшается на 1 *мм*. Кроме того оно зависит от t°, влажности воздуха и других причин. Строго говоря, для пользования этим способом нужно было бы наблюдать в точках, расположенных на одной отвесной линии, т. к. давление атмосферы меняется и в горизонтальном направлении. Условия состояния атмосферы при этом д. б. идеальными. Хотя эти условия и не соблюдаются, но в действительности бывают настолько близкие условия, что физич. Н. дает достаточную точность. Теория физич. Н. заключается в выводе ф-л, связывающих высоту точки с атмосферным давлением. Если принять обозначения: v—объем воздуха, p—давление, δ—плотность, t—температура ,и для начальных условий: v_0, p_0, δ_0 и t_0, то по закону Мариотта $\frac{v_0}{v} = \frac{p}{p_0} = \frac{\delta}{\delta_0}$ при постоянной темп-ре t. при постоянном же давлении по закону Гей-Люссака приращение объема пропорционально темп-ре, т. е. $v - v_0 = \varepsilon v_0 t$, где ε—коэф. расширения газов, равный $^1/_{273}$; отсюда получим:

$$v = v_0 + \varepsilon v_0 t = v_0(1 + \varepsilon t).$$

Введем обозначения: для сухого воздуха давление p', плотность δ', для водяных паров соответственно e и δ'', для смеси p и δ, тогда по закону Дальтона $p = p' + e$, $\delta = \delta' + \delta''$. Из указанных трех законов выводим следующее соотношение (объем при p и $t = 0$ назовем через v'): по первому закону $\frac{v'}{v_0} = \frac{p_0}{p}$, откуда $v' = v_0 \frac{p_0}{p}$; по закону Гей-Люссака: $v = v'(1 + \varepsilon t)$, следовательно $v = v_0(1 + \varepsilon t)\frac{p_0}{p}$; так как $\frac{v}{v_0} = \frac{\delta_0}{\delta}$, то получим ф-лу, определяющую плотность газа по закону Мариотта—Гей-Люссака:

$$\delta = \delta_0 \cdot \frac{p}{p_0} \cdot \frac{1}{1 + \varepsilon t}.$$

Переходим к выводу нашей формулы, представляя себе выделенный из атмосферы цилиндр с основанием, равным единице, и рассматривая его элемент с высотой dH. Объем этого элемента будет $dH \cdot 1$, масса $dH \cdot 1 \cdot \delta$, вес $dH \cdot 1 \cdot \delta \cdot g$. где g—ускорение силы тяжести. Но, с другой стороны, вес этого элемента есть разность давлений на его пределах; обозначая ее через dp, получаем:

$$dp = -g\delta\, dH \qquad (\gamma)$$

(минус взят потому, что с увеличением высоты давление уменьшается). Подставляем в эту формулу величины, определяемые из наблюдений. На высоте H ускорение силы тяжести g будет отличаться от ускорения g_0 на поверхности земли. Принимая землю за шар радиуса R, на основании закона Ньютона будем иметь:

$$\frac{g_0}{g} = \frac{(R + H)^2}{R^2}, \quad \text{откуда} \quad g = \frac{g_0 R^2}{(R + H)^2};$$

подставляя значения g и δ в формулу (γ), получаем:

$$dp = -\frac{g_0 R^2}{(R+H)^2} \cdot \frac{\delta_0 p}{p_0} \cdot \frac{1}{1+\varepsilon t}\, dH;$$

т. к. величина H мала по отношению к R, то, разлагая по биному Ньютона множитель $\frac{R^2}{(R+H)^2}$ и дробь $\frac{1}{1+\varepsilon t}$, получим:

$$\frac{dp}{p} = -\frac{g_0\delta_0}{p_0}\left(1-\frac{2H}{R}\right)\cdot(1-\varepsilon t)\, dH.$$

Интегрируя это выражение в пределах от p_1 до p_2 и от H_1 до H_2 и принимая, что изменение темп-ры пропорционально высоте, получим:

$$\ln\frac{p_1}{p_2} = -\frac{g_0\delta_0}{p_0}(1-\varepsilon t)\left[H_1 - H_2 - \frac{H_1^2 - H_2^2}{R}\right];$$

преобразуя это выражение и принимая $H = \frac{H_1+H_2}{2}$, получаем:

$$\ln\frac{p_1}{p_2} = -\frac{g_0\delta_0}{p_0}(1-\varepsilon t)(H_1 - H_2)\left(1-\frac{2H}{R}\right);$$

решаем это уравнение относительно разности высот $\Delta H = H_2 - H_1$:

$$\Delta H = \frac{p_0}{g_0\delta_0}(1+\varepsilon t)\left(1+\frac{2H}{R}\right)\ln\frac{p_1}{p_2};$$

в эту формулу вместо давления вводим отсчеты барометра B_1 и B_2, со всеми поправками:

$$\Delta H = \frac{p_0}{g_0\delta_0}(1+\varepsilon t)\left(1+\frac{2H}{R}\right)\ln\frac{B_1}{B_2}.$$

Принимаем $g_1 = g_2$; тогда $\frac{p_1}{p_2} = \frac{B_1}{B_2}$ и следовательно

$$\ln\frac{p_1}{p_2} = \ln\frac{B_1}{B_2}.$$

Такое допущение для практических целей достаточно точно. Чтобы перейти к десятичным логарифмам, надо ввести модуль M:

$$\Delta H = \frac{p_0}{M g_0\delta_0}(1+\varepsilon t)\left(1+\frac{2H}{R}\right)\lg\frac{B_1}{B_2};$$

но g_0 связано с широтой места: для $\varphi = 45°$, $g_0 = g_0^{(45)}(1+\beta\cos 2\varphi)$, где β—численный коэф. Вместо δ_0 и p_0 вводим в эту формулу величину, выводимую из наблюдений и не зависящую от условий, при которых наблюдения производятся:

$$\frac{p_0}{\delta_0} = \frac{0{,}76 q g_0^{(45)}}{\delta_0^{(45)}},$$

где q—плотность ртути для $\varphi = 45°$.

Т. о. получаем окончательную ф-лу барометрич. Н., выведенную впервые Лапласом:

$$\Delta H = \frac{1}{M}\cdot\frac{0{,}76q}{\delta_0^{(45)}}(1+\beta\cos 2\varphi)\cdot$$
$$\cdot(1+\varepsilon t)\left(1+\frac{2H}{R}\right)(\lg B_1 - \lg B_2);$$

в ней $\frac{1}{M}\cdot 0{,}76q$—величина постоянная, и ее обозначают через A. Последняя формула не вводит поправок на влажность воздуха и на углекислоту, которая также влияет на изменение плотности воздуха; если принять во внимание эти два элемента и ввести на них поправки, которые выражаются на основании физич. законов ф-лой

$$\delta_0^{(45)} = \Delta\left[1-\gamma\frac{l_m}{p_m}\right] = \Delta\left(1-\gamma\frac{l_m}{B_m}\right)$$

для $\varphi = 45°$, то наша основная формула примет вид:

$$\Delta H = k(1+\varepsilon t)\left(1+\gamma\frac{l_m}{B_m}\right)\cdot$$
$$\cdot(1+\beta\cos 2\varphi)\left(1+\frac{2H}{R}\right)(\lg B_1 - \lg B_2),$$

где k—постоянный коэф., называемый барометрич. постоянной, l_m—средняя влажность и B_m—среднее показание барометра за несколько лет. Если разность высот ΔH выражать в *м*, то постоянные величины, входящие в эту формулу, будут таковы: $k = 18\,400$. $\varepsilon = 0{,}003665$, $\gamma = 0{,}377$, $\beta = 0{,}00265$, $R = 6\,370\,000$.

Эта последняя ф-ла является полной барометрич. ф-лой, но пользуются ею редко, т. к. в нее входит неизвестная величина H и приходится решать ее последовательными приближениями. Обычно пользуются упрощенными формулами, потому что влияние поправочных членов в % высоты доходит только до 9%. Упрощенная ф-ла, к-рая постоянно применяется, следующая:

$$\Delta H = k(1+\varepsilon t)(\lg B_1 - \lg B_2).$$

Для упрощения вычислений существуют различные таблицы и руководства по барометрич. Н. На русском языке: Шарнгорста, Певцова, Срезневского, Иордана и Близняка.

Производство работ связано с выведенными выше ф-лами, которые предусматривают определенные условия. Поэтому точки, высоты к-рых д. б. определены, не м. б. относимы далее 30—40 *км*. Если точки отстоят друг от друга далеко и между ними лежат горы, то может оказаться, что они находятся в разных слоях атмосферы, где указанные формулы применить нельзя. Кроме того наблюдения нужно располагать так, чтобы их можно было привести к одному моменту; для этого нужно, чтобы изменения давления были пропорциональны промежуткам времени между двумя наблюдениями. Для возможности приведения наблюдений к каким-то определенным моментам необходимо выбирать для работ время, когда перемены давления происходят равномерно и когда они притом невелики. Практически работы по барометрич. Н. сводятся к трем основным видам: 1) когда необходимо определить высоту одной точки над уровнем моря, 2) когда необходимо описать целую площадь и 3) когда необходимо определить относительные превышения нескольких точек, расположенных на значительном расстоянии друг от друга. В первом случае, если точка недалеко от берега, наблюдения располагают следующ. образом. Наблюдатель, снабженный прибором (обычно анероидами), отсчитывает давление на уровне моря, а затем переходит в точку, высоту которой надо определить, и отсчитывает там. После этого он возвращается обратно и повторяет отсчитывание на уровне моря. Среднее из первого и последнего отсчетов даст такой же результат, как и в случае одновременных наблюдений. Во втором случае может понадобиться посетить целый ряд точек, возвращаться каждый раз в начальную точку немыслимо. Поэтому необходимо в одной точке устроить временную станцию, снабженную ртутным барометром и барографом. На этой станции один наблюдатель производит регулярную запись показаний приборов. Второй же, взяв приборы, имеющие аттестат, где даются поправки (делений, на изменение $t°$, добавочная непостоянная поправка, за к-рой во время работ необходимо следить), и, сличив с приборами,

остающимися на временной станции, уходит для отсчетов приборов на точки. Посетив все точки и записав на каждой из них давление, темп-ру и моменты наблюдений, он возвращается на станцию и делает сличение с приборами на станции. Сравнения показаний на станции и точках дают разности высот всех точек. Темп-ра отсчитывается по пращевому термометру или по психрометру Ассмана. Анероиды имеют свои поправки, поэтому их нужно все время сличать с ртутными барометрами. Для временной станции обычно избирают одну из центральных точек, а наблюдения всегда ведут замкнутой фигурой остальных точек. Удаляться дальше 60 *км* не следует, потому что не будет гарантии нахождения в том же слое воздуха. Оборудование считается хорошим, если: 1) станция снабжена ртутным барометром, двумя анероидами (см. *Барометр*) либо *барографом* (см.), психрометром Ассмана (см. *Гигрометр*), *гипсотермометром* (см.) с дистиллированной или дождевой водой и спиртом, часами, с к-рыми сличаются часы наблюдателей, и 2) наблюдатель снабжен 2 анероидами, 2 часами, 2 пращевыми термометрами и 1 гипсотермометром с водой и спиртом. В третьем случае, когда барометрич. Н. производится по прямому и длинному пути, необходимо иметь не менее двух наблюдателей. Оба наблюдателя производят сперва отсчеты своих приборов в начальной точке. Затем первый наблюдатель едет во 2-ю точку, отстоящую на расстоянии не далее 50 *км*; по пути он производит наблюдения в необходимых точках и остается в этой точке на 2 дня, производя наблюдения через определенные промежутки времени. Второй наблюдатель в начальной точке производит наблюдения каждые полчаса в течение суток, затем идет по тому же маршруту в ту же точку, где находится первый наблюдатель, и сличаются приборы обоих наблюдателей. Т. о. наблюдение до второй точки производится дважды. Приборы обоих наблюдателей состоят из барометров, термометров и часов. При оценке точности работ надо исходить из следующих соображений: 1) отсчет анероида м. б. сделан до 0,1 *мм*; 2) отсчет термометра—до 0,1°; 3) 1 *мм* давления соответствует разность высот в 11 *м*. Следовательно теоретически отсчет анероида может дать точность до 1 *м*, но практически, вследствие разницы в слоях атмосферы, получаемая точность меньше: 2—4 *м*. Иногда для определения высот отдельных точек пользуются гипсотермометрами. Для этой цели делаются гипсотермометры с точными делениями 70—80°, 80—90° и выше; кроме того для проверки термометров наносятся точные деления у 0°. Для этого способа существуют специальные таблицы, где аргументом служит $t°$. Это обстоятельство также дает возможность производить поверку анероида. Следует только помнить, что громадную роль при этих наблюдениях играет чистота воды. Иметь вообще такой прибор полезно, так как он дает возможность легко поверять анероиды, поправка которых может изменяться довольно заметно.

Лит.: Инструкция по нивелированию высокой точности, производимому корпусом военных топографов, М., 1921, с доп., М., 1926; Красовский Ф. Н., Руководство по высшей геодезии, ч. 1, М., 1926; Курс геодезии, под ред. Ф. Н. Красовского, М.—Л., 1930; Витковский В., Практическая геодезия, 2 изд., СПБ, 1911; его же, Топография, 3 изд., М., 1928; Певцов М. В., Инструкция для определения высот посредством последовательного барометрич. нивелирования, СПБ, 1895; Шарнгорст К., Таблицы для вычисления высот из барометрич. наблюдений, СПБ, 1887; Срезневский Б. И., Инструкция для определения высот помощью барометрич. наблюдений, СПБ, 1891. **А. Клабе.**

НИЖНЕЕ СТРОЕНИЕ железных и обыкновенных дорог, часть ж.-д. и обыкновенного пути, представляющая собой совокупность всех сооружений, поддерживающих *верхнее строение* (см.). К Н. с. относятся нижеследующие сооружения.

I. *Земляное полотно* (см.): 1) насыпи, 2) выемки, 3) полунасыпи, 4) полувыемки, 5) полунасыпи-полувыемки, 6) *подпорные стенки* (см.).

II. Искусственные сооружения: 1) сооружения, устраиваемые в местах пересечения дороги с водотоками для беспрепятственного пропуска через земляное полотно вод: а) лотки, б) *трубы* (см.), в) открытые мостики, г) *мосты* (см.), д) *дюкеры* (см.) и е) *сифоны* (см.); 2) сооружения, устраиваемые в местах пересечения дороги с другими путями сообщения для сохранения непрерывности сообщения через дорогу: а) переезды на уровне дороги, б) путепроводы над дорогой и под дорогой; 3) сооружения, устраиваемые при значительной разнице в отметках дороги и земной поверхности: а) *виадуки* (см.)—взамен насыпей, б) *туннели* (см.)—взамен выемок.

Являясь весьма важным, серьезным элементом ж.-д. и дорожного строения, в частности ж.-д. пути и обыкновенной дороги, Н. с. представляет собой в общем такую составную часть, от прочного и рационального устройства к-рой зависят, с одной стороны, безопасность движения, с другой же—не в малой степени эксплоатационные расходы, притом не только расходы по содержанию в исправности самого Н. с., но и расходы по содержанию и ремонту пути. Поэтому вопрос о правильном и рациональном устройстве всех сооружений, входящих в состав Н. с., является весьма важным вопросом как с точки зрения технической, так и экономической,—вопросом, требующим к себе серьезного внимания. **К. Оппенгейм.**

НИКЕЛЕВЫЕ РУДЫ встречаются в природе в виде жильных минералов (б. ч. сернистых) или в виде кремнекислых руд в трещинах перидотитов и змеевиков, подвергшихся выщелачиванию и выветриванию. Некоторые минералы, содержащие никель, содержат также кобальт; т. о. эти два элемента связаны между собой в природе. В табл. 1 приведены минералы, содержащие никель. Из руд других минералов нек-рые содержат и никель, например магнитный колчедан (от следов до 7,1%), миспикель (0—4,7%). Наибольшее значение из Н. р. имеет *гарниерит* (см.), представляющий собой групповое название различных никельсодержащих силикатов, и пентландит. Очень богат содержанием никеля бывает магнитный колчедан.

Месторождения никеля мирового значения находятся в Канаде около Седбери, где рудой является никелевый колчедан; запасы

Табл. 1.—Никелевые минералы.

Руды	Кристаллич. система	Состав	%	Тверд.	Уд. вес
Герсдорфит (мышьяково-никелевый блеск)	Куб.	$NiAsS$	35,4	5,5	5,6—6,7
Коринит	»	$Ni(As, Sb)S$	28,9	4,5—5	5,99
Ульманнит (сурьмяно-никелев. блеск)	»	$NiSbS$	27,9	5—5,5	6,2—6,5
Хлоантит	»	$NiAs_2$	28,1	5,5	6,4—6,8
Раммельсбергит (белый никелевый колчедан)	Ромб.	$NiAs_2$	28,1	4,5—5,5	7,0—7,2
Зигенит (кобальто-никелев. колчедан)	Куб.	$*R_3S_4$	14—42,6	5,5	4,8—5,0
Полидимит	»	Ni_3S_4	59,7	4,5	4,8
Горбахит	—	$(Fe, Ni)_2S_3$	12,0	4—5	4,4
Миллерит (волосистый колчедан)	Гекс.	NiS	64,5	3,5	5,2—5,3
Бейрихит	»	NiS	64,5	3—3,5	4,7
Пентландит (железо-никелев. колчедан)	Куб.	$(Fe, Ni)S$	22,0	3,5—4	4,6—5,0
Никелин (красный никелев. колчедан)	Гекс.	$NiAs$	43,9	5,5	7,5—7,6
Брейтгауптит (сурьмянистый никель)	»	$NiSb$	32,9	5	7,3—7,7
Мелонит (теллуристый никель)	»	Ni_2Te_3	23,6	1,5	7,6
Бунзенит	Куб.	NiO	78,4	5,5	6,5
Тексазит (никелевый изумруд)	—	$NiCO_3 \cdot 2Ni(OH)_2 \cdot 4H_2O$	46,7	3	2,6
Моренозит (никелевый купорос)	Ромб.	$NiSO_4 \cdot 7H_2O$	15,6	2	2,0
Линдаккерит	М. ?	$3NiO \cdot 6CuO \cdot SO_3 \cdot 2As_2O_5 \cdot 7H_2O$	44,1	2—2,5	2,0—2,5
Аннабергит (*никелевые цветы*, см.)	М.	$3NiO \cdot As_2O_5 \cdot 8H_2O$	29,4	2—2,5	3—3,1
Карберит	»	$3(Ni,Mg)O \cdot As_2O_5 \cdot 8H_2O$	15,6—21,8	2	2,8—3,1
Форбезит	—	$H_2(Ni,Co)_2As_2O_8 \cdot 8H_2O$	15,4	2,5	3,1
Аэругит	—	$5NiO \cdot As_2O_5$	48,4	4	4,8
Гентит (никельгимнит)	Р. ?	$2NiO \cdot 2MgO \cdot 3SiO_2 \cdot 6H_2O$	22,6	3—4	2,4
Гарниерит (нумеаит)	—	$(Ni,Mg)O \cdot SiO_2 \cdot mH_2O$	18,8—29,8	2—3	2,3—2,8
Пимелит	—	Ni,Mg,Ca,Al,Silicat + aq	2,3—11,7	—	—

* R=Ni, Co и немного Fe.

здесь исчисляются в 150 000 000 *m* руды, причем содержание никеля в ней—колеблющееся. Крупное месторождение силикатных Н. р. известно на острове Нов. Каледония; здесь руда представлена гарниеритом; запас исчисляется около 160 000 *m* металлического никеля. Другие месторождения, встречающиеся напр. в Германии, Швеции, Норвегии и Финляндии (Петсамо), б. ч. непромышленного характера. В СССР известны никелевые месторождения на Урале, из них наиболее промышленное значение имеют месторождения Верхне-Уфалейского района (Ново-Черемшанский рудник). Почти все месторождения Среднего Урала—Кыштымское, Каслинское, Ревдинское, Василье-Шайтанское, Нижне-Исетское, Билимбаевское, Верхне-Нейвинское — обладают сравнительно значительным запасом разведанных руд, но концентрация никеля не превышает в них 1—2%. Наибольшая концентрация Ni (до $4^1/_2$%) замечается только в Верхне-Уфалейской даче. К Ю.-В. от этого последнего расположено Тюленевское месторождение, разведанный запас наиболее богатых руд исчисляется А. А. Глазковским в 224 500 *m* руды. Содержание Ni в руде колеблется от 0,5 до 15%. Это месторождение является наиболее выгодным, благодаря близости к ж. д. Кроме упомянутых, открыты еще месторождения Крестовское ($^1/_2$ *км* к северу от Тюленевского), Гологорское (на южн. склоне горы Голой), но пока они еще недостаточно исследованы. В Оренбургском районе, около станции Халилово открыто месторождение сульфидных Н. р., но промышленная ценность его пока неизвестна. В Киргизской степи, в урочище Уртын-Джал, недавно открыто месторождение никелевых соединений.

Мировая добыча никеля (табл. 2) сконцентрирована в Канаде и в Нов. Каледонии.

Табл. 2.—Мировая добыча никеля (в *m*).

Страны \ Годы	1913	1923	1924	1925	1926	1927
Германия . .	271	—	—	—	—	—
Норвегия . .	499	300	64	—	—	—
Италия	—	44	1	6	—	—
Греция	87	—	—	—	30	—
Канада	22 533	33 046	36 772	38 694	40 873	39 529
США	219	91	174	247	278	300
Н. Каледония	8 229	2 677	3 658	5 409	5 269	5 000
Тасмания . .	314	—	—	—	—	86
Всего .	32 152	36 158	40 669	44 356	46 450	44 915

Никелевая промышленность СССР еще только начинает возникать, и потребность в никеле покрывается полностью ввозом.

Лит.: Добровольский П. Г., Полезные ископаемые Майкопского округа, «МС», 1927, *9*; Кантор М. О., О возможности развития никелевой промышленности в СССР, «ГЖ», 1926, *10*; Курбатов И. Д., О никелевых силикатных рудах Нижне-Исетской дачи на Урале, «Труды Минерал. музея Акад. наук», т. 1, Л., 1926; Разумовский Н. К., Халиловское месторождение никелевой руды на Южном Урале, «Вестн. Геолог. к-та», Л., 1927, *10*; Русаков М. П., Никель в Киргизской степи, там же, 1928, *1*; Средник И. И., К производству никеля на Урале, «МС», 1926, *12*; Торгашев В. П., Горная продукция и ресурсы Дальнего Востока, Харбин, 1927; Федоровский Н. М., Минералы в промышленности и в сел. х-ве, 2 изд., Л., 1927; Bastin E. S., Genesis of sulphide ores, «Min. Magazine», L., 1927, v. 36, *2*; Borwasser J., Neuere Untersuchungen über d. Reduktion von Nickel u. Zinkerzen, «Metall u. Erz», Halle a/S., 1927, *21*; Chaudron G., Le Nickel pur et ses applications, «Revue de Métallurgie», P., 1927, *11*; Clenhel J. E., The Volumetric Estimation of Cobalt a. Nickel, «Min. Magazine», L., 1927, v. 36, *2*; Contal R., Le Nickel en Nouvelle-Calédonie, «Revue de Métallurgie», P., 1927, *11*; Empire Mining a. Metallurgical Congress Notes, «South-African Min. a. Eng. Journ.», Johannesburg, 1927, *1881*; Fein-Nickel u. Werk-Nickel, «Ztschr. f. Metallkunde», B., 1927, *7*; Galibourg J., Métallurgie du Nickel au Canada et aux États-Unis, «Revue de Métallurgie», P., 1927, *11*; Gibson T. W., Nickel Mineral Industry during 1926, N. Y., 1927; Guillet L., La situation de la métallurgie du nickel, «Revue de Métallurgie», Paris, 1927, *11*; Neues über d. Analyse von Cobalt u. Nickel, «Metallbörse», Berlin, 1927, *92*, *94*; Nickel as an Alloy in Steel Making, «Eng. a. Min. Journal», N. Y., 1927, v. 124, *92*; Stanley, Aperçu sur l'industrie du nickel, «Rev. universelle des mines», P., 1928, série 7, v. 17, *1*; The Nickel Mining Industry, «South-African Min. a. Eng. Journ.», Johannesburg, 1927, *1869*. **Н. Федоровский.**

НИКЕЛЕВЫЕ ЦВЕТЫ, аннабергит, никелевая охра, минерал моноклинной системы, представляющий водное соединение никеля с мышьяком; встречается в виде волосистых кристалликов, хлопьевидных налетов, вкрапленных и в сплошном виде. Цвет яблочно-зеленый или зеленовато-белый; тв. 2—2,25; уд. в. 3—3,1; хим. сост. $3NiO \cdot As_2O_5 \cdot 8H_2O$ (37,47% NiO; 38,46% As_2O_5; 24,07% H_2O), иногда с примесью мышьяковокислых солей кобальта и железа; при нагревании на угле выделяют пары мышьяка; в к-тах легко растворяются. Обыкновенно Н. ц. представляют продукт окисления содержащих никель колчеданов. Встречаются в Германии (Аннаберг, Шнееберг, Рихельсдорф), Испании (Сиерра-Кабрера) и других местах. См. *Никелевые руды*.

НИКЕЛИН, медно-цинково-никелевый сплав серебристобелого цвета, по существу тожественный с *нейзильбером* (см.) и применяемый для реостатов, эталонных сопротивлений и т. д.; для примера приводится состав нек-рых вариантов Н.: Cu 61,63; Zn 19,67; Ni 18,46; Fe 0,24; Mn 0,18%, причем удельн. электросопротивление 33,2 *μΩ-см*; тепловой коэф. его 0,00030, а термоэдс в отношении меди 18,1 mV/°C. Другой вариант: Cu 54,57; Zn 20,44; Ni 24,48; Fe 0,64; Mn 0,27; уд. электросопротивление 44,8 *μΩ-см*; тепловой коэф. его 0,00033. У других вариантов уд. электросопротивление доходит до 44, а термоэдс падает до 8,4 mV/°C. Уд. в. Н. 8,5; коэф. теплового расширения 0,0000173, максимальная рабочая *t*° ок. 260°. Применение Н. таково же, как и нейзильбера. В частности сплавы этой группы м. б. применяемы как припой для железа и стали.

Лит.: см. *Нейзильбер*.

НИКЕЛИРОВАНИЕ, технич. процесс нанесения на поверхность металлов б. или м. тонкой пленки металлического никеля или никелевых сплавов; цель этого нанесения—уменьшить *коррозию* (см.) металла, увеличить твердость наружного слоя, повысить или изменить отражательную способность поверхности, сообщить ей более красивый вид. Полученное впервые Беттгером в 1842 г. и промышленно осуществленное в США с 1860 г., Н. в настоящее время сделалось одним из наиболее широко усвоенных промышленностью способов покрытия металлов. Ниже приводятся данные, служащие дополнением к сведениям, сообщаемым в статье *Гальванотехника* (см.).

Существующие многочисленные способы Н. могут быть подразделены на две главные группы: способы контактные и способы гальванотехнические; в настоящее время особенно часто прибегают к последним. Нанесение никелевой пленки применяется в отношении поверхностей различных металлов, причем в соответствии с характером Н. их можно разделить на группы: 1) медные, латунные, бронзовые, цинковые, 2) железные, 3) оловянные, свинцовые и из сплавов типа британия-металла, 4) алюминиевые и из алюминиевых сплавов. Никелевые пленки представляют вполне удовлетворительную защиту железа от ржавления во внутренних помещениях. Однако они недостаточны под открытым небом; кроме того на отполированные никелированные поверхности действуют горячие жиры, уксус, чай, горчица, вследствие чего столовая и кухонная никелированная посуда покрывается пятнами. В тех случаях когда требуется вполне надежная защита от воздействия непогоды и вместе с тем нарядный вид никелированной поверхности, на железо д. б. наложена двойная пленка— цинковая, а затем никелевая. Этот способ двойного покрытия (цинком, а затем никелем) применяется также в отношении т. н. корсетной стали. При необходимости получить особенно стойкие пленки, как напр. на проволоках, откладывают одновременно никель и платину, причем содержание последней постепенно повышают от 25% до 100% и наконец прокаливают предмет в струе водорода при 900—1 000°. Крупные изделия, напр. котлы для варки, барабаны центрифуг или вентиляторы, если по экономич. условиям не могут быть сделаны из чистого никеля, но недостаточно стойки при никелевой пленке по железу или меди, облицовываются слоем свинца в несколько *мм*, а по нему слоем никеля в 1—2 *мм*. Ржавление железных и стальных никелированных изделий объясняется присутствием электролита, остающегося в тонких порах никелевой пленки. Это явление устраняется, если изделия перед никелировкой выдержать в масле при 200°, по охлаждении обезжирить, слабо омеднить, затем отникелировать в лимоннокислой никелевой ванне слабым током и наконец просушить в шкафу при 200°; тогда влага удаляется из пор, к-рые закупориваются находящимся в них маслом.

Имеется ряд предложений накладывать двойные защитные пленки по литому железу, железным или стальным листам, проволокам и полосам в порядке обратном вышеуказанному, т. е. сначала покрывать изделия тонкой пленкой никеля контактным или электролитич. способом, а затем уже погружать в ванну с расплавленным цинком или оловом (Вивиен и Лефебр, 1860 г.). Предложено также добавлять некоторое количество никеля в сплав из 25—28 *кг* цинка, 47—49 *кг* свинца и 15 *кг* олова, служащий для покрытия железных листов горячим способом. Стойкость поверхностей алюминия и его сплавов против соли и морской воды м. б. достигнута гальваническим осаждением на них, после очистки их песчаною струей, последовательных слоев: никеля толщиною в 6 μ, меди в 20 μ и затем снова никеля в 50 μ, после чего поверхность полируется. Стойкость алюминия против 15%-ной натровой щелочи достигается никелевой пленкой в 40 μ толщиною. В нек-рых случаях применяется покрытие не чистым никелем, а сплавом, например никелево-медным; для этого электролиз ведется в ванне, содержащей катионы в соотношении требуемого сплава; осажденная пленка затем переводится в сплав нагреванием изделия до краснокалильного жара.

Контактное Н. Стальные предметы, согласно указанию Ф. Штольба (1876 г.), после полировки и надлежащего обезжирения кипятятся в ванне из 10—15%-ного водного раствора чистого хлористого цинка, к к-рому добавлено сернокислого никеля до образования зеленой мути от основной никелевой соли. Н. длится ок. 1 ч. После этого предмет прополаскивается в воде с мелом, а ванна, после фильтрации и добавки никелевой соли, может применяться вновь. Получающаяся пленка никеля тонка, но держится прочно. Для повышения температуры ванны предложено или вести процесс под давлением (Ф. Штольба, 1880 г.) или применять ванну с конц. раствором хлористого цинка. Во избежание ржавления предметов их выдерживают в течение 12 ч. в известковом молоке. Более сложная ванна для железных предметов, предварительно омедненных в ванне из 250 *г* сернокислой меди в 25 *л* воды с несколькими каплями серной к-ты, содержит 20 *г* винного камня, 10 *г* нашатыря, 5 *г* хлористого натрия, 20 *г* хлорного олова, 30 *г* сернокислого никеля и 50 *г* двойной сернокислой никелево-аммониевой соли.

Гальваническое Н. Обеднение никелевой ванны м. б. предупреждаемо достаточно легким растворением никелевых анодов. Вальцованые, и в особенности из чистого никеля, аноды растворяются трудно и потому при техническом Н. пользуются в качестве анодов никелевыми брусками, содержащими до 10% железа. Однако такие аноды ведут к осаждению на предмете железа, а наличие железа в никелевой пленке влечет за собой целый ряд пороков Н. Как указано Калгане и Гаммоге (1908 г.), невозможно получить при анодах с железом осадок, вполне свободный от последнего. Но осадок никеля будет содержать уже только 0,10—0,14% железа, если в анодах содержание железа снижено до 7,5%; содержание железа в осадке можно еще уменьшить, заключая аноды в тканевые мешки, тогда как вращение электродов ведет к повышенному содержанию железа в осадке и к снижению его выхода. Присутствие железа в никелевой пленке ведет к отложению осадков с постепенно понижающимся содержанием железа и потому неоднородных в отношении механич. свойств на различной глубине; К. Энгеман (1911 г.) считает эту неоднородность единственной причиной легкой отщепляемости никелевых пленок. Наличие железа м. б. причиною ряда других пороков Н. (см. табл.), напр. легкости ржавления пленок.

Электролитич. ванна для Н. составляется гл. образом из двойной никелево-аммониевой соли, причем для устранения основных

Пороки никелирования.

Порок	Причина возникновения	Мера борьбы
Осаждение никеля не происходит, газообразования нет	Источник тока не работает	Проверка и возобновление источника энергии
	Провода приключены неправильно	Переключение проводов
	Ванна слишком холодна	Нагрев ванны до $t°$ выше 15°
	Ванна слишком кисла	Подливается водный раствор нашатырного спирта или водная взвесь углекисл. никеля при непрерывном помешивании и частом испытании на конго-бумагу
	Ванна содержит цинк	Ванна делается щелочной посредством углекислого никеля, размешивается в течение нескольких часов, фильтруется и подкисляется 10%-ной серной к-той
Неполное покрытие предмета никелевой пленкой	Недостаточный ток	Предметы подвешиваются на равных расстояниях от анодов, ванна подогревается не менее как до 20°
	Очень глуб. вогнутости поверхности предмета	Устанавливаются небольшие вспомогательные аноды, вводимые в углубления предмета
	Щелочность ванны	Осторожное подкисление ванны 10%-ной серной к-той при помешивании и постоянном испытании лакмусовой бумагой
Легкая отщепляемость белой или желто-никелевой пленки при полировке	Загрязненность поверхности предметов окислами и жиром	Дополнительная очистка поверхности предметов
	Слишком большое напряжение (выше 4 V)	Увеличивают число никелируемых предметов или снижают напряжение до 2,5—3 V
	Слишком большая кислотность ванны	Нейтрализация нашатырным спиртом или водной взвесью углекислого никеля
	Бедность ванны никелем	Удаление части электролита и добавка никелевой соли, пока ванна не станет норм. зеленого цвета
	Несоответственные вязкость и поверхностное натяжение ванны	Добавка глицерина или амилового спирта, или растительных отваров, или других коллоидов
	Выделение водородных ионов	Добавка окислителей или поглотителей водорода; применение несимметричного переменного тока
	Несоответственная подготовка поверхности предметов	Сообщение поверхностям шероховатости, механически или химически, покрытие их тонким слоем никеля из горячего раствора хлористого никеля или холодного конц. раствора этило-сернокислого никеля
Отставание никелевой пленки или разрыв ее при изгибе и растяжении предметов	Присутствие капиллярных прослоек электролита	Просушка и нагрев предметов до 250—270°
Недостаточная обрабатываемость листов, покрытых толстым слоем никеля	Вероятно та же	Промывка, просушка без доступа воздуха и наконец нагрев до слабого краснокалильного жара
Поверхность в ямочках и пленка пронизана бесчисленными порами	Пыль и частички волокон, плавающие в ванне	Ванну кипятят, фильтруют и устанавливают в ней правильную реакцию
	Образование газовых пузырьков	Постукивание по токоведущему стержню. Пузырьки удаляют; устанавливают слабо кислую реакцию
Грубость и неровность поверхности	Выделение водорода	Введение связывающего водород свободного хлора в газообразном виде временами пропускаемой струею или в водном растворе; с несколько меньшим успехом хлор м. б. заменен бромом; весьма рекомендуется добавление раствора хлористого кобальта
Недостаточная гибкость пленки	Высокое сопротивление ванны	Добавка соли натрия
Желтизна пленки; поверхность становится матовой, а затем получает желтый и темножелтый цвет	Наличие примесей железа в ванне, содержание к-рых повышается в старых ваннах	Избегать старых ванн, не слишком двигать ванны, работать со слабыми токами
Чернота пленки, темные полосы в местах отставания при правильной плотности тока	Содержание в ванне посторонних металлов (до 1%)	Удаление посторонних металлов
	Недостаток проводящих солей	Добавление проводящих солей в количестве 2—3 *кг* на 100 *л* ванны: нашатырь, хлористый калий и хлористый натрий дают повышение проводимости на 84, 31 и 18% соответственно
	Бедность ванны солью никеля	Добавка никелевой соли
	Очень сильная щелочность ванны	
Загар поверхности	Слишком большая проводимость ванны из-за чрезмерной крепости ее	Контроль концентрации ванны (напр. постоянства плотности в 5° Bé) и плотности тока
Образование полос	Загрязнения, производимые полировальным кругом в небольших углублениях	Устранение затруднительно; достигается до известной степени мгновенным погружением в котел со щелоком или механич. протиркой предметов
	Изменения концентрации и возникновение потоков жидкости	Уменьшение плотности тока и повышение $t°$ ванны
Образование пятен	Недостаточная очистка готовых отникелированных изделий	Тщательная промывка в проточной воде изделий после Н., затем погружение в кипящую вполне чистую воду, отряхивание изделий и просушка в нагретых опилках
Непрочное приставание никелевой пленки к железу	Наличие ржавчины	Тщательное освобождение от ржавчины
		Гальванич. нанесение промежут. слоя из цианкалиевой ванны, после чего пленка утолщается в кислой ванне

солей добавляют слабые кислоты. Большая кислотность ванны ведет к более твердым пленкам. Необходимо иметь в виду, что технич. никелевый купорос не пригоден для ванн, т. к. часто содержит медь; ее следует удалить пропусканием сероводорода чрез водный раствор купороса. Применяются также хлористые соли, но при сульфатных ваннах осадки тверже, белее и более стойки, чем при хлоридных. Высокое сопротивление никелевой ванны выгодно снижать добавкою различных проводящих солей—особенно нашатыря и хлористого натрия—и нагреванием. Нейтрализация избыточной серной кислоты в старых растворах успешно производится углекислым никелем, к-рый получается из теплого водного раствора сернокислого никеля, осаждаемого содой. Для белизны и гладкости пленок сделано большое количество предложений добавлять к никелевой ванне различные органич. кислоты (винную, лимонную и т. д.) и их соли, напр. уксусно-, лимонно- и виннокислые соли щелочных и щелочноземельных металлов (Кейт, 1878 г.), пропионовокислый никель, борно-виннокислые соли щелочных металлов. При необходимости получить толстые никелевые осадки предложено добавление борной, бензойной, салициловой, галловой или пирогалловой кислот, и кроме того 10 капель серной, муравьиной, молочной кислоты на 1 *л* ванны, чтобы предупредить поляризацию на изделии. Как указал Пауелл (1881 г.), прибавка бензойной к-ты (31 *г* на ванну из 124 *г* сернокислого никеля и 93 *г* лимоннокислого никеля в 4,5 *л* воды) избавляет от необходимости пользоваться химически чистыми солями и кислотами. Осадок никеля имеет хорошие свойства также и при простой ванне из никелево-аммонийного сульфата, но при условии щелочности раствора, что достигается добавкою аммиака. Весьма хорошие осадки получаются из нейтрального раствора фтористо-борнокислого никеля при комнатной $t°$ (при $t°$ выше 35° раствор разлагается с образованием нерастворимой основной соли) и плотности тока 1,1—1,65 А/*дм*². Приводим несколько рецептов ванн. 1) 50 ч. бисульфита натрия, 4 ч. азотнокислого окисного никеля и 4 ч. конц. нашатырного спирта растворяют в 150 ч. воды. 2) 10—12 ч. сернокислого никеля, 4 ч. двойной никелево-аммониевой сернокислой соли, 1—3 ч. борной кислоты, 2 ч. хлористого магния, 0,2—0,3 ч. лимоннокислого аммония, доливается до 100 ч. (всего) воды. Ток плотностью 1,6 А/*дм*² отлагает пленку со скоростью 2 μ/ч.; повышая температуру до 70°, можно снизить сопротивление ванны в два-три раза и тем ускорить Н. 3) Электролит из 72 *г* двойной никелево-аммониевой сернокисл. соли, 8 *г* сернокисл. никеля, 48 *г* борной к-ты и 1 *л* воды особенно благоприятен для мягкости и непористости осадка, т. к. снижает выделение водорода.

Получение никелевых пленок особого вида. 1) Белая пленка по цинку, олову, свинцу и британия-металлу получается в ванне из 20 *г* двойной никелево-аммониевой сернокислой соли и 20 *г* углекислого никеля, растворенных в 1 *л* кипящей воды, и нейтрализованной при 40° уксусной кислотою; ванна должна поддерживаться нейтральною. 2) Матово-белая пленка получается в ванне из 60 *г* двойной никелево-аммониевой сернокислой соли, 15 *г* перекристаллизованного сернокислого никеля, 7,4 *г* нашатыря, 23 *г* хлористого натрия и 15 *г* борной кислоты на 1 *л* воды; ванна д. б концентрирована до 10° Bé; напряжение от 2 до 2,5 V. 3) Черная пленка получается на поверхностях, тщательно обезжиренных или покрытых тонким слоем белого никеля путем электролиза в ванне из 60 *г* двойной никелево-аммониевой сернокислой соли, 1,5 *г* роданистого аммония и ок. 1 *г* сернокислого цинка на 1 *л* воды 4) Черная пленка получается также в электролите из 9 *г* двойной никелево-аммониевой сернокислой соли в 1 *л* воды с последующей добавкой 22 *г* роданистого калия, 15 *г* углекислой меди и 15 *г* белого мышьяка, предварительно растворенного в углекислом аммонии; глубина черного тона вырастает с содержанием в растворе мышьяка. 5) Глубоко синяя пленка получается в ванне из равных частей двойной и простой сернокислых солей никеля, доведенной до 12° Bé, причем на *л* добавляют 2 ч. аммиачного отвара лакричного корня; электролиз длится 1 час при 3,5 V, а затем еще $^1/_2$ часа при 1,4 V. 6) Коричневая пленка получается так: электролиз при напряжении 0,75—1 V ведется в ванне из 180 *г* двойной никелево-аммониевой сернокислой соли и 60 *г* сернокислого никеля, растворенных в возможно малом количестве кипящей воды, добавленной до 50 *см*³ и смешанной затем с растворами 30 *г* сернокислого никеля и 60 *г* роданистого натрия, каждый в 0,5 *л* воды, после чего добавляют раствор до 4,5 *л*. Полученной пленке черного цвета придают коричневый оттенок, погружая изделие на несколько секунд в ванну из 100,6 *г* перхлората железа и 7,4 *г* соляной к-ты в 1 *л* воды: после промывки и просушки поверхность изделия для закрепления тона лакируют.

Н. алюминия и его сплавов. Предложено несколько процессов. 1) Подготовка поверхности алюминиевых изделий состоит в обезжирении, затем очистке пемзой и наконец погружении в 3%-ный водный раствор цианистого калия; после электролиза в никелевой ванне изделия промываются холодной водой. 2) После промывки 2%-ным раствором цианистого калия изделия погружаются в раствор из 1 *г* хлористого железа (феррохлорид) на 0,5 *л* воды и технич. соляной к-ты, пока поверхность не станет серебряно-белой, и затем никелируются в течение 5 мин. при напряжении 3 V. 3) Полировка изделий, удаление полировочного состава бензином, выдержка в течение нескольких минут в теплом водном растворе фосфорнокислого натрия, соды и смолы, промывка, погружение на короткое время в смесь из равных частей 66%-ной серной к-ты (содержащей несколько хлористого железа) и 38%-ной азотной к-ты, новая промывка и электролиз в ванне, содержащей никелевую соль, горькую соль и борную к-ту; напряжение 3—3,25 V. 4) По Ж. Канаку и Э. Тассилли: протравка изделия кипящей калиевой щелочью, чистка щеткой

в известковом молоке, 0,2%-ная цианкалиевая ванна, ванна из 1 *г* железа в 500 *г* соляной к-ты и 500 *г* воды, промывка, Н. в ванне из 1 *л* воды, 500 *г* хлористого никеля и 20 *г* борной к-ты при напряжении 2,5 V и плотности тока 1 А/*дм*², наконец полировка матово-серого осадка. Железная ванна служит для огрубления поверхности алюминия и тем содействует прочности, с какою удерживается пленка на металле. 5) По Фишеру, ванна для Н. составляется из 50 *г* сернокислого никеля и 30 *г* нашатыря в 1 *л* воды при плотности тока 0,1—0,15 А/*дм*²; за 2—3 часа получается толстый осадок, который обладает высоким блеском после полировки стеариновым маслом и венской известью. 6) Горячая ванна (60°) составляется из 3 400 *г* двойной никелево-аммониевой сернокислой соли, 1 100 *г* сернокислого аммония и 135 *г* молочного сахара в 27 *л* воды. 7) Холодная ванна содержит азотнокислый никель, цианистый калий и фосфорнокислый аммоний.

Контроль никелевой пленки. Распознавание состава металлической пленки на предмете, по Л. Ловитону (1886 г.), может производиться посредством нагревания предмета в наружном пламени бунзеновской горелки: никелевая пленка синеет, получает черный отблеск и сохраняется невредимою; серебро не изменяется в пламени, но чернеет при обработке разбавленным раствором сернистого аммония; наконец оловянное покрытие быстро становится от серо-желтого до серого и исчезает при обработке указанным реагентом. Проверка качества никелевой пленки на железе и меди в отношении пор и изъянов может производиться при помощи т. н. ферроксилового испытания и с особым удобством при помощи ферроксиловой бумаги, покрытой гелем агар-агара с железисто-синеродистым калием и хлористым натрием. Наложенная в смоченном виде на испытуемую поверхность и по прошествии 3—5 мин. закрепленная в воде, эта бумага дает документальное изображение малейших пор, к-рое м. б. сохраняемо.

Регенерация никеля со старых изделий. Удаление никелевого покрытия с изделий из железа и других неамальгамируемых металлов производится следующими способами: а) парами ртути под вакуумом или под обыкновенным давлением; б) нагреванием обрезков с серою, после чего слой металла легко удаляется молотками; в) нагреванием обрезков с веществами, отдающими серу при высокой $t°$; при внезапном охлаждении пленка никеля соскакивает; г) обработкою нагретой до 50—60° серною или азотною к-тою; железо переходит в раствор, и никель остается почти нерастворенным; однако несмотря на свою простоту этот способ мало применим, т. к. полученный никель сохраняет еще значительное содержание железа, не удаляемое и при повторной обработке кислотою (Т. Флейтман); д) длительным нагреванием при доступе воздуха или водяного пара, после чего обрезки подвергаются механич. ударам и никель отскакивает; е) электролитическим растворением: железный покрываемый никелем предмет делают анодом в ванне, содержащей углекислый аммоний; если покрытие состоит из сплава никеля, то необходимо регулировать напряжение, причем при 0,5 V осаждается медь, а при напряжении большем 2 V—никель; при этом процессе железо не разъедается; ж) железные или стальные обрезки делают анодом в ванне из водного раствора натриевой селитры, тогда как катод состоит из угольной палки; напряжение не должно превосходить 20 V; з) с цинковых кружек никель удаляется электролизом предметов, сделанных анодом в 50°-ной серной к-те; к-та этой концентрации обладает свойством растворять только никель, серебро и золото, но не другие металлы, если идет ток; напряжение применяется 2—5 V; в качестве катодов служат железные листы, на которых никель осаждается в виде пыли; цинк не растворяется, хотя бы кружки и оставались в электролите долгое время.

Лит.: Г. П. 70731, 325668; Г. П. 185780; Ам. П. 32377; Ам. П. 173268; Г. П. 23716; Г. П. 6741; Г. П. 201663; Г. П. 133315; Ан. П. 24019; Г. П. 97580; Ан. П. 12691/97; Г. П. 101628; Флоренский П. А. и Кремлевский П. А. Ферроксиловое испытание надежности никелевых и оловянных пленок на поверхности железа, «Вестник электротехники», Москва, 1930, *9—10*; Г. П. 275195; Г. П. 67178; Г. П. 54227; Г. П. 102646; Г. П. 100975; Г. П. 189876; Pontio, «Zeitschrift für anorganische Chemie», Hamburg—Leipzig, 1902, B. 29, p. 472 (рефер. Определение количества осажденного никеля); «Chemische Ztg», 1916, p. 972 (быстрое никелирование). См. также литературу к статье *Гальванотехника*.

П. Флоренский.

НИКЕЛЬ, Ni, химич. элемент VIII группы периодич. системы, принадлежащий к триаде т. н. железных металлов (Fe, Co, Ni). Ат. в. 58,69 (известны 2 изотопа с ат. в. 58 и 60); порядковый номер 28; обычная валентность Ni равна 2, реже—4, 6 и 8 (?). В земной коре Н. более распространен, чем кобальт, составляя ок. 0,02% ее по весу. В свободном состоянии Н. встречается только в метеорном железе (иногда до 30%); в геологич. образованиях он содержится исключительно в виде соединений—кислородных, сернистых, мышьяковистых, силикатов и т. п. (см. *Никелевые руды*).

Свойства Н. Чистый Н.—серебристо-белый металл с сильным блеском, не тускнеющим на воздухе. Он тверд, тугоплавок и легко полируется; при отсутствии примесей (особенно серы) он весьма гибок, ковок и тягуч, способен развальцовываться в очень тонкие листы и вытягиваться в проволоку $\varnothing < 0{,}5$ *мм*. Кристаллич. форма Н. — куб. Уд. вес 8,9; литые изделия имеют уд. вес ~8,5; прокаткой он м. б. увеличен до 9,2. Твердость по Мосу ~5, по Бринелю 70. Предельное сопротивление на разрыв 45—50 *кг/мм*², при удлинении 25—45%; модуль Юнга $E^{20} = (2{,}0 \div 2{,}2) \times 10^6$ *кг/см*²; модуль сдвига $0{,}78 \cdot 10^6$ *кг/см*²; коэфициент Пуассона $\mu = 0{,}3$; сжимаемость $0{,}52 \cdot 10^{-6}$ *см*²/*кг*; $t°_{пл.}$ Н. по позднейшим наиболее точным определениям равна 1 455°; $t°_{кип.}$—в пределах 2 900÷3 075°. Линейный коэф. термич. расширения 0,0000128 (при 20°). Теплоемкость: удельная 0,106 cal/*г*, атомная 6,24 cal (при 18°); теплота плавления 58,1 cal/*г*; теплопроводность 0,14 cal *см*/*см*² ск. °C (при 18°). Скорость звукопередачи 4 973,4 *м*/*ск*. Уд. электрическое сопротивление никеля при 20° равно $6{,}9 \cdot 10^{-6}$ Ω-*см* с температурным коэф-том

$(6,2 \div 6,7) \cdot 10^{-3}$. Н. принадлежит к группе ферромагнитных веществ, но магнитные свойства его уступают таковым железа и кобальта; для Н. при 18° предел намагничения $J_m = 479$ (для железа $J_m = 1\,706$); точка Кюри 357,6°; магнитная проницаемость как самого Н., так и его ферросплавов значительна (см. ниже). При обыкновенной темп-ре Н. вполне устойчив по отношению к атмосферным влияниям; вода и щелочи, даже при нагревании, на него не действуют. Ni легко растворяется в разбавленной азотной к-те с выделением водорода и значительно труднее—в HCl, H_2SO_4 и конц. HNO_3. Будучи накален на воздухе, никель окисляется с поверхности, но лишь на незначительную глубину; в нагретом состоянии он легко соединяется с галоидами, серой, фосфором и мышьяком. Рыночными сортами металлич. Н. являются следующие: а) обыкновенный металлургический Н., получаемый восстановлением из его окислов при помощи угля, содержит обычно от 1,0 до 1,5% примесей; б) ковкий Н., получаемый из предыдущего переплавлением с добавкой ок. 0,5% магния или марганца, содержит примесь Mg или Mn и почти не содержит серы; в) Н., приготовленный по способу Монда (через никелькарбонил)—наиболее чистый продукт (99,8—99,9% Ni). Обычными примесями в металлургич. Н. являются: кобальт (до 0,5%), железо, медь, углерод, кремний, окислы никеля, сера и окклюдированные газы. Все эти вещества, за исключением серы, мало влияют на технические свойства Н., понижая лишь его электропроводность и несколько повышая твердость. Сера (присутствующая в форме сульфида Н.) резко уменьшает ковкость и механическую прочность Н., особенно при повышенной $t°$, что замечается даже при содержании $< 0,005\%$ S. Вредное влияние серы объясняется тем, что сульфид Н., растворяясь в металле, дает хрупкий и низкоплавкий ($t°_{пл.}$ ок. 640°) твердый раствор, образующий прослойки между кристаллитами чистого Н.

Применение Н. Основная масса металлургич. Н. идет на изготовление ферроникеля и никелевой стали. Крупным потребителем Н. является также производство различных специальных сплавов (см. ниже) для электропромышленности, машиностроения и химич. аппаратуростроения; эта область применения Н. за последние годы показывает тенденцию к усиленному росту. Из ковкого Н. готовят лабораторные аппараты и посуду (тигли, чашки), кухонную и столовую посуду. Большие количества Н. расходуются для *никелирования* (см.) железных, стальных и медных изделий и в производстве электрических аккумуляторов. Из химически чистого Н. изготовляются ламповые электроды для радиотехнич. аппаратуры. Наконец восстановленный чистый Н. в виде порошка является наиболее употребительным катализатором при всевозможных реакциях гидрирования (и дегидрирования), напр. при гидрогенизации жиров, ароматич. углеводородов, карбонильных соединений и т. д. О способе приготовления активного никелевого катализатора см. *Гидрогенизация жиров*.

Никелевые сплавы. Качественный и количественный состав применяемых никелевых сплавов весьма разнообразен. Техническое значение имеют сплавы никеля с медью, железом и хромом (в самое последнее время также с алюминием), — часто с добавкой третьего металла (цинка, молибдена, вольфрама, марганца и др.) и с определенным содержанием углерода или кремния. Содержание никеля в этих сплавах варьирует от 1,5 до 85%.

Сплавы **Ni-Cu** образуют твердый раствор при любом соотношении компонентов. Они стойки по отношению к щелочам, разбавленной H_2SO_4 и нагреву до 800°; антикоррозионные свойства их растут с увеличением содержания Ni. Из сплава 85% Cu + 15% Ni изготовляются оболочки для пуль, из сплава 75% Cu + 25% Ni—мелкая разменная монета. Сплавы с 20—40% Ni служат для изготовления труб в конденсационных установках; такие же сплавы употребляются для облицовки столов в кухнях и буфетах и для изготовления штампованных орнаментальных украшений. Сплавы с 30—45% Ni идут на производство реостатной проволоки и стандартных электрич. сопротивлений; сюда относятся напр. *никелин* (см.) и *константан* (см.). Сплавы Ni-Cu с высоким содержанием Ni (до 70%) отличаются большой химич. устойчивостью и широко применяются в аппарато- и машиностроении. Наибольшим распространением пользуется *монель-металл* (см.). Сплавы **Ni-Cu-Zn** достаточно стойки по отношению к органическим кислотам (уксусной, винной, молочной); при содержании около 50% меди они объединяются под общим названием *нейзильбера* (см.). Более богатый медью аппаратурный сплав амбарак содержит 20% Ni, 75% Cu и 5% Zn; по устойчивости он уступает монель-металлу. Сплавы типа бронзы или латуни, содержащие в своем составе Н., называют иногда также никелевой бронзой.— Сплавы **Ni-Cu-Mn**, содержащие 2—12% Ni, под названием манганина употребляются для электрич. сопротивлений; в электроизмерительных приборах применяется сплав из 45—55% Ni, 15—40% Mn и 5—40% Cu.— Сплавы **Ni-Cu-Cr** стойки по отношению к щелочам и кислотам, за исключением HCl.— Сплавы **Ni-Cu-W** за последнее время получили большое значение как ценные кислотоупорные материалы для химической аппаратуры; при содержании 2—10% W и не свыше 45% Cu они хорошо вальцуются и весьма устойчивы к горячей H_2SO_4. Наилучшими качествами обладает сплав состава: 52% Ni, 43% Cu, 5% W; допустима небольшая примесь Fe.

Сплавы **Ni-Cr.** Хром растворяется в Н. до 60%, Н. в хроме до 7%; в сплавах промежуточного состава имеются кристаллич. решетки обоих типов. Эти сплавы стойки по отношению к влажному воздуху, щелочам, разбавленным кислотам и к H_2SO_4; при содержании 25% Cr и более они устойчивы и против HNO_3; добавка ~2% Ag делает их легко вальцующимися. При 30% никеля сплав Ni-Cr вполне лишен магнитных свойств. Сплав, содержащий 80—85% Ni и 15—20% Cr, наряду с высоким электрич. сопротив-

лением весьма устойчив к окислению при высоких темп-рах (выдерживает нагревание до 1 200°); он применяется в электрич. печах сопротивления и хозяйственных нагревательных приборах (электрич. утюги, жаровни, плиты). В США из Ni-Cr изготовляются литые трубы для высоких давлений, применяемые в заводской аппаратуре.—Сплавы **Ni-Mo** обладают высокой кислотоупорностью (при ≥15% Mo), но не получили распространения вследствие их дороговизны.—Сплавы **Ni-Mn** (с 1,5—5,0% Mn) стойки по отношению к щелочам и влаге; технич. применение их ограничено.

Сплавы **Ni-Fe** образуют непрерывный ряд твердых растворов; они составляют обширную и технически важную группу; в зависимости от содержания углерода они носят характер либо стали либо чугуна. Обычные сорта никелевой стали (перлитовой структуры) содержат 1,5—8% Ni и 0,05—0,50% C. Присадка Н. делает сталь очень вязкой и значительно повышает ее предел упругости и ударное сопротивление на изгиб, не нарушая ковкости и свариваемости. Из никелевой стали готовят ответственные детали машин, например передаточные валы, оси, шпиндели, цапфы, зубчатые сцепления и т. п., а также многие детали артиллерийских конструкций; сталь с 4—8% Ni и <0,15% C хорошо поддается цементации. Введение Н. в чугуны (>1,7% C) способствует выделению углерода (графита) и разрушению цементита; Н. повышает твердость чугуна, его сопротивление на растяжение и изгиб, способствует равномерному распределению твердости в отливках, облегчает механич. обработку, придает мелкозернистость и уменьшает образование пустот в литье. Никелистый чугун применяется как щелочеупорный материал для химич. аппаратуры; наиболее пригодны для этой цели чугуны с содержанием 10—12% Ni и ~1% Si. Сталеподобные сплавы с более высоким содержанием Н. (25—46% Ni при 0,1—0,8% C) имеют аустенитовую структуру; они очень стойки к окислению, к действию горячих газов, щелочей и уксусной к-ты, обладают высоким электрич. сопротивлением и весьма малым коэф-том расширения. Эти сплавы почти не магнитны; при содержании Ni в пределах 25—30% они вполне утрачивают магнитные свойства; магнитная проницаемость их (в полях низкой напряженности) растет с увеличением содержания Н. и м. б. еще повышена специальной термич. обработкой. К сплавам этой категории относятся: а) ферроникель (25% Ni при 0,3—0,5% C), идущий на изготовление клапанов моторов и других машинных частей, работающих при повышенной $t°$, а также немагнитных частей электрич. машин и реостатной проволоки; б) *инвар* (см.); в) платинит (46% Ni при 0,15% C) применяется в электролампах вместо платины для впаивания проводов в стекло. Сплав пермаллой (78% Ni при 0,04% C) имеет магнитную проницаемость $\mu = 90\ 000$ (в поле напряженностью 0,06 гаусса); предел намагничения $I_m = 710$. Некоторые сплавы этого типа идут на изготовление подводных электрич. кабелей.—Сплавы **Ni-Fe-Cr** — также очень важная в технич. отношении группа. Хромоникелевая сталь, употребляемая в машино- и моторостроении, содержит обычно 1,2—4,2% Ni, 0,3—2,0% Cr и 0,12—0,33% C. Кроме высокой вязкости она обладает и значительной твердостью и сопротивляемостью износу; временное сопротивление на разрыв, в зависимости от характера термической обработки, колеблется между 50 и 200 *кг/мм²*; идет на изготовление коленчатых валов и других деталей двигателей внутреннего сгорания, частей станков и машин, а также артиллерийской брони. В сталь для лопаток паровых турбин, с целью повышения твердости, вводится большое количество хрома (от 10 до 14%). Хромоникелевые стали с содержанием > 25% Ni хорошо противостоят действию горячих газов и обладают минимальной текучестью: они могут подвергаться значительным усилиям в условиях высокой $t°$ (300—400°), не обнаруживая остаточных деформаций; употребляются для изготовления клапанов к моторам, частей газовых турбин и конвейеров для высокотемпературных установок (напр. печей для отжига стекла). Сплавы Ni-Fe-Cr, содержащие > 60% Ni, служат для изготовления литых машинных деталей и низкотемпературных частей электрич. нагревательных приборов. Как аппаратурн. материал, сплавы Ni-Fe-Cr обладают высокими антикоррозионными свойствами и довольно устойчивы по отношению к HNO_3. В химич. аппаратостроении пользуются хромоникелевой сталью, содержащей 2,5—9,5% Ni и 14—23% Cr при 0,1—0,4% C; она почти не магнитна, устойчива к HNO_3, горячему аммиаку и к окислению при высоких $t°$; присадка Mo или Cu повышает стойкость к горячим кислотным газам (SO_2, HCl); повышение содержания Ni увеличивает способность стали к механической обработке и стойкости к H_2SO_4, но уменьшает стойкость к HNO_3. Сюда относятся крупповские нержавеющие стали (V1M, V5M) и кислотоупорные стали (V2A, V2H и др.); термич. обработка их заключается в нагреве до ~ 1 170° и закалке в воде. В качестве щелочеупорного материала применяют никель-хромистый чугун (5—6% Ni и 5—6% Cr при содержании >1,7% C). Сплав нихром, содержащий 54—80% Ni, 10—22% Cr и 5—27% Fe, иногда с добавкой Cu и Mn, устойчив к окислению в пределах $t°$ до 800° и находит применение в нагревательных приборах (этим же названием иногда обозначают описанные выше сплавы Ni-Cr, не содержащие Fe).—Сплавы **Ni-Fe-Mo** предлагались как аппаратурный материал. Наивысшей кислотоупорностью и антикоррозионными свойствами обладает сплав из 55 — 60% Ni, 20% Fe и 20% Mo, при содержании < 0,2% C; присадка небольшого количества V еще более повышает кислотоупорность; Mn м. б. вводим в количестве до 3%. Сплав вполне устойчив по отношению к холодным к-там (HCl, H_2SO_4), за исключением HNO_3, и к щелочам, но разрушается хлором и окислителями в присутствии к-т; он имеет тв. по Бринелю > 200, хорошо вальцуется, куется, отливается и обрабатывается на станках.—Сплавы **Ni-Fe-Cu** при-

меняются в химич. аппаратуре (сталь с 6—11% Ni и 16—20% Cu).—Сплавы **Ni-Fe-Si.** Для постройки кислотоупорной аппаратуры применяются кремненикелевые стали марки «дуримет» (Durimet), содержащие 20—25% Ni (или Ni и Cr в отношении 3 : 1) и ~ 5% Si, иногда с добавкой Cu. Они устойчивы к холодным и горячим к-там (H_2SO_4, HNO_3, $CH_3 \cdot COOH$) и соляным растворам, менее устойчивы к HCl; хорошо поддаются горячей и холодной механич. обработке.

В сплавах **Ni-Al** имеет место образование химич. соединения AlNi, растворяющегося в избытке одного из компонентов сплава. Техническ. значение начинают приобретать сплавы, основой которых является система **Ni-Al-Si.** Они оказались весьма стойкими по отношению к HNO_3 и к холодной и горячей H_2SO_4, но механич. обработке почти не поддаются. Таков например новый кислотоупорный сплав для литых изделий, содержащий ок. 85% Ni, 10% Si и 5% Al (или Al+Cu); его тв. по Бринелю около 360 (отжигом при 1 050° снижается до 300).

О сплавах Н. см. также *Кислотоупорные изделия* металлические, *Магнитные материалы* — Никелевые сплавы и *Спр. ТЭ*, т. II, стр. 130—137.

Лит.: Глазовский А. А. и Смурова А. А., Никель, «Годовой обзор минеральных ресурсов СССР за 1926/27 г.», стр. 690, Л., 1928; Gmelin-Kraut, Handb. d. anorg. Chemie, 7 Aufl., B. 5, Heidelberg, 1909; Ullm. Enz., B. 8; Borchers W., Elektro-Metallurgie des Nickels, Monogr. über angew. Elektrochemie, Halle a/S., 1903, B. 6; Borchers W., Nickel, Metallhüttenbetriebe, hrsg. v. W. Borchers, B. 2, Halle a/S., 1917; Wünsch H., Das Nickel in d. Weltwirtschaft, Essen-Rellinghausen, 1926; Gibson T., Nickel, «The Mineral Industry during 1926», New York, 1927, v. 35. **В. Янковский.**

Металлургия Н. Главной областью применения никеля является производство специальных сортов стали. Во время войны 1914—18 гг. для этой цели расходовалось не менее 75% всего Н.; в нормальных же условиях ~65%. Никель широко применяется также в сплавах его с нежелезными (цветными) металлами, гл. обр. с медью (~15%). Остальное количество Н. идет: на изготовление никелевых анодов—5%, ковкого Н.—5% и разных изделий—10%.

Центры производства Н. неоднократно перемещались из одних местностей земного шара в другие, что объяснялось наличием благонадежных рудных месторождений и общей экономической конъюнктурой. Промышленная выплавка Н. из руд началась с 1825—26 г. в Фалуне (Швеция), где был найден никель, содержащий серный колчедан. В 90-х годах прошлого века шведские месторождения оказались повидимому практически исчерпанными. Лишь во время войны 1914—18 гг., в связи с повышением спроса на металлич. Н., Швеция давала несколько десятков *т* этого металла (максимум 49 *т* в 1917 г.). В Норвегии производство началось в 1847—50 гг.

Главною рудою здесь являлись пирротины с содержанием в среднем 0,9—1,5% Ni. Производство Н. в Норвегии в небольших размерах (максимум—около 700 *т* в год во время войны 1914—18 гг.) существует и по настоящее время. В середине прошлого века центр никелевой промышленности сосредоточился в Германии и Австро-Венгрии. Сначала она базировалась здесь исключительно на мышьяковистых рудах Шварцвальда и Гладбаха, а с 1901 года, и в особенности во время войны 1914—18 гг., на окисленных рудах Силезии (Франкенштейн). Разработка месторождений никелевых руд в Нов. Каледонии началась в 1877 г. Благодаря использованию этих руд мировое производство Н. в 1882 г. достигло почти 1 000 *т*. Добытая здесь руда перерабатывалась на месте лишь в ограниченных количествах, главная же ее масса отправлялась в Европу. Лишь в последние годы, вследствие повышенных транспортных тарифов, в Европу импортируются гл. обр. богатые штейны, содержащие 75—78% Ni, в количестве ок. 5 000 *т* в год. В настоящее время предположено получать металлический никель в Новой Каледонии, для чего об-вом «Никель» сооружается рафинировочный з-д, к-рый будет пользоваться электрич. энергией гидростанции на р. Ятэ. Никелевая промышленность в Канаде (Северная Америка) возникла в конце 80-х гг. прошлого столетия. До последнего времени здесь существовали две фирмы; одна английская—Mond Nickel Co. и другая американская—International Nickel Co. В конце 1928 года обе фирмы объединились в мощный мировой трест под названием International Nickel Company of Canada, поставляющий на рынок ок. 90% мировой производительности Н. и эксплоатирующий месторождения, расположенные вблизи г. Седбюри. Фирма Mond Nickel Co. проплавляет свои руды на заводе в Конистоне на штейн, который для дальнейшей переработки отправляется в Англию на з-д в Клейдаке. Фирма International Nickel Co. выплавленный на заводе в Конперклифе штейн отправляет для получения металла на завод в Порт-Кольборн. Мировое производство никеля в последние годы достигает 40 000 *т*.

Переработка никелевых руд производится исключительно сухим путем. Гидрометаллургич. способы, неоднократно рекомендовавшиеся для переработки руд, не нашли пока применения в практике. Эти способы в настоящее время иногда применяются лишь к переработке промежуточных продуктов (штейнов), получаемых в результате переработки руд сухим путем. Применение сухого пути к переработке никелевых руд (как сернистых, так и окисленных) характеризуется осуществлением одного и того же принципа постепенной концентрации ценных составляющих руды, в виде тех или иных продуктов, к-рые уже затем перерабатываются на металлы, подлежащие извлечению. Первая стадия такой концентрации ценных составляющих никелевых руд осуществляется рудной плавкой на штейн. В случае сернистых руд, последние плавятся в сыром или в предварительно обожженном состоянии в шахтных или пламенных печах. Окисленные руды плавятся в шахтных печах с добавкою в их шихту серусодержащих материалов. Штейн рудной плавки, рошстейн, оказывается непригодным для его непосредственной переработки на содержащиеся в нем ценные металлы, благодаря их сравнительно незначительной концентрации в этом продукте. В виду этого штейн рудной плавки подвергается дальнейшей концентрации или путем обжига его с последующей плавкой в шахтной печи, или путем окислительной плавки на поду пламенной печи, или в конвертере. Эти сократительные, или концентрационные, штейновые плавки, производимые на практике одно- или многократно, конечною своей целью имеют получение чистого наиболее концентрированного штейна (файнштейна), состоящего лишь из сульфидов ценных металлов с некоторым количеством последних, находящихся в свободном состоянии. Файнштейны, получаемые на практике, бывают двух родов в зависимости от их состава. При переработке окисленных новокаледонских руд, не содержащих в себе других кроме никеля ценных металлов,

файнштейн представляет сплав сульфида Н. (Ni_3S_2) с нек-рым количеством металлического Н. В результате же переработки сернистых канадских руд, содержащих и Н. и медь, получаемый файнштейн представляет сплав сульфидов меди и Н. с некоторым количеством этих металлов в свободном состоянии. В зависимости от состава файнштейна меняется и их переработка на чистые металлы. Наиболее простой является переработка файнштейна, содержащего один только Н.; переработка медно-никелевого файнштейна сложнее и м.б. осуществлена различными путями.

Переработка окисленных руд на штейн с серусодержащими добавками (гипсом) была предложена Гарниери в 1874 г. Переработка этих руд во Франкенштейне (Германия) производилась след. обр. К рудной смеси, содержавшей 4,75%Ni, прибавлялось 10% гипса или 7% ангидрита и 20% известняка; сюда же прибавлялось и некоторое количество плавикового шпата. Вся эта смесь тщательно перемешивалась, измалывалась и затем прессовалась в кирпичи, которые после высушивания проплавлялись в шахтной печи с расходом кокса в 28—30% от веса руды. Суточная производительность шахтной печи доходила до 25 *т* руды. Сечение печи на уровне фурм равно 1,75 *м*²; высота ее 5 *м*. Нижняя часть шахты на высоту 2 *м* имела ватержакеты. Шлаки сильно кислые; в них терялось 15% Ni. Состав роштейна: 30—31% Ni; 48—50% Fe и 14—15% S. Роштейн гранулировался, дробился, обжигался и переплавлялся в вагранке в смеси с 20% кварца и при расходе кокса в 12—14% от веса обожженного роштейна на концентрированный штейн следующего среднего состава: 65%Ni, 15% Fe и 20% S. Последний конвертировался на файнштейн: 77,75% Ni, 21% S, 0,25—0,30% Fe и 0,15—0,20% Cu. Тщательно измельченный файнштейн подвергается обжигу в пламенных печах (с ручным перегребанием или механическим) до полного удаления серы. В конце обжига к обжигаемой массе прибавляют нек-рое количество $NaNO_3$ и Na_2CO_3 не только для того, чтобы облегчить выгорание серы, но и для того, чтобы присутствующие иногда в штейне As и Sb перевести в сурьмяно- и мышьяковокислые соли, которые затем выщелачиваются водою из обожженного продукта. Полученная в результате обжига NiO подвергается восстановлению, для чего закись Н. смешивается с мукою и водой и из полученного теста формуют кубики, которые затем нагревают в тиглях или ретортах. Под конец восстановления температура поднимается до 1 250°, что способствует свариванию отдельных восстановленных частиц Ni в сплошную массу.

Фирма International Nickel Co. перерабатывает свои сернистые руды след. обр. Рудная плавка в зависимости от их крупности ведется либо в шахтных либо в пламенных печах. Кусковые руды подвергаются предварительному обжигу в кучах; продолжительность обжига от 8 до 10 месяцев. Обожженная руда плавится в смеси с нек-рым количеством необожженной руды в шахтных печах. Флюсов не добавляется, т. к. руда самофлюсующаяся. Расход кокса 10,5% от веса рудной смеси. В сутки проплавляется в печи ок. 500 *т* руды. Штейн рудной плавки подвергается конвертированию на файнштейн. Конвертерный шлак частью возвращается в конвертер, частью идет в шихту рудной плавки. Состав руд и продуктов приведен в табл.:

Состав руд и продуктов.

Материалы	Cu+Ni	Fe	S	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO
Сырая руда	5,70	43,5	25,0	16,0	5,25	2,50	3,00
Обожженная руда	5,50	40,0	10,0	17,5	4,50	2,25	2,50
Обороты	5,0	42,0	3,5	26,0	2,75	1,25	1,50
Штейн рудной плавки	23,0	45,5	26,5	—	—	—	—
Шлак » »	0,48	44,0	2,20	31,0	7,50	3,50	2,50
Пыль дымовая	5,25	35,0	9,0	20,0	4,50	2,40	2,70

Мелкая руда подвергается обжигу в *Веджа печах* (см.) до содержания серы в 10—11% и затем плавке в пламенной печи. Конвертерный шлак, содержащий 79,5% (Cu + Ni), 20% S и 0,30% Fe, перерабатывается процессом Орфорда, состоящим в переплавке файнштейна в присутствии Na_2S. Последний вызывает расслаивание продуктов плавки на два слоя: верхний, представляющий сплав $Cu_2S + Na_2S$, и нижний, содержащий почти чистый сульфид Н. Каждый из этих слоев перерабатывается на соответствующий металл. Верхний, медьсодержащий, слой по отделении от него Na_2S подвергается конвертированию, а нижний, никелевый, слой подвергается хлорирующему обжигу, выщелачиванию (причем он освобождается от нек-рого содержащегося в нем количества меди), и полученная т. о. закись Н. восстанавливается Нек-рое количество медно-никелевого файнштейна подвергается окислительному обжигу и последующей восстановительной плавке на медно-никелевый сплав, известный под названием *Монель-металла* (см.).

Фирма Mond Nickel Co. свои руды обогащает; полученные концентраты подвергаются спекающему обжигу на машинах Dwight-Lloyd'a, агломерат с к-рых идет в шахтную печь. Штейн рудной плавки подвергается конвертированию, полученный файнштейн перерабатывается способом Mond'a, для чего файнштейн дробится, обжигается и выщелачивается H_2SO_4 для удаления большей части меди в виде $CuSO_4$. Остаток, содержащий NiO с нек-рым количеством меди, высушивается и поступает в аппарат, где он восстанавливается при 300° водородом (водяной газ). Восстановленный, мелко раздробленный никель поступает в следующий аппарат, где он приводится в соприкосновение с CO; при этом образуется летучий карбонат Н.—$Ni(CO)_4$, который переводится в третий аппарат, где поддерживается $t°$ 150°. При этой $t°$ $Ni(CO)_4$ разлагается на металлический Ni и CO. Получающийся этим путем металлич. Н. содержит 99,80% Ni.

Помимо указанных двух способов получения Н. из медно-никелевого файнштейна существует еще способ Hybinette, дающий возможность получать Н. электролитическим путем. Электролитический Н. содержит:

98,25% Ni; 0,75% Co; 0,03% Cu; 0,50% Fe; 0,10% C и 0,20% Pb.

Вопрос о производстве Н. в СССР имеет столетнюю историю. Уже в 20-х годах прошлого века были известны никелевые руды на Урале; одно время уральские месторождения никелевых руд, содержащие ок. 2% Ni, рассматривались как один из главных источников сырья для мировой никелевой промышленности. После открытия никелевых руд на Урале М. Даниловым, П. А. Демидовым и Г. М. Пермикиным был произведен целый ряд опытов по их переработке. В Ревдинске за 1873—77 гг. было получено 57,3 *m* металлич. Н. Но дальнейшее разрешение поставленной задачи было прекращено после открытия более богатых и мощных месторождений никелевых руд в Новой Каледонии. Вопрос об отечественном Н. был снова поставлен на разрешение под влиянием обстоятельств, вызванных войной 1914—18 гг. Летом 1915 года на Уфалейском заводе были произведены П. М. Бутыриным и В. Е. Васильевым опыты выплавки штейна в пламенной печи. В это же время велись опыты по извлечению никеля из Уфалейских руд в петербургском Политехническом институте Г. А. Кащенко под руководством проф. А. А. Байкова, а осенью 1915 г. велись пробные плавки в пламенной печи на заводе. Летом 1916 г. на Ревдинском з-де были произведены опыты выплавки меднонникелевых штейнов из бедных никелевых руд (0,86% Ni) и бедных медью колчеданов (1,5% Cu). Плавка велась в шахтной печи. В это же время в доменной печи проплавлялись ревдинские никельсодержащие бурые железняки на никелистый чугун (весь никель руды при этом концентрируется в чугуне), поставлявшийся по контракту с морским ведомством на его ленинградские з-ды. Все перечисленные исследования вследствие целого ряда обстоятельств не получили в то время завершения в форме соответствующих заводских процессов. В последние годы проблема получения Н. из уральских руд снова встала на разрешение, и практич. осуществление ее, сообразно содержанию Н. в рудах, должно происходить в двух направлениях. Содержание Н. в уральских рудах—невысокое, и по нему руды делятся на два сорта: 1-й и 2-й. Руды 1-го сорта, пригодные для пирометаллургической переработки, в среднем содержат ок. 3% Ni; руды 2-го сорта—ок. 1,5% и ниже. Последние руды не м. б. подвергнуты переработке плавкою без предварительного их обогащения. Другая возможность переработки бедных никелевых руд—путь гидрометаллургический; он д. б. еще изучен. В настоящее время для переработки руд 1-го сорта на Урале строится з-д.

Лит.: Schnabel K., Handbuch d. Metallhüttenkunde, B. 2, B., 1896; Prost E., Métallurgie des métaux autres que le fer, P., 1924; Liddel D. M., Handbook of Non-Ferrous Metallurgy, v. 2, N. Y., 1926; Borchers W., Metallhüttenbetriebe, B. 2, Nickel, Halle a/S., 1917; «Revue de Métallurgie», Paris, 1927, nov. et déc. (десять статей разных авторов, посвященных металлургии никеля и его применениям).

Г. Уразов.

НИКЕЛЯ СОЕДИНЕНИЯ. В технике применяются почти исключительно соединения двувалентного никеля. Производные Ni высших валентностей (а также одновалентного) очень неустойчивы и известны лишь в небольшом числе. Никель образует несколько степеней окисления, из к-рых лишь закись, NiO, является прочным окислом основного характера, дающим многочисленные соли. Существование окиси никеля, Ni_2O_3, с достоверностью не доказано. Двуокись NiO_2 является сильным окислителем и не имеет основных свойств. Окислу NiO_3, в свободном состоянии неизвестному, отвечают недавно полученные Д. Горалевичем соли никелевой к-ты, H_2NiO_4. Существование высшего окисла NiO_4 сомнительно. Кроме перечисленных нормальных типов отмечено существование ряда окислов более сложного состава: Ni_3O_4, Ni_4O_7, Ni_5O_6, Ni_5O_7, Ni_5O_8, Ni_5O_9, Ni_8O_{11}, Ni_9O_{11} и др., представляющих вероятно никелевые соли высших гидратных форм (Горалевич). Доказано также существование гидрида никеля, NiH_2. Из солей никеля хлорид, нитрат и сульфат хорошо растворимы в воде; растворы их ядовиты для животных и растений. Водные соли Ni зеленого цвета, безводные—желтого. Двухзарядный атомион никеля, $Ni^{\cdot\cdot}$,—зеленого цвета; теплота образования его из металла равна +8 000 cal на *г*-эквивалент. Никель образует также комплексные ионы — как положительные, например $[Ni(NH_3)_4]^{\cdot\cdot}$ и $[Ni(NH_3)_6]^{\cdot\cdot}$, так и отрицательные, например $[Ni(CN)_4]''$. Будучи в химическом отношении наиболее близким к кобальту, никель отличается от него более трудной окисляемостью Ni^{II} и меньшей устойчивостью комплексных ионов.

Отдельные представители Н. с. Закись никеля, NiO,—аморфный порошок желто-зеленого (в нагретом состоянии желтого) цвета, уд. в. 6,6; м. б. получена также в виде стальносерых октаэдрич. кристаллов с уд. в. 7,4. Нерастворима в воде, но растворяется в конц. минеральных к-тах, в аммиаке (с фиолетовым окрашиванием, при нагревании переходящим в желтое) и в расплавленном бисульфате; при высоких *t*° устойчива. Углем или водородом при нагревании восстанавливается до металла; восстановление водородом при умеренной *t*° дает пирофорный никель. NiO является промежуточным продуктом при техническом получении никеля; в чистом виде ее получают прокаливанием осажденного гидрата $Ni(OH)_2$, нитрата или карбоната никеля. NiO употребляется как керамическая краска; иногда NiO вводят в состав эмалей и стекол; восстановлением NiO получают никел. катализатор; сама NiO также может служить катализатором при нек-рых окислительных реакциях. Гидрат закиси никеля, $Ni(OH)_2 \cdot xH_2O$,—светлозеленый, в воде почти нерастворимый порошок, постоянный на воздухе, уд. в. 4,4; легко растворим в к-тах; растворяется также в аммиаке (с синим окрашиванием), образуя аммиакаты, и в растворах солей аммония. Получается действием едкой щелочи на растворы солей Ni; служит для приготовления NiO, NiO_2 и некоторых солей Ni. Продажная окись никеля, по составу приблизительно отвечающая формуле Ni_2O_3, повидимому не представляет индивидуального соединения, а состоит из NiO и NiO_2. Это — черный порошок, уд. в. 4,8, получаемый осторожным прокаливанием $Ni(NO_3)_2$;

при более высокой температуре легко теряет часть кислорода, переходя в Ni_3O_4. Препарат Ni_2O_3 обыкновенно содержит гидратную воду в переменных количествах (1÷3 H_2O); реагирует как энергичный окислитель. Применяется для изготовления анодов в эдисоновских щелочных аккумуляторах и в качестве катализатора при реакциях гидрирования под давлением. Двуокись никеля, NiO_2,—аморфный порошок буро-черного цвета, к-рый получается при обработке $Ni(OH)_2$ гипохлоритом. Растворяется в HNO_3 и H_2SO_4 с выделением кислорода, в HCl—с выделением хлора, в NH_4OH—с выделением азота; на органич. вещества действует сильно окисляюще. NiO_2 входит в состав анодной массы щелочных аккумуляторов (некоторые исследователи рассматривают эту массу как твердый раствор $Ni_2O_3 \cdot H_2O$ в NiO_2). Закись-окись никеля, Ni_3O_4, образуется при нагревании порошкообразного Ni с Na_2O_2; аморфна; содержится в продажной окиси никеля.

Сернистый никель, NiS, в природе образует минерал миллерит—гексагональные кристаллы желтого цвета, уд. в. 5,5. Сульфид, полученный осаждением $Ni^{\cdot\cdot}$-иона сернистым аммонием, представляет собою черный аморфный порошок, уд. в. 4,6, $t°_{пл.}$ 797°, нерастворимый в воде; он почти нерастворим в конц. HCl, уксусной к-те и разбавленных минеральных к-тах; растворяется в конц. HNO_3, царской водке (при нагревании) и в растворе K_2S. На воздухе в присутствии влаги постепенно окисляется, переходя в $NiSO_4$.

Хлористый никель, $NiCl_2 \cdot 6H_2O$,—зеленые кристаллы моноклинной системы, растворимые в воде и в спирте. Растворимость (безводного $NiCl_2$): при 0°—54 ч., при 10°—60 ч., при 96°—88 ч. в 100 ч. H_2O. В аммиаке растворяется с синим окрашиванием. Получается растворением NiO, $Ni(OH)_2$ или карбоната Ni в соляной к-те. Безводный $NiCl_2$—золотистожелтые чешуйки, удельный вес 2,56, при нагревании возгоняется; получается при накаливании Ni в токе сухого хлора. $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ применяется в составе ванн для никелирования.

Азотнокислый никель, $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$,—зеленые кристаллы, уд. в. $D^{14} = 2{,}06$, $t°_{пл.}$ 56,7°. Растворимость в 100 ч. воды: при 0°—79 ч., при 18°—94 ч., при 95°—340 ч. безводного $Ni(NO_3)_2$; соль растворима также в спирте. Получается растворением Ni, NiO, $Ni(OH)_2$ или карбоната Ni в азотной к-те. Применяется для окрашивания керамич. изделий в коричневый цвет и для получения окиси никеля.

Сернокислый никель, никелевый купорос, $NiSO_4 \cdot 7H_2O$, — крупные изумрудно-зеленые кристаллы моноклинной системы, уд. в. 1,93. Растворимость: при 0°—27,2 ч., при 9°—31,5 ч., при 15°—34,2 ч., при 34°—45,5 ч. в 100 ч. H_2O; в метиловом спирте соль заметно растворима, в этиловом—очень мало. В аммиаке дает синий раствор, из к-рого может быть выделен аммиакат состава $[Ni(NH_3)_4]SO_4 \cdot H_2O$. Из водных растворов, имеющих $t°$ выше 32°, выкристаллизовывается гексагидрат $NiSO_4 \cdot 6H_2O$; последний при $t° < 53{,}3°$ образует кристаллы квадратной системы (устойчивая форма), а выше 53,3°—моноклинные. Кристаллы 7-водной соли при $t° = 31{,}5°$ переходят в 6-водную, к-рая при 98—100° плавится и по мере дальнейшего нагревания постепенно теряет воду (последнюю молекулу—выше 230°). Вполне безводный $NiSO_4$—желтая гигроскопич. масса, уд. в. 3,06; растворимость при 0°—27,2 ч., при 20°—39,7 ч., при 50°—52,0 ч., при 70°—61,9 ч., при 110°—87 ч. в 100 ч. H_2O. Для получения $NiSO_4$ берут обыкновенно металлич. никель (опилки, обрезки) и растворяют его в разбавленной серной к-те, к которой добавлено немного HNO_3. Можно также исходить из карбоната или гидроокиси Ni и растворять их непосредственно в слабой H_2SO_4. Часть $NiSO_4$ получают при электролитич. рафинировке меди (из отработанного электролита), а также путем электролитич. переработки никелевых сплавов, напр. мельхиорового лома. Двойной сульфат никеля и аммония, $NiSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$,—сине-зеленые призматич. кристаллы, уд. в. 1,80, хорошо растворимые в воде и почти нерастворимые в холодном растворе $(NH_4)_2SO_4$. Растворимость в 100 ч. воды равна: при 10°—3,2 ч., при 50°—14,4 ч., при 85°—28,6 ч. безводной соли. При нагревании соль теряет кристаллизационную воду, не плавясь. Получается она простым смешением растворов $NiSO_4$ и $(NH_4)_2SO_4$ (второй компонент берется в избытке) и кристаллизацией. Оба описанных сульфата—наиболее ходовые продажные препараты никеля. Они расходуются в весьма больших количествах для *никелирования* (см.); нек-рое применение эти соли имеют также в качестве протравы при крашении и печатании тканей.

Основные карбонаты никеля получаются при осаждении растворимых солей Ni содой (средний карбонат, $NiCO_3$, образуется только из растворов, насыщенных свободной углекислотой). Осадок имеет обычно состав $NiCO_3 \cdot 4NiO \cdot 5H_2O$ или $NiCO_3 \cdot 4NiO \cdot 8H_2O$, нерастворим в воде; применяется для получения других Н. с. и керамических красок.

Цианистый никель, $Ni(CN)_2$, образуется в виде зеленого осадка (гидратная форма) при действии щелочных цианидов на растворы солей никеля. Нерастворим в воде, растворяется в избытке KCN с образованием комплексной соли $K_2Ni(CN)_4$, желтого цвета.

Формиат никеля, $Ni(HCOO)_2 \cdot 2H_2O$,—зеленые иглы, уд. в. 2,15, легко растворимые в воде. Водный раствор при нагревании под давлением разлагается, выделяя металлич. Ni. Из формиата (а также и из оксалата, NiC_2O_4) готовят никелевый катализатор для реакций гидрирования.

Ацетат никеля, $Ni(CH_3 \cdot COO)_2 \cdot 4H_2O$,—зеленые моноклинные кристаллы, удельного веса 1,74. В продажу выпускается обычно водный раствор крепостью 10° Bé. В растворах соль сильно гидролизована и при кипячении выделяет $Ni(OH)_2$. Получается растворением закиси или карбоната Ni в уксусной кислоте; применяется как протрава при печатании тканей.

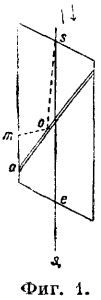
Никелькарбонил, $Ni(CO)_4$,—см. *Окись углерода*, карбонильные соединения.

Аналитическое определение Ni в Н. с. А. Качественные реакции. 1) Сухая проба на Ni: перл буры в окислительном пламени при введении Н. с. окрашивается в фиолетовый цвет, по охлаждении переходящий в бурый; в восстановительном пламени перл становится дымчатосерым. Все последующие реакции относятся к растворам, содержащим $Ni^{\cdot\cdot}$-ион. 2) С тритиоуглекислым калием, K_2CS_3, получается темнокрасное окрашивание (образование $NiCS_3$). 3) С диметилглиоксимом, $CH_3{\cdot}C(:NOH){\cdot}C(:NOH){\cdot}CH_3$ в аммиачном растворе—красный осадок комплексной соли (реакция Л. Чугаева). 4) С α-бензилдиоксимом, $C_6H_5{\cdot}C(:NOH){\cdot}C(:NOH){\cdot}C_6H_5$, — оранжевокрасный осадок. 5) Аналогичные окрашенные осадки комплексных Ni-солей получаются со всеми α-диоксимами, содержащими группировку—C(:NOH)·C(:NOH),—напр. с α-фурилдиоксимом и с циклогексан-1, 2-диоксимом (наиболее чувствительные реактивы на Ni). 6) С оксалилдиурамидоксимом — оранжевый осадок (вполне специфическая реакция). 7) С оксамидом в присутствии щелочи при нагревании—желтый осадок. 8) С дициандиамидином в аммиачном растворе—буроженлтый осадок состава $Ni(C_2N_4H_5)_2{\cdot}2H_2O$, легко растворимый в кислотах. 9) С о-оксихинолином («оксин») в уксуснокислом растворе, в присутствии $CH_3{\cdot}COONa$,—зеленый осадок состава $Ni(C_9H_6N{\cdot}O)_2{\cdot}2H_2O$, при 130° теряющий воду. 10) С 1,2-диаминоантрахинон-3-сульфокислотой в щелочном растворе синий осадок, краснеющий от избытка NH_3. 11) Рубеановый водород, $(CSNH)_2$, в спиртовом растворе в присутствии NH_3 дает с Ni фиолетовый осадок (микрореакция). 12) При пропускании H_2S через раствор Ni-соли, насыщенный аммиаком, на стенках сосуда осаждается NiS (отличие Ni от Co).

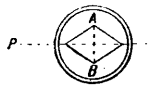
Б. Количественное определение Ni. Нерастворимые Н. с. переводятся в растворимые обычными методами; при анализе сплавов Ni навеску растворяют в конц. HCl (или $HCl+HNO_3$) при нагревании, добавляют несколько капель HF, кипятят, разбавляют водой и фильтруют. 1) Весовое определение: а) По Чугаеву-Брунку, в виде Ni-диметилглиоксима, $(CH_3{\cdot}CNO)_2Ni{\cdot}(CH_3{\cdot}CNOH)_2$, или б) в виде осадка с α-фурил- или α-бензилдиоксимом (действуют горячим конц. спиртовым раствором реактива в присутствии NH_3); взвешивают либо комплексную соль, высушенную при 110—120°, либо NiO, получаемую при прокаливании осадка. Применяется также в) осаждение Ni роданистым аммонием в присутствии пиридина, в виде комплекса $NiPyr_4(CNS)_2$, голубого цвета (Pyr=пиридин, C_5H_5N). 2) Электролитическое определение—в виде металлич. Ni, осаждаемого на платиновом катоде из раствора Ni-соли в присутствии $(NH_4)_2SO_4$ и NH_4OH. 3) Объемное определение: а) при помощи цианометрич. метода, или б) путем осаждения Ni о-оксихинолином, растворения промытого осадка в HCl и окисления $^1/_{10}N$ раствором $KBrO_3+KBr$, с оттитровыванием избытка бромата при помощи KJ. 4) Колориметрическое определение: осадок Ni-диметилглиоксима окислением (при помощи PbO_2 или $KBrO_3$) переводят в раствор красного цвета, к-рый и колориметрируют.

Лит.: Менделеев Д. И., Основы химии, 9 изд., т. 2, гл. 22 и дополн. к ней. М.—Л., 1928; Gmelin-Kraut, Handbuch d. anorg. Chemie, 7 Aufl., B. 5, Heidelberg, 1909; Ullm. Enz., B. 8. **В. Янковский.**

НИКОЛЬ, призма Николя, николева призма, прибор для получения поляризованного света (см. *Поляризация света*), применяемый в поляризационных приборах для исследования оптических свойств кристаллического вещества. Для изготовления николя кристалл (ромбоэдр) исландского шпата (см. *Кальцит*) разрезают на две половины по плоскости *ab* (фиг. 1) и склеивают канадским бальзамом. Падающий луч *ss* при входе в кристалл распадается на два луча: обыкновенный *so* с показателем преломления $n_o=1{,}658$ и необыкновенный *se* с показателем преломления $n_e=1{,}536$. Показатель преломления канадского бальзама $n_k=1{,}537\pm\pm0{,}004$. Так как $n_o>n_k$, то возможно полное внутреннее отражение луча *so* у поверхности *ab*. Поэтому подбирают плоскость разреза *ab* таким образом чтобы обыкновенный луч у входа в канадский бальзам претерпел полное внутреннее отражение и в точке *m* был поглощен вычерненной боковой поверхностью кристалла. Тогда сквозь Н. пройдет только один необыкновенный луч по направлению es_1 и будет вполне поляризован в плоскости *PP*, перпендикулярной к плоскости *AB* главного сечения кристалла (фиг. 2). Если смотреть через два николя, один из которых может вращаться, то поле зрения будет представляться то светлым то темным, смотря по тому, совпадают ли главные сечения обоих николей или скрещиваются под прямым углом. В других положениях свет б. или м. ослаблен.



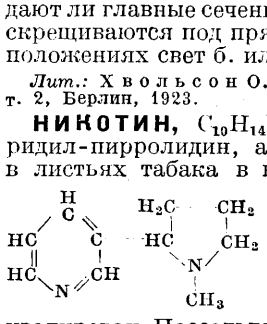
Фиг. 1.



Фиг. 2.

Лит.: Хвольсон О. Д., Курс физики, 5 изд., т. 2, Берлин, 1923.

НИКОТИН, $C_{10}H_{14}N_2$, 1-метил-2-β-пиридил-пирролидин, алкалоид; содержится в листьях табака в количестве от 0,6 до 8%, в зависимости от сорта; тонкие сорта табака содержат никотина меньше, чем обыкновенные. Никотин был впервые изолирован Поссельтом и Рейманом в 1828 году; элементарный состав его был определен в 1843 году Мельсенсом; строение никотина (см. формулу) установлено Пиннером в 1893 г. и подтверждено синтезом никотина, произведенным Пикте (A. Pictet). Н.— бесцветная жидкость с $t°_{кип.}$ 247° и уд. весом $D^{20}=1.009$, на воздухе легко желтеющая и вращающая плоскость поляризации влево: $[\alpha]_D=169°$. Н. легко растворим в воде, в спирте, эфире, амиловом спирте, хлороформе и петролейном эфире; перегоняется без разложения только в вакууме или в струе водорода. В химическом отношении Н. обладает свойствами основания, дает ряд солей с кислотами, а также легко образует двойные соли, напр. $(C_{10}H_{14}N_2{\cdot}HJ)_2{\cdot}HgJ_2$. При окислении $KMnO_4$ хромовой кислотой или азотной кислотой Н. дает никотиновую (β-пиридинкарбоновую) к-ту, $C_5H_4N{\cdot}CO_2H$. Никотин чрезвычайно ядовит и обладает неприятным одуряющим запахом.



Для получения Н. обычно исходят из продажного табачного экстракта, который разбавляют водой, сильно подщелачивают раствором едкого натра и экстрагируют эфиром. Эфирную вытяжку смешивают с разбавленной серной к-той; к полученному раствору сернокислого никотина прибавляют раствор NaOH до сильно щелочной реакции и опять экстрагируют эфиром; вытяжку обезвоживают твердым NaOH, отгоняют эфир и остаток перегоняют в струе водорода. На з-де Казхимтреста в Чимкенте Н. получают из листьев махорки (содержащих в среднем до 4% Н.) следующим путем: измельченные листья махорки экстрагируют водой; к водному экстракту, содержащему 3—4% Н., приливают крепкий раствор NaOH до слабо щелочной реакции; полученный щелочной раствор фильтруют и Н. экстрагируют керосином; к керосиновой вытяжке приливают водный раствор серной к-ты и отделяют от

слоя керосина; полученный т. о. сернокислый Н. содержит 40% чистого Н. Для получения свободного Н. к сернокислой соли приливают раствор NaOH и извлекают Н. бензолом, бензол отгоняют, а остаток перегоняют в вакууме.

Синтетически Н. был получен А. Пикте и его учениками следующим путем: перегонкой β-аминопиридина со слизевой к-той был получен N-пиридил-пиррол, к-рый при пропускании через слабо накаленную трубку изомеризовался в α-пиридил-пиррол. При действии CH_3J на калиевую соль последнего получается никотирин (1-метил-2-β-пиридил-пиррол). Из него восстановлением пиррольного ядра был получен оптически недеятельный Н., который путем кристаллизации виннокислых солей был разделен на стереоизомеры—d-никотин и l-никотин; последний оказался тождественным с природным никотином.

Применяют Н. главн. обр. в качестве инсектисида в борьбе с вредителями растений. Потребность СССР в нем—до 50 *т* в год. Производство Н. поставлено на алкалоидном заводе Госмедторгпрома, на химическом заводе в Чимкенте (Казакстан) и на заводе Всекопромсоюза.

Лит.: Чичибабин А. Е., Основные начала органической химии, 2 изд., М.—Л., 1929; Wolfenstein R., Pflanzenalkaloide, 3 Aufl., B., 1922; Winterstein E.-Trier G., Die Alkaloide, 2 Aufl., T. 1, Berlin, 1928; Schmidt E., Ausführliches Lehrbuch der pharmazeutischen Chemie, B. 2, Braunschweig, 1922—23. **М. Кацнельсон.**

НИОБИЙ, Nb, химический элемент V группы периодической системы, аналог ванадия и тантала; ат. вес 93,5, порядковый номер 41. В свободном состоянии Н. представляет собою металл серовато-белого цвета, обладающий высокой твердостью, ковкостью и тягучестью, хорошо принимающий холодную обработку. Чистый Н. имеет удельный вес 12,7 $t°_{пл.}$ ~ 1 950°; $t°_{кип.}$ > 3 300° (предположительно); он легко окклюдирует газы, постоянен на воздухе и довольно устойчив по отношению к щелочам и кислотам (легко разъедается только смесью плавиковой и азотной кислот); парамагнитен (магнитная восприимчивость $\lambda = +1{,}4 \cdot 10^{-6}$). В Америке для ниобия принято название колумбий и химический символ Cb.

Соединения Н. весьма разнообразны, но мало изучены. С кислородом Н. образует несколько окислов, из которых с достоверностью известны NbO, NbO_2 (или Nb_2O_4) и Nb_2O_5. Двуокись Н., NbO_2,—черные кристаллы правильной системы, с металлич. блеском, уд. в. 6,3, нерастворимые в HNO_3, растворяющиеся в HCl. Пятиокись Н., ниобовый ангидрид, Nb_2O_5,—белый аморфный порошок или зеленые кристаллы; уд. вес 4,47; $t°_{пл.}$ ~ 1 520°; нерастворима в к-тах, за исключением HF; при восстановлении переходит в NbO_2. Окисел Nb_2O_5 имеет амфотерный характер: при сплавлении со щелочами он образует соли ниобовой кислоты (ниобаты), $MeNbO_3$, которые при действии кислот (даже очень слабых, например CO_2) выделяют свободную ниобовую кислоту; последняя же способна растворяться в избытке сильных кислот (HCl, H_2SO_4), с образованием солей, в которых Nb играет уже роль катиона. Ниобаты, как природные, так и искусственно полученные, могут отвечать различным гидратным формам окисла Nb_2O_5: известны соли метаниобовой к-ты (например $KNbO_3 \cdot 2H_2O$), ортониобовой ($K_2HNbO_4 \cdot 6H_2O$) и пирониобовой ($K_3HNb_2O_7 \cdot 6H_2O$), а также соли полиниобовых к-т, например $K_8Nb_6O_{19} \cdot 16H_2O$. Из солей Н. известны гл. обр. галоидные соединения: NbF_5—бесцветные кристаллы, уд. в. 3,29, $t°_{пл.}$ 75,5°, $t°_{кип.}$ 218°; $NbCl_5$—желтые иглы, растворимые в спирте, уд. веса 2,75, $t°_{пл.}$ 194°, $t°_{кип.}$ 241°; получается накаливанием Nb_2O_5 с углем в струе хлора; водою разлагается, при высокой $t°$ диссоциирует на $NbCl_3$ и Cl_2; $NbBr_5$—темно-красный порошок, $t°_{пл.}$ ок. 150°, $t°_{кип.}$ 270°. При действии на $NbCl_5$ небольшого количества воды образуется хлорокись $NbOCl_3$—шелковистая кристаллич. масса, возгоняющаяся при 400°; ей аналогичны соединения $NbOF_3$ и $NbOBr_3$. Все галоидные соединения Н. легко образуют комплексы с галогенидами щелочных металлов, особенно с флюоридами, например: $NbF_5 \cdot 2KF$, $NbOF_3 \cdot 2KF$, $NbO_2F \cdot KF$, $NbOCl_3 \cdot 2KCl$, $NbOBr_3 \cdot 2NaBr$ и т. п. Перекись водорода при действии на ниобаты или на $NbOF_3 \cdot 2KF$ дает производные надниобовой кислоты, H_3NbO_5, растворяющиеся в H_2SO_4 с интенсивным желтым окрашиванием, что является наиболее специфич. реакцией на Nb [1]. Поглощая водород, Н. образует твердый раствор тусклосерого цвета, уд. веса 6,3—6,6, легче поддающийся действию HF и горячих щелочей, чем чистый Н., и при накаливании на воздухе загорающийся.

По распространенности в природе Н. принадлежит к числу довольно редких элементов; он встречается почти всегда совместно с танталом. Источниками получения Н. могут служить следующие минералы, находимые в пегматитовых жилах магматич. пород: колумбит (ниобит) и танталит $(Fe, Mn)(Nb, Ta)_2O_6$ (в первом преобладает Nb, во втором—Ta; месторождения известны в Колумбии, Норвегии и в Ильменских горах на Урале), а также фергюсонит, эшинит, эйксинит, самарскит, полит и пирохлор—весьма сложные изоморфные смеси ниобатов, танталатов, титанатов и торианатов железа и кальция, церия, иттрия и др. редкоземельных металлов, часто содержащие еще фтор и радиоактивные элементы. Переработка этих минералов заключается, по Мариньяку, в сплавлении их с бисульфатом ($NaHSO_4$) и выщелачивании плава кипящей водой, причем в остатке получаются ниобовая и танталовая кислоты. Обработкой сернистым аммонием из них удаляют Sn и W, остаток растворяют в плавиковой к-те и прибавлением KF осаждают Ta в виде $TaF_5 \cdot 2KF$, в то время как легче растворимый $NbF_5 \cdot 2KF$ остается б. ч. в растворе. Полное разделение Nb и Ta представляет значительные трудности. Металлический ниобий может быть получен из его галоидных солей путем восстановления натрием или водородом при высокой температуре.

Металлич. Н. появился на рынке с 1928 г.; единственным поставщиком его является в настоящее время фирма «Fansteel products Co.» в Чикаго, США. Постоянных областей применения Н. еще не имеет. В небольших количествах он применялся для изготовления частей физич. и химич. приборов, электролитических выпрямителей тока и т. п.; в будущем намечается возможность использования Н. в технич. ферросплавах специального назначения (например для химической аппаратуры).

Лит.: [1]) Меликов П. и Ельчанинов Е., «ЖРХО», 1905, т. 37, стр. 99.—Специальной литературы по ниобию кроме чисто химических исследований не имеется. **В. Янковский.**

НИПЕЛЬ, см. *Велосипедное производство*, колеса и *Колесное производство*, авиационные колеса.

НИТЕВОДИТЕЛЬ, часть мотальной и шпульной машины, служащая для направления навивальной нити, см. *Мотальная машина*, *Шпульная машина*.

НИТЕУЛОВИТЕЛЬ, см. *Кокономотание*, *Мотальная машина*, *Прядение*.

НИТОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, выработка швейных ниток, т. е. ниток, предназначаемых для шитья на швейных машинах и изготовляемых из бумажной, льняной и пеньковой пряжи. Для швейных ниток употребляют преимущественно бумажную пряжу.

Так как от швейных ниток требуется определенная крепость, то для придания крепости пряжа скручивается. По своему дальнейшему назначению швейные нитки подразделяются на нитки для белья и нитки для обуви. Нитки для белья бывают составлены из 3, 4 и 6 одиночных нитей, а нитки для обуви—из 6 или из 9 одиночных нитей. Нитки в 3 сложения—однокруточные, т. е. получаемые посредством трощения (сращивания) сразу трех одиночных нитей и кручения их; нитки в 4, 6 и 9 сложений всегда имеют двойное кручение, т. е. получаются посредством двух трощений и двух кручений. По цвету швейные нитки подразделяются на белые, черные и цветные. Кроме того швейные нитки подразделяются на матовые и глянцевые; глянцевые нитки получаются посредством особых процессов «лощения» и «полировки»; эти процессы обычно применяются для особо прочных (для обуви) в 6 и в 9 сложений ниток, а также для ординарных ниток в 3 сложения. Швейные нитки по сортам обозначаются различными марками («медведь», «такса» и др.). Пряжа для производства ниток идет исключительно ватерная с коэф-том кручения 3,1—3,8 (в зависимости от номера пряжи). Пряжа более высоких номеров (№ 40 и выше) изготовляется из египетского хлопка с гребенным прочесом, а пряжа более низких номеров—из америк. хлопка с кардным прочесом. Добротность пряжи высших номеров д. б. ~ 2 000, т. е. крепость пряжи не должна быть ниже следующей (крепость пасмы выражена в англ. фн.):

№ пряжи	Крепость пасмы	Добротность
40	50	2 000
55	36	1 980
70	28	1 960
80	24	1 920
90	21	1 890
100	19	1 900

Существующая нумерация швейных ниток не имеет научного основания; хотя номер нитки зависит от номера одиночной пряжи, от числа сложений, но одна и та же нитка, приготовленная из того же номера пряжи и с тем же числом сложений, иногда имеет два или более номеров; кроме того нет также закономерного соотношения между номером швейной нитки и ее толщиной. Табл. 1 указывает на соотношение между номером швейных ниток, номером одиночной пряжи и числом сложений.

Табл. 1.—Соотношение данных для швейных ниток.

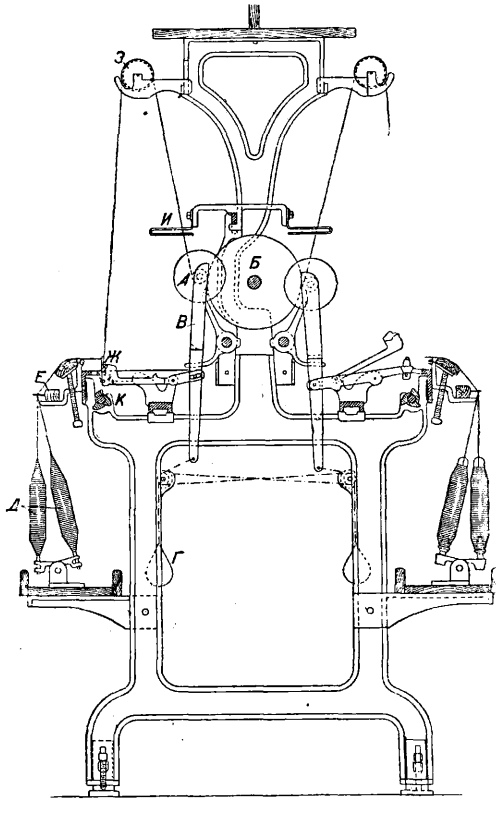
В 3 сложения глянцевые		В 4 сложения матовые		В 6 сложений матовые		В 6 сложений глянцевые		В 9 сложений глянцевые	
№ ниток	№ пряжи	№ ниток	№ пряжи	№ ниток	№ пряжи	№ ниток	№ пряжи	№ ниток	№ пряжи
10—12	20	10—12	24	10—12	36	5	36	00	16
16—20	24	16—20	30	16	40	6	40	0	22
24	28	24—30	36	20	45	7	45	1	32
30	32	30—36	40	24	50	8	50	2	36
36	36	40	45	30	55	—	—	3	40
40	40	50	50	40	70	—	—	4	50
50	50	60—70	60	50	80	—	—	—	—
60	60	80	70	60—70	90	—	—	—	—
70	70	90—100	80	80—90	100	—	—	—	—
80	80	120—200	100	100	110	—	—	—	—
90	90	—	—	120	120	—	—	—	—
100	100	—	—	140—300	130	—	—	—	—
120	120	—	—	—	—	—	—	—	—

Производство швейных ниток ведется по двум системам: по моточной системе и по навойной системе. При моточной системе суровая пряжа после окончательной крутки сматывается на мотовилах в мотки, а при навойной системе пряжа после окончательной крутки снуется на навои. При моточной системе число процессов меньше, и потому для выработки того же количества ниток требуется меньше рабочей силы; кроме того в навойной системе отсутствует весьма важная браковка суровых ниток; поэтому навойная система в последнее время вытесняется более рациональной моточной системой. Перечень процессов для той и другой системы производства швейных ниток двойной крутки следующий:

Моточная система	Навойная система
Первое трощение	Первое трощение
Первое кручение	Первое кручение
Второе трощение	Второе трощение
Второе кручение	Второе кручение
Размотка в мотки	Перемотка на катушки
Браковка	Сновка на навой
Крашение или беление	Размотка с навоев и приготовление жгута
Перемотка на фланц. катушки	Крашение или беление
Намотка на швейные катушки	Перемотка со жгутов на навой
Сортировка (браковка)	Перемотка с навоя на фланцевые катушки
Наклейка этикетов	Намотка на швейные катушки
Упаковка	Сортировка (браковка)
	Наклейка этикетов
	Упаковка

При работе ниток в 3 сложения употребляется одинарная крутка, а не двойная, вследствие чего число процессов сократится на два, т. к. второе трощение и второе кручение здесь не будут иметь места. Одиночная пряжа, которая поступает для производства швейных ниток, подвергается сначала первому или предварительному трощению на

тростильных машинах; на этих машинах пряжа очищается от толстых мест, шишек и грязи и стращивается или соединяется в несколько концов (в два или в три).



Фиг. 1.

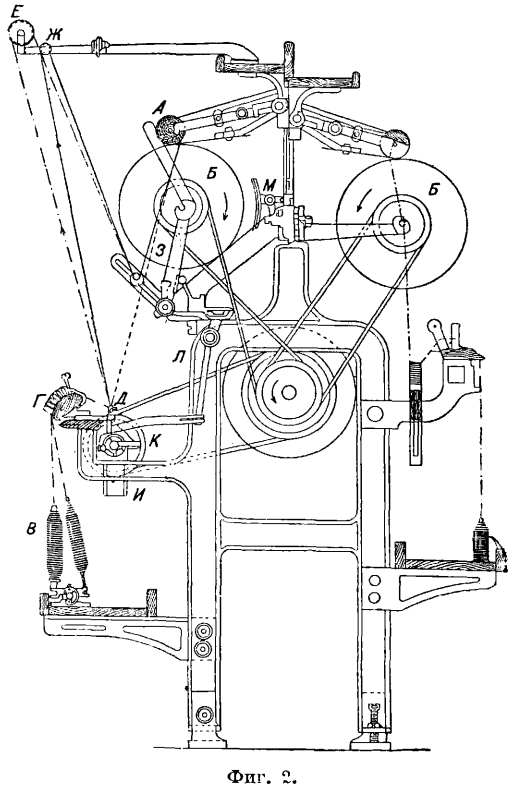
Тростильные машины бывают трех родов: 1) с водилкой, 2) с разрезными барабанами и 3) с крыльчатым мотанием.

Устройство тростильной машины с водилкой показано на фиг. 1. На этой машине употребляются катушки с закраинами. Катушка *А* касается барабанчика *Б*, от которого она получает движение благодаря трению; чтобы возбудить трение между катушкой и барабанчиком, катушка прижимается рычагами *В*, нижние концы которых оттягиваются грузами *Г*. Пряжа с початков *ДД* проходит через направляющий глазок *Е* и через глазок шпильки *Ж*; после глазков шпилек *Ж* пряжа, которая соединена в несколько концов, огибает легкие (обычно деревянные) отводные ролики *З* и, пройдя через водилку *И*, поступает на катушку *А*, на которую она и наматывается. Мотание происходит рядами, плотно ложащимися один около другого, благодаря тому, что водилка медленно движется вдоль катушки от одной закраины до другой и обратно. При обрыве одной какой-нибудь нити катушка останавливается. Происходит это потому, что шпилька *Ж* опускается вниз и своим нижним концом задевает за выступ вращающегося валика *К*; выступ валика отклонит шпильку *Ж* в сторону, благодаря чему рычаги *В* отходят от барабанчика *Б*, и катушка *А* останавливается. Эта машина построена двухсторонняя: к одному барабанчику *Б* прижимаются две катушки *А*. Существуют тростильные машины тоже с водилкой, но с двумя рядами барабанчиков для быстрого траверса, т. е. для крестовой мотки; такая мотка дает возможность мотать на катушки без закраин.

Для крестовой мотки чаще употребляются тростильные машины с разрезными барабанами (фиг. 2). На правой стороне фиг. 2 представлена машина без автоматич. останова, а на левой стороне—с автоматическим остановом. Эта тростильная машина также двухсторонняя. Бобинка *А* прижимается своим весом к разрезному барабану *Б* и благодаря трению получает от него вращение. Пряжа с початков *В* проходит через чистительное сукно *Г*, через глазок иголки *Д*, через барабанчик *Е*, или через пруток *Ж*, или же идет от глазка иголки *Д* непосредственно на бобинку *А*. На пути от *З* к *А* нить проходит через прорез жестяного барабана *Б*; в барабане *Б* прорез сделан в косом направлении, поэтому нить отводится очень быстро из одной стороны в другую; благодаря такому быстрому траверсу мотание получается крестовое, при котором можно мотать на катушку без закраин, так как бока бобинки с пряжей не будут спускаться. Обычно мотание производится на деревянную, бумажную или мельхиоровую трубку. Если одна из нитей оборвется, иголка *Д* упадет и своим хвостом коснется постоянно вращающегося валика *И*; у валика *И* имеются выступающие лопасти, которые отклоняют шпильку *Д* в сторону, вследствие чего рычажки *К* и *Л* освободят защелку, рычаги *З* освободятся, веревка ослабнет, сам же барабанчик, отклонясь вправо, ударится о тормоз *М* и остановится.

Устройство тростильной машины с крыльчатым мотанием — см. *Мотальная машина*, фиг. 6. Как видно из рисунка, нить проходит через два косо поставленных крыла на катушку без закраин (трубочку); катушка опирается на быстро вращающийся валик, благодаря чему она вращается и наматывает на себя нить. Мотание здесь производится крестовое вследствие того, что косо поставленные крылья при вращении быстро кидают нить то влево то вправо.

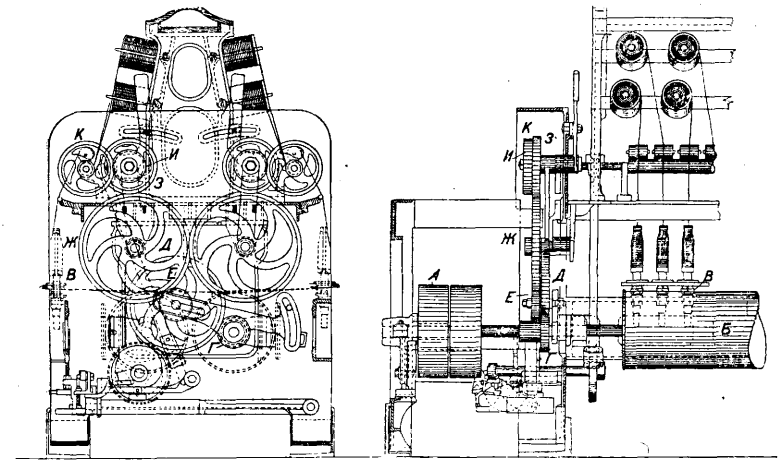
Следует заметить, что исправная работа при трощении имеет очень важное значение для качества ниток: необходимо, чтобы соблюдалась ровнота натяжений одиночных нитей; чтобы при обрыве нити связывались порознь, а не общим узлом. После первого трощения пряжа поступает на кольцевые крутильные ватера. Кольцевой крутильный ватер (фиг. 3) по своему устройству весьма похож на кольцевой прядильный ватер:



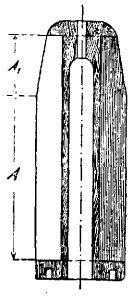
Фиг. 2.

только у крутильного ватера нет вытяжного прибора; вместо вытяжного прибора у крутильного ватера имеются выпускные цилиндры: на нижнем цилиндре лежат верхние валики, к-рые давят своим весом и тем самым производят защемление нити. На глав-

ном валу, на котором закреплен коренной шкив *А*, расположены в два ряда барабаны *Б*; один ряд со шкивами—коренной, другой ряд—холостой; холостые барабаны вращаются потому, что оба ряда барабанов охвачены шнурками; шнурки охватывают блочки на веретене *В* и потому приводят во вращение веретена. В настоящее время шнуровочную передачу к веретенам стали заменять тесемочной передачей. На барабанном валу насажена шестерня *Г*, к-рая называется барабанной; она передает движение нижним цилиндрам через ряд шестерен; с барабанной шестерней сцепляется большая шестерня *Д*, на оси которой сидит сменная шестерня *Е*, называемая нижней крутильной; она сцепляется с передаточной шестерней *Ж*, которая в свою очередь сцеплена с шестерней *З*; на оси этой последней сидит сменная шестерня *И*, к-рая называется верхней крутильной; она сцепляется с шестерней *К*, закрепленной на нижнем цилиндре. Т. обр. в крутильном ватере можно сделать перемену скорости цилиндров в трех местах: можно сменить нижнюю крутильную шестерню и две верхних крутильных. Крутильными шестернями они называются потому, что, меняя скорость выпускания цилиндрами при той же скорости веретен, мы изменяем крутку. Наматывание крученой пряжи на шпулю происходит потому, что шпуля, крепко надетая на веретено, вращается, а нить, проходя через бегунок, направляется им; кольцевая планка от мотального механизма получает движение вверх и вниз. При крутой пряже обычно употребляют шпули, к-рые держатся на веретене посредством шпонки, т. к. обычные шпули, к-рые держатся на веретене трением, могут провертываться и давать неправильную крутку. На фиг. 4 изображена шпуля с намоткой слоями во всю длину катушки; катушка имеет две закраины; в нижней закраине сделаны отверстия для шпонок, к-рые имеются на тумбе веретена; верхняя закраина меньшего размера, чем нижняя, и называется головкой; сверху она обычно обита медью. Как видно из рисунка, кверху шпуля утоняется; достигается это тем, что кольцевая пленка в верхнем положении получает несколько ускоренное движение; для этого эксцентрик имеет особую форму. Поэтому и шпуля будет состоять из цилиндрич. части *А* и конич. части A_1.



Фиг. 3.

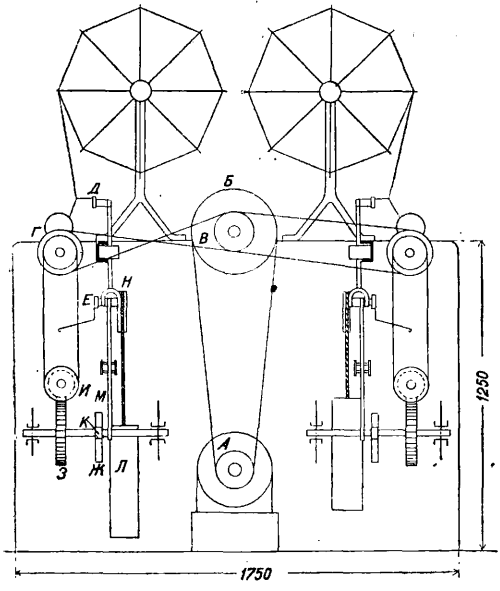


Фиг. 4.

Для мокрого кручения существуют два типа корыт: 1) в шотландской системе корыто лежит под нижним цилиндром, так что весь цилиндр находится в воде; 2) в английской системе корыто ставится сзади впускных цилиндров. Английск. система — самая распространенная, так как цилиндры и их подшипники менее касаются воды. Шотландская система корыта употребляется для производства швейных ниток. Жидкость в корыте—обычно чистая вода. Степень смачивания крученой пряжи зависит от погружения в воду; чтобы изменять погружение в корыте англ. системы, прутки можно передвигать глубже или выше, а в корыте шотландской системы нижний цилиндр может передвигаться, погружаясь в воду глубже. Швейные нитки работаются на мокрых ватерах преимущественно шотландского типа. Если кручение двойное, то крученая пряжа поступает на тростильные машины для второго, или окончательного, трощения. Трощеная пряжа после второго трощения идет снова на крутильные ватера для второго, или окончательного, кручения. Округлость нити достигается тем, что второе кручение обычно производится в противоположном направлении сравнительно с первым кручением, а также приданием большей крутки, чем при первом кручении: при предварительной крутке коэфициенты кручения колеблются в пределах от 4 до 5, тогда как при окончательной крутке—в пределах от 5 до 7. После окончательной крутки крученая пряжа поступает на мотовила для размотки в мотки. Эта размотка пряжи в мотки производится для удобства беления или крашения. Мотовила применяются здесь односторонние, с периметром в 2 286 *мм*, с числом шпинделей до 80. Линейная скорость мотания ~ 4,5 *м/сек*.

Снятую с мотовил пряжу вешают на кресты, на к-рых перевязывают вязкой с условными обозначениями сорта, после чего в тележках отвозят в браковочную. Здесь пряжа поступает на браковочные столы для просмотра; в случае обнаружения брака моток вешают на крестовину, натягивают, просматривают и замеченный брак вырезают из мотка. Браком от кручения и трощения являются: неправильная крутка, неправильное число одиночных нитей, смешанная пря-

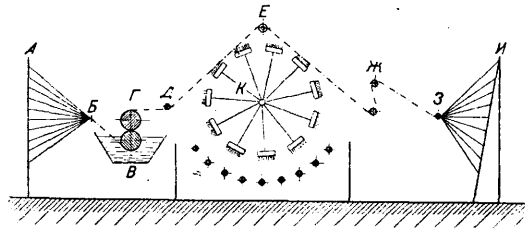
жа, скобленая, курчавая пряжа, масляные и грязные концы, неправильные узлы. Из браковочной пряжа поступает в красильный или белильный отдел. В красильном отделе мотки надеваются на особые мотовила, на которых они растягиваются деревянными палками. Мотовило с мотками пряжи поднимается подъемным краном и опускается в красильную ванну—барку, наполненную горячей водой с раствором красителя. Для более полной и равномерной окраски мотовило, погруженное в красильную барку, медленно вращается. После окраски мотовило поднимается подъемным краном и после того, как с него стечет немного краска, оно опускается в промывную барку, а после промывки ставится на свое прежнее место; пряжу с него снимают и в тележках подают к центрифуге, на к-рой отжимают; после отжима пряжа идет в сушилку, откуда высушенная поступает в перемотку. Если пряжа назначается в отбелку, то она в мотках сначала поступает в особое помещение, где мотки связывают в непрерывную цепь; эта цепь перекидывается через вращающийся барабанчик, находящийся над бучильным котлом, и загружается в котел; после бучения пряжа поступает в особые баки для хлорирования, затем в другой бак для кислоцки и затем уже в промывную машину для промывки. После промывки пряжа поступает в подсинильную машину для подсиньки. Затем пряжа подвергается отжимке на центрифуге, а после отжима идет в сушилку, откуда высушенная поступает в перемотку. На перемоточных машинах мотки окрашенной или отбеленной пряжи пере-



Фиг. 5.

матывают на фланцевые катушки, чтобы с них затем пряжу перемотать на маленькие швейные катушки. Мотки надеваются нат. н. рогульку, которая состоит из втулки с двумя рядами спиц, по 8 спиц в каждом ряду; спицы по концам соединены шнурком. Нитка с мотка проходит через крючок водилки перемоточной машины (фиг. 5) и поступает на катушку, которая опирается на барабан.

Сидящий на моторе шкив *А* передает движение ремнем шкиву *Б*, на одной оси с которым сидит шкив *В*, последний ремнем передает движение шкиву *Г*, который сидит на барабанном валу и т. о. вращает все барабаны. Фланцевые катушки вращаются благодаря трению, так как они лежат на вращающихся барабанах. Для равномерного мотания нитки вдоль катушки влево и вправо движутся водильные планки *Д* и *Е* с крючками. Водильная планка получает движение от эксцентрика *Ж*, к-рый закреплен на



Фиг. 6.

одной оси с червячным колесом *З*; последнее сцепляется с червяком *И*, ось которого получает движение посредством ремня от барабанного вала. К эксцентрику *Ж* прижимается каточек *К* силой тяжести гири *Л*. Каточек *К* связан с рычагами *М* и *Н*, соединенными с водильными планками *Д* и *Е*. На новых машинах имеются два ряда рогулек (вверху и внизу); один барабан приводит во вращение две катушки; одна из них прилегает к барабану сверху, а другая—снизу. Нитки при обрыве связываются узлом при помощи узловязателя. Скорость барабанов ~350 об/м.; при этой скорости линейная скорость мотания ~ 130 *м* в мин.

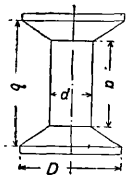
Если нитки д. б. глянцевыми, то прежде чем наматываться на швейные катушки, они поступают с перемоточных машин на полировочные машины. Здесь нитки шлихтуют, т. е. пропитывают клеем для придания им крепости, мягкости и блеска, а затем просушивают и полируют, подвергая действию щетинных щеток. Полировочные машины устраиваются или с подогревом для сушки или без подогрева; в машине без подогрева нитки после пропитывания клеем проходят более длинный путь, для того чтобы успеть просохнуть. На фиг. 6 изображена схема полировочной машины с подогревом. Нитки, намотанные на фланцевые катушки и помещенные в рамки *А*, проходят через глазки *Б* в корыто с горячим клеем *В*; в корыте помещаются два отжимных крахмальных валика *Г*, причем нижний валик до половины погружен в клей. Далее нитки идут через направляющие валики: через гладкий медный валик *Д*, бороздчатый медный валик *Е* и через гладкие валики *Ж* и *З* и далее поступают на фланцевые катушки, помещенные в рамке *И*. Щеточный вал *К*, вращаясь со скоростью около 350 об/м., полирует нитки. Нитки просушиваются нагретым воздухом, т. к. под щеточным барабаном расположены трубы с горячим паром. Фланцевые катушки

в рамке *И* сидят на веретенах, которые приводятся в движение посредством шнурков от жестяных барабанов. В состав клея для черных ниток входят обычно картофельная мука, воск и касторовое масло; для белых ниток—только картофельная мука и касторовое масло. Картофельная мука может быть заменена другими крахмалами.

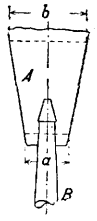
Следующий процесс работы после перемоточных машин для матовых ниток и после полировочных машин для глянцевых ниток—это намотка ниток на швейные катушки, к-рая производится на специальных машинах. Намоточные машины подразделяются на автоматы и полуавтоматы. На полуавтоматах съем и заправка новых катушек производятся вручную, а автоматически выполняется только намотка; на автоматах вся работа производится автоматически: намотка, съем готовых и заправка пустых катушек совершаются без участия человеческих рук; работнице остается лишь обрезка концов нити, просмотр намотанных катушек, связывание узлов при обрывах нити и уход за машиной (смазка и чистка). В настоящее время имеют широкое применение две конструкции автоматов: «Вильдс» и «Мак-Ги». В намоточной машине «Вильдс» фланцевые катушки ставятся на рамку машины; нитка идет с катушки вверх и проходит между тарелочными зажимами с пружинками, к-рые придают нитке известное натяжение; затем нитка для получения гладкости проходит через парафиновое кольцо, огибает фарфоровый ролик, проходит через крючок и попадает на особую деталь, так наз. «правку», к-рая и дает точное направление нитке при наматывании на швейную катушку; швейная катушка получает вращение от вращающегося шпинделя, так как она зажимается между двумя шпинделями, один из которых передает катушке движение, а другой свободно вращается. На фиг. 7 изображена швейная катушка; легко видеть, что при наматывании на нее нитка должна направляться правкой т. о., чтобы длина намотки постепенно увеличивалась от величины *a* до величины *b*, а высота намотки постепенно увеличивалась соответственно увеличению диаметра катушки от *d* до *D*. Увеличение длины намотки достигается тем, что движение правки связано с движением особой детали—«молоточка»; молоточек движется то влево то вправо, прижимаясь пружинками то сверху то снизу к стальной пластинке, имеющей форму трапеции и называемой «стрелкой». На фиг. 8 показаны стрелка *A* и молоточек *B*. Т. к. во время работы стрелка все подвигается вперед, то путь молоточка все время увеличивается, начиная от величины *a* и кончая величиной *b*, благодаря чему и путь правки соответственно увеличивается от *a* до *b*. Вместе с переходом молоточка с верха стрелки на ее низ, а также с переходом с низа стрелки на ее верх происходит включение той или другой плашки (левой или правой), к-рые находятся против особого т. н. винтового валика; на этом валике имеются две резьбы: одна—левой руки, а другая—правой; к ним попеременно прижимаются то одна то другая плашка, отчего и правка получает движение попеременно то влево то вправо. Скорость вращения винтового валика может изменяться при заправке ниток другого номера, так как на оси его имеется сменное намоточное колесо. Если число зубьев намоточных колес обозначим через z и z_1, а номера ниток через N и N_1, то между ними существует следующая зависимость:

$$\frac{z}{z_1} = \frac{\sqrt{N}}{\sqrt{N_1}},$$

т. е. числа зубьев намоточных колес пропорциональны корням квадратным из номеров. Высота правки при наматывании изменяется благодаря тому, что особая кулачная шайба при работе катушки поворачивается и через ряд рычагов поднимает правку все выше и выше. Для регулирования скорости подъема правки для разных номеров ниток на одном из рычагов имеются деления; вдоль этого конца рычага может передвигаться и закрепляться муфточка с каточком, к-рый и передает движение следующему рычагу; т. о. является возможность изменять плечо рычага и тем самым изменять скорость подъема правки.



Фиг. 7.



Фиг. 8.

При заправке нового номера ниток на автомате «Вильдс» следует переменить: 1) швейные катушки соответственно номеру ниток; 2) стрелку соответственно катушке; 3) сменное колесо на винтовом валике; 4) сменное храповое рядовое колесо, от числа зубьев к-рого зависит число рядов намотки; 5) правку соответственно номеру ниток; 6) подъем правки путем передвижения втулки с роликом на линейке с делениями. Автоматы «Мак-Ги» по своей конструкции несколько отличаются от автоматов «Вильдс»: молоточек здесь ходит не по стрелке, а внутри вырезов особых пластинок, двигающихся взад и вперед до известных пределов. Полуавтоматы имеют менее сложную конструкцию. На них обычно перематывают брак, а также наматываются катушки с большой длиной нитки (до 2 400 ярдов) или же наматываются очень толстые нитки. Измерение длины намотанных на катушки ниток производится в ярдах (1 ярд = 0,914 *м*). Обычно нитки в 6 сложений наматываются на катушку с длиной в 200 ярдов; нитки в 3 и 4 сложения наматываются длиной в 200, 500, 1 000 и 2 400 ярдов; нитки в 9 сложений наматываются в 200 и в 400 ярдов. После намотки на швейные катушки нитки поступают в сортировку или браковку. Сортировщицы на наклонн. столах просматривают все катушки с нитками и откладывают брак для перемотки. Просмотренные катушки из сортировки поступают на этикетные машины. Этикеты наклеиваются на торцы катушек автоматически. С наклонного листа катушки попадают на транспортер, к-рым подводятся к ударнику. На ударнике имеется 8 пальцев или сосков, в которых посредством насоса создается вакуум; сосок притягивает к себе этикетку, на которой с одной стороны уже имеется клей, и смачивает сторону с клеем о мокрое сукно; когда же сосок ударяет в то-

рец катушки, воздух в соске соединяется с наружным воздухом, вакуум пропадает, и этикетка, легко отходя от соска, приклеивается к катушке. После наклейки катушки отводятся транспортером на особые доски, к-рые по мере наполнения снимаются; катушки с наклеенными этикетами просматриваются и затем отправляются в упаковку. При упаковке швейные катушки заворачивают в бумагу сначала по дюжинам в пачки, а затем по полугроссам (по 72 штуки), перевязывают вязкой и укладывают в деревянные ящики.

Главнейшие свойства швейных ниток—крепость и гибкость, к-рые необходимы для успешной работы швейной машины. Крепость ниток зависит от свойства одиночной пряжи, гл. обр. от свойств сырого материала—хлопковых волокон, более длинных и тонких в хороших сортах; крепость зависит также от круток одиночной пряжи и от круток при кручении (предварительной и окончательной). Крутка влияет и на гибкость нитки: слишком крутые нитки не будут гибкими. В табл. 2 приведены нормальные крутки для швейных ниток, принятые на Ленинградских ниточных ф-ках.

Табл. 2.—Нормальные крутки для швейных машин.

№ пряжи	Матовые в 6 сложений		Глянцевые				Глянцевые в 3 сложения
			в 6 сложений		в 9 сложений		
	Предварит. крутка	Окончат. крутка	Предварит. крутка	Окончат. крутка	Предварит. крутка	Окончат. крутка	
16	—	—	—	—	9	9	—
20	—	—	—	—	—	—	17
22	—	—	—	—	11	11	—
24	—	—	—	—	—	—	19
28	—	—	—	—	—	—	21
32	—	—	—	—	13	13	22
36	18	17	18	17	14	13	23
40	20	18	20	18	15	14	24
45	21	19	21	19	—	—	—
50	22	20	22	20	17	16	26
55	23	21	—	—	—	—	—
60	24	22	—	—	—	—	27
70	25	23	—	—	—	—	28
80	27	24	—	—	—	—	29
90	28	25	—	—	—	—	—
100	30	26	—	—	—	—	31

Ленинградтекстилем найдена такая ф-ла для стандарта крепости швейных ниток:

$$P = \frac{C}{N} nk,$$

где P—разрывное усилие двух нитей, C—произведение крепости двух нитей на приведенный действительный номер суровой пряжи, N—действительный номер одиночной нити, n—число сложений, k—коэф. укрепления от полировки. Для глянцевых ниток $k = 1{,}15 \div 1{,}20$. При зажимной длине на динамометре в 250 *мм* крепость швейных ниток в 6 сложений (в *кг*) по этому стандарту получается следующая:

Номинальный номер	36	55	70	80	90	100
Действительный номер	35,1	54,5	68,0	78,0	88,0	97,5
Разр. усилие двух ниток в *кг*	4,51	3,34	2,67	2,33	2,06	1,86

Кроме производства швейных ниток из хл.-бум. пряжи существует производство ниток из льняной и пеньковой пряж. Большинство льняных и пеньковых ниток идет для рыболовных сетей; кроме того льняные и пеньковые нитки идут на обувные ф-ки для шитья обуви, а льняные—и в швейные мастерские. Соответственно этому льняные нитки разделяются на рыболовные, сапожные и портновские нитки, а пеньковые—на рыболовные и сапожные. Для выработки рыболовных ниток льняная или пеньковая пряжа перематывается на сновальные катушки или наматывается в форме бобин крестовой мотки; как в том, так и в другом случае пряжа проходит через чистители для очищения от шишек и утолщений, к-рые очень вредно отзываются при механич. работе сетей. После очищения пряжа скручивается на рогулечных или кольцевых крутильных ватерах; кручение производится здесь ординарное, а не двойное, с предварительным трощением или без трощения. Для выработки сапожных ниток (дратвы), от которых требуется особенная крепость, употребляется льняная пряжа из особо крепких льнов, а также пеньковая пряжа. Сапожные нитки работаются с предварительным трощением и скручиваются на специальных крутильных машинах, на которых веретена получают движение от шестерен, благодаря чему достигается очень равномерная крутка. Портновские нитки работаются с двойным кручением так же, как и швейные нитки из хл.-бумажной пряжи. Льняные и пеньковые нитки выпускаются с ф-к в форме мотков (талек).

Лит.: Коробанов А. С., Насекин Н. А., Смирнов К. Д., Крутильное и ниточное производство, Ив.-Вознесенск, 1927; Белдовский А. К., К рационализации ниточного производства, «Труды 1-го Всесоюзного съезда по рационализации в текстильной промышленности 19—24 мая 1926 г.», М., 1926; Штуцер В. И., Организация льняного ниточного производства, там же. **Н. Насекин.**

НИТРАЗОЛ, стойкий препарат диазосоединений, смесь сернокислой соли *n*-нитрофенилдиазония с сернокислым магнием $MgSO_4$ и бисульфатом натрия $NaHSO_4$ (фирмы Кассела); получается при диазотировании *n*-нитроанилина в сернокислой среде и добавлении к кислому раствору окиси магния и сульфата натрия. По принципу похож на *нитрозамин* (см.), *азофор* (см.), паранил (нафталинсульфокислая соль *n*-нитрофенилдиазония) и т. п. (см. *Крашение*).

НИТРАТЫ, соли и эфиры азотной кислоты общей ф-лы $M \cdot NO_3$ (где М—одновалентный металл или органич. радикал). Описание отдельных Н. см. в статьях о соответствующих металлах.

НИТРИДЫ, соединения азота с металлами и некоторыми металлоидами (бор, кремний), неплавкие вещества, частью кристаллические, частью аморфные, б. ч. устойчивые при высоких $t°$. Н. могут быть получены: 1) нагреванием металлов в струе азота при $t°$ 800—900°; металлы поглощают азот, образуя при этом либо вполне определенные химические соединения (например Mg_3N_2, AlN, Ca_3N_2 и др.) либо твердые растворы (Mn, Cr, Ti); с нек-рыми металлами (Mg, Ca) реакция образования Н. протекает весьма легко и м. б. применена для связывания

азота при выделении благородных газов из воздуха; 2) действием азота на карбиды металлов; 3) восстановлением окисей металлов углем в струе азота.

Н. легко разлагаются при нагревании с легко восстанавливающимися окисями металлов (PbO, CuO). При действии воды Н. б. ч. разлагаются с образованием аммиака. Расплавленные щелочи выделяют из Н. аммиак. Относительная легкость соединения азота с металлами и дальнейшее разложение получаемых Н. с образованием аммиака были использованы для фиксации атмосферного азота в промышленном масштабе. Наиболее применимым для этой цели оказался Н. алюминия, получаемый по способу Серпека—нагреванием смеси боксита с коксом в атмосфере азота (см. *Алюминий*). За последнее время для получения аммиака через Н. алюминия предложен ряд алюминиевых сплавов, получаемых восстановлением бокситов. Состав этих сплавов колеблется примерно в следующих пределах: 25—46% Al, 19—30% Si, 1—3% Ti (остальное—Fe). Сплав нагревается в токе азота в присутствии катализаторов—хлоридов и флюоридов алюминия, магния, кальция и др.; особенно пригодным оказался криолит в количестве ок. 1%. Реакция образования Н. алюминия из металлических сплавов протекает с выделением большого количества тепла, что вызвало предложение добавлять сплавы Al к смеси бокситов и угля с целью уменьшения количества подводимого извне тепла за счет экзотермич. реакции образования Н. алюминия из металлич. алюминия; вместе с тем повышается и количество образовавшегося Н. алюминия. Однако трудно предположить, чтобы нитридный способ получения аммиака оказался в состоянии конкурировать со способом контактного получения аммиака из элементов.

О Н. бора, магния, лития и др. см. статьи о соответствующих элементах.

Лит.: Ullm. Enz., B. 1, 2 Aufl., p. 277—280, B. 8, 1 Aufl., p. 520—521. **П. Коржев.**

НИТРИЛЫ и изонитрилы (карбиламины), соединения органич. радикала с остатком синильной (цианистоводородной) к-ты—цианграппой —CN, или изоцианграппой, —NC. Углеродный атом органич. радикала в Н. связан с углеродным атомом цианграппы; в изонитрилах—с атомом азота (согласно современным воззрениям углеродный атом в изоцианграппе считается двувалентным). Т. о. общие ф-лы Н. и изонитрилов выражаются—для Н.: R·C≡N, для изонитрилов: R·N=C.

Способы получения Н.: 1) действием цианистых солей на галоидные алкилы, например

$$CH_3J + KCN = KJ + CH_3CN;$$

2) нагреванием солей алкилсерных кислот с цианистым калием:

$$R{\cdot}O{\cdot}SO_3K + KCN = RCN + K_2SO_4;$$

3) отнятием воды от аммонийных солей жирных кислот (I), от амидов кислот (II) и альдоксимов (III):

I. $R{\cdot}COONH_4 - 2H_2O = RCN$,
II. $R{\cdot}CONH_2 - H_2O = RCN$,
III. $R{\cdot}CH{:}NOH - H_2O = RCN$.

Н.—нейтральные вещества. При нагревании их со щелочами или к-тами сначала происходит присоединение одной молекулы воды с образованием амидов, а затем второй молекулы, причем получаются аммонийные соли карбоновых кислот—реакция, обратная реакции получения Н. из аммонийных солей и амидов:

$$RCN + 2H_2O = R{\cdot}COONH_4.$$

Н. восстанавливаются металлич. натрием в спиртовом растворе до первичных аминов:

$$RCN + 2H_2 \rightarrow R{\cdot}CH_2{\cdot}NH_2.$$

Н. присоединяют сероводород, хлористый водород, с образованием тиоамидов, имидхлоридов. При действии алкоголей на Н. в присутствии HCl образуются иминоэфиры: при аналогичной реакции с меркаптанами получаются иминотиоэфиры. Н. легко полимеризуются. Низшие Н.—бесцветные жидкости. Н. жирного ряда обладают уд. весом в пределах от 0,78 до 0,83; слабо токсичны. Ацетонитрил (метилцианид), $CH_3{\cdot}CN$,—жидкость с $t°_{кип.}$ 81,5°, удельный вес при 0° равен 0,85. Бензонитрил (цианбензол), $C_6H_5{\cdot}CN$, — жидкость с $t°_{кип.}$ 191°, $t°$ замерзания —13°; удельный вес 1,006 при 20°; содержится в небольших количествах в каменноугольном дегте; м. б. получен синтетически по способу Зандмейера—действием цианистого калия на диазосоединение в присутствии солей одновалентной меди. Изонитрилы — жидкости с $t°_{кип.}$ ниже соответствующих им Н.; обладают сильным отвратительным запахом и значительной токсичностью (в особенности метилизонитрил. $CH_3{\cdot}NC$, ядовитостью превосходящий синильную к-ту); см. *Синильная кислота*.

Способы получения изонитрилов: 1) действием цианистого серебра на галоидные алкилы:

$$AgCN + CH_3J = AgJ + CH_3NC;$$

2) действием хлороформа на первичные амины в спиртовом растворе, в присутствии едких щелочей. Процесс протекает по ур-ию:

$$R{\cdot}NH_2 + CHCl_3 = RNC + 3HCl;$$

эта реакция, вследствие весьма сильного неприятного запаха, свойственного изонитрилам, является чувствительной пробой на первичные амины (реакция Гофмана). При действии разбавленных минеральных кислот изонитрилы омыляются с образованием аминов и муравьиной к-ты:

$$R{\cdot}NC + 2H_2O = R{\cdot}NH_2 + HCOOH.$$

Окисление изонитрилов приводит к образованию эфиров изоциановой к-ты, R·N:C:O. Соединяясь с серой, изонитрилы образуют изотиоциановые эфиры—т. н. горчичн. масла:

$$R{\cdot}N{:}C + S = R{\cdot}N{:}C{:}S$$

(см. *Горчичные эфирные масла* и *Аллиловое горчичное масло*). Вследствие присутствия в молекуле ненасыщенного (двувалентного) атома углерода изонитрилы обнаруживают тенденцию к присоединению галоидов, галоидоводородов, серы, воды и других веществ. При $t°$ 230—255° изонитрилы перегруппировываются в Н.

Лит.: Чичибабин А. Е., Основные начала органич. химии, 3 изд., М.—Л., 1931; Meyer V. u. Jacobson P., Lehrbuch d. organ. Chemie, B. 1—2, B., 1922—24. **П. Коржев.**

НИТРИРОВАНИЕ, см. *Нитрование*.

НИТРИТЫ, соли и эфиры азотистой кислоты общей формулы M·ONO (где M — одновалентный органический радикал или ме-

талл); описание отдельных Н. помещены в статьях о соответствующих металлах.

НИТРОАНИЛИНЫ, моно-, ди-, три- и тетранитропроизводные анилина (аминобензола).

Мононитроанилины, состава $NO_2 \cdot C_6H_4 \cdot NH_2$, широко применяются в анилокрасочной и химико-текстильной промышленности как промежуточные продукты для синтеза красящих веществ. В зависимости от взаимного расположения амино- и нитрогруппы известны след. три изомера нитроанилина, пара-, орто-, и мета-Н.; из этих изомеров наибольший практический интерес представляет *п*-изомер.

Способ получения *п*- и *о*-Н. в принципе одинаков. В технике получение их осуществляется двумя путями. Первый, более старый, но применяемый и в настоящее время, состоит в нитровании какого-либо анилида и последующем отщеплении ацильного остатка. В зависимости от $t°$-ных условий реакции, характера ацильного радикала и от среды реакции, соотношения *о*- и *п*- изомеров варьируют. Так, при наиболее употребительном нитровании ацетанилида в сернокислой среде при темп-ре 2—3° получаются значительные (свыше 90%) количества *п*-изомера. Повышение $t°$ реакции вызывает увеличение выхода *о*-изомера. Точно так же замена серной кислоты уксусною приводит к образованию значительных выходов *о*-изомера. Если вместо ацетанилида нитрованию подвергаются форманилид или оксанилид, то получается почти исключительно *п*-изомер в первом случае и *о*-изомер во втором. Непосредственное нитрование незащищенного анилина не применяется вследствие легкой его окисляемости. Лишь в алкилзамещенных производных анилина, как диметиланилин, это возможно, причем в сильно кислой среде получают до 50% *м*-изомера. Полученные нитроацетанилиды отделяются технически вследствие различной омыляемости ацетил-*п*-Н. и ацетил-*о*-Н. Последний, омыляя ацетильную группу, переходит в *о*-Н. уже при действии кипящего раствора соды. При этом *о*-Н. переходит в раствор, из которого по охлаждении выкристаллизовывается. *п*-Изомер омыляется только при действии щелочи. Второй способ получения *п*- и *о*-Н. состоит в обработке аммиаком при $t°$ около 200° в автоклаве *п*- или *о*-нитрохлорбензола. Хотя этот способ представляет значительные выгоды, однако фабрикация Н. по этому способу оказывается более затруднительной вследствие необходимости применения высоких давлений.

Пара-нитроанилин — желтый кристаллич. порошок с $t°_{пл.}$ 147°, мало растворим в воде, легко—в спирте и других орган. растворителях, дает растворимые в воде соли с минеральными к-тами; широко применяется в анилокрасочной промышленности как промежуточный продукт и в химико-текстильной промышленности для ледяного крашения и обработки красителей на волокне (см. *Крашение*). Красочные ф-ки выпускают стойкие препараты диазотированного *п*-Н. (см. *Нитразол* и *Нитрозамины*). Орто-нитроанилин—желто-оранжевый порошок с $t°_{пл.}$ 71,5°, слегка растворим в горячей воде, перегоняется с водяными парами; находит применение для получения *о*-фенилендиамина и в ледяном крашении. Метанитроанилин — желтый порошок с $t°_{пл.}$ 114°, легко растворим в горячей воде; получается при неполном восстановлении сернистым натрием *м*-динитробензола. Применяется при производстве азокрасителей и в ледяном крашении.

Лит.: Ворожцов Н. Н., Ступени в синтезе красителей, Л., 1926; Fierz-David H.E., Grundlegende Operationen d. Farbenchemie, 3 Aufl., Berlin, 1924; Groggins P. H., Aniline a. its Derivatives, L., 1924. **И. Иоффе.**

Из динитроанилинов $C_6H_3(NO_2)_2 \cdot (NH_2)$ технич. интерес представляет лишь 2,4-динитроанилин. Он образует желтые с голубоватым блеском кристаллы с $t°_{пл.}$ 188° и получается нагреванием под давлением 2,4-динитрохлорбензола с раствором аммиака; служит для получения азокрасителей, причем диазотирование м б проведено лишь в конц. сернокислом растворе в виду слабо основного характера этого соединения.

2, 4, 6-Тринитроанилин, пикрамид. $C_6H_2(NO_2)_3(NH_2)$ — темножелтые моноклинические таблички с голубоватым блеском. плавящиеся при 188°. Тринитроанилин легко получается действием аммиака на тринитрохлорбензол; по своим взрывчатым свойствам он близок к пикриновой к-те; преимуществами его являются нерастворимость в воде, отсутствие кислотного характера и красящей способности; технич. применения почти не получил.

2, 3, 4, 6-Тетранитроанилин, $C_6H(NO_2)_4(NH_2)$—желтый кристаллический порошок, плавящийся с разложением при 210—212°; $t°$ вспышки 231—233°. Он м. б. получен непосредственным нитрованием анилина смесью азотной и серной к-т с добавкой калийной селитры, но при этом образование *о*- и *п*-изомеров понижает выход. По способу Флюршейма [1] в качестве исходного продукта пользуются *м*-нитроанилином и подвергают его дальнейшей нитрации. Тетранитроанилин по взрывчатым свойствам близок к тетрилу; его недостатком является малая химич. стойкость, пробы Эбля (Abel) он не выдерживает. По англ. данным при соответствующей очистке стойкость тетранитроанилина выше, чем тетрила. В бомбе Траупля тетранитроанилин дает расширение в 430 *см*³. Тетранитроанилин применяется главн. обр. для снаряжения детонаторов. См. *Взрывчатые вещества*.

Лит.: [1]) Г. П. 241697/10.—Kast H., Spreng- u. Zündstoffe, Brschw., 1921; Colver E. de W. S., High Explosives, London, 1918; Stettbacher A., Die Schiess- u. Sprengstoffe, Lpz., 1919; Ullmanns Enzyklopädie, B. 1, 2 Aufl. **А. Горст.**

НИТРОБЕНЗОЛ, $C_6H_5 \cdot NO_2$, простейшее нитросоединение ароматического ряда,— бледножелтая жидкость, замерзающая при 8,4°; $t°_{кип.}$ 210,8°; уд. вес 1,21.

Н. получается при *нитровании* (см.) бензола по ур-ию:

$$C_6H_6 + HNO_3 = C_6H_5NO_2 + H_2O \quad +36{,}6\ Cal,$$

причем выделяющаяся при реакции вода д. б. связана каким-либо водоотнимающим средством; в технике для этого применяется серная кислота. Степень нитрования бензола, как и других ароматич. углеводородов, зависит от $t°$ реакции и от крепости нитру-

ющей смеси. При нитровании бензола в Н. оптимальной $t°$ является 45—55°; повышение может привести к образованию динитробензола; понижение $t°$ препятствует доведению реакции до конца, оставляя тем самым часть бензола без изменения. Еще большее влияние на выход Н. оказывает крепость нитрующей смеси; практически было найдено, что количество серной к-ты, вводимой в нитрующую смесь, д. б. таким, чтобы серная к-та, связав всю воду, дала по окончании реакции т. н. «отработанную к-ту» с содержанием 77—78% H_2SO_4. Исходя из этого, можно составить нитрующую смесь из технических серной и азотной к-т различных концентраций, пользуясь следующими соображениями. Количество азотной к-ты берется теоретическое (для нитрования до мононитропродукта) с прибавлением ~2% для полноты реакции. Т. о. при концентрации азотной к-ты, равной a% HNO_3, потребное ее количество x для нитрования 1 *кг*-мол. (78 *кг*) бензола будет

$$x = \frac{63 \cdot 102}{a} \text{ кг.}$$

При концентрации серной к-ты, равной b% H_2SO_4, потребное ее количество y должно, связав всю воду, дать крепость отработанной к-ты в 77—78%, при которой отношение $H_2SO_4 : H_2O = 3{,}5$. Всего в реакцию введено воды: $\frac{63 \cdot 102}{a} \cdot \frac{100 - a}{100}$ *кг* с азотн. к-той, $\frac{100 - b}{100} y$ *кг* с серной кислотой, и 18 *кг* H_2O выделяется при самом нитровании. Следовательно

$$\frac{b}{100} \cdot y = 3{,}5 \left[\frac{63 \cdot 102}{a} \cdot \frac{100 - a}{100} + \frac{100 - b}{100} y + 18\right];$$

y можно вычислить, подставив значения a и b. При соблюдении этих условий для обычных технич. к-т в нитрующей смеси содержится ~ 60% H_2SO_4, 32% HNO_3 и 8% H_2O. При нитровании других углеводородов расчет нитрующей смеси ведется так же, однако процентное содержание H_2SO_4 в отработанной H_2SO_4 в каждом отдельном случае меняется.

При технич. получении Н. заранее приготовленная и охлажденная нитрующая смесь приливается к бензолу при перемешивании. Скорость приливания регулируется в зависимости от $t°$ реакционной массы. Реакция нитрования бензола экзотермична (+36,6 Cal); кроме того тепло выделяется в результате разбавления серной к-ты образующейся при реакции водой, так что при нитровании выделяется в среднем ~ 40 Cal на 1 *г*-моль бензола. В виду этого нитрование ведут в наружно охлаждаемых аппаратах. В зависимости от способа охлаждения (вода, охлаждающий рассол) скорость приливания нитрующей смеси, а следовательно и скорость нитрования, бывают различны; летом скорость нитрования значительно меньше, чем зимой в той же обстановке, что необходимо принимать во внимание при проектировании нитрационных установок.

Вследствие той же экзотермичности реакции конструкция нитратора играет значительную роль. Т. к. бензол и нитробензол нерастворимы в разбавленной серной к-те, реакция нитрования должна итти между двумя несмешивающимися жидкостями. Для устранения местных перегревов на поверхности раздела двух фаз необходимо энергичное перемешивание (эмульгирование) смеси. Нитратор для бензола представляет закрытый сосуд, имеющий рубашку для охлаждения и снабженный трубами для приливания нитрующей смеси, для введения сжатого воздуха и выдавливания реакционной смеси, люком для ремонта и взятия проб, термометром и мешалкой с сальником. Для изготовления нитраторов до сих пор применялся литой чугун; в последнее время предложены нитраторы из алюминия, свободного от SiO_2. Для увеличения поверхности охлаждения нитраторы конструируются с волнистой боковой поверхностью и с внутренними охлаждающими стаканами, или цилиндрами. Применение стаканов в соединении с винтовой мешалкой способствует усиленному перемешиванию смеси, т. к. имеет место не только перемещение жидкости по кругу, но и подъем ее внутри стакана с последующим переливанием снаружи его. Точно так же волнистая поверхность способствует лучшему разбиванию и смешению жидкостей. Конец нитрования определяется по контрольной пробе. При наличии непрореагировавшего бензола или HNO_3 добавляется соответствующее количество другого компонента, и реакция доводится до конца. После нитрования вся смесь из нитратора выдавливается в делительные воронки, где верхний слой Н. отделяется от отработанной к-ты, которая либо регенерируется либо идет на другие химич. производства. Оставшийся кислый Н. может быть промыт водой и очищен перегонкой или непосредственно пущен на дальнейшую обработку. За последние годы предложены интересные методы непрерывного нитрования и нитрования в парах, еще не получившие технич. осуществления.

Н. имеет широкое применение как первая ступень обработки бензола для изготовления ценных промежуточных продуктов для синтеза красителей (анилин, бензидин и др.). Самостоятельное значение Н. имеет как суррогат миндального масла, выпускаемый в продажу под названием мирбанового масла для отдушки дешевых сортов мыла. В небольших размерах Н. используется как растворитель.

Лит.: Ворожцов Н. Н., Ступени в синтезе красителей, Ленинград, 1926; его же, Основы синтеза красителей, М.—Л., 1925; Groggins P. H., Aniline and its Derivatives, L., 1924; Schultz G., Chemie d. Steinkohlenteers, B. 1, Die Rohmaterialien, 4 Aufl., B. 1, Brschw., 1926; Fierz-David H. E., Grundlegende Operationen d. Farbenchemie, 3 Aufl., B., 1924.

И. Иоффе.

НИТРОВАНИЕ, введение в органич. соединения нитрогруппы NO_2; эта реакция широко применяется при технич. получении нитросоединений ароматич. ряда и для получения азотных эфиров алифатического ряда (клетчатки, глицерина). Н. состоит в замене водородного атома нитрогруппой. Нитрующим средством служит обычно азотная к-та, в большинстве случаев в присутствии серной. Реже применяют смесь азотнокислых солей (селитры) с серной к-той. Нитрогруппу можно вводить также при помощи жидкой четырехокиси азота (N_2O_4) или газообразной двуокиси (NO_2) в присутствии $AlCl_3$, причем как промежуточный продукт обра-

зуется комплексное соединение, напр. в случае бензола—$2AlCl_3 \cdot 3NO_2 \cdot 3C_6H_6$.

Н. протекает по следующему общему уравнению:

$$R \cdot H + HO \cdot NO_2 = R \cdot NO_2 + H_2O.$$

В действительности реакция протекает сложнее, что зависит от неодинаковой способности веществ к Н., различной их стойкости в отношении побочных реакций, всегда осложняющих основной процесс. Так напр., применение разбавленной HNO_3 может вести к окислению; крепкая HNO_3 действует иногда слишком сильно. В этих случаях крепкую HNO_3 разбавляют другой к-той, не оказывающей вредного влияния на течение Н.; в качестве таковой применяют конц. H_2SO_4, гораздо реже—уксусную к-ту. Серная к-та при Н. является не только растворяющей или разбавляющей средой, но, благодаря ее сильной водоотнимающей способности, и средством, связывающим воду, выделяющуюся при реакции. Из приведенного выше основного уравнения реакции Н. видно, что на каждый моль HNO_3 выделяется один моль воды. Это накопление воды делает в конце концов азотную к-ту неактивной. Например установлено, что при Н. клетчатки реакция идет только в присутствии моногидрата, HNO_3, т. е. метаазотной к-ты, и что всякое взаимодействие азотной к-ты с клетчаткой прекращается, когда в реакционной смеси образуется гидрат $HNO_3 \cdot H_2O$ (ортоазотная кислота). В таких случаях вступает в действие H_2SO_4 и связывает реакционную воду, делая ее безвредной для течения процесса Н. Применение H_2SO_4 при Н. позволяет пользоваться более слабой, а следовательно и более дешевой азотной к-той и вести реакцию в известных случаях с точно рассчитанными количествами HNO_3. Иногда обработку серной кислотой предпосылают Н., т. е. нитруемое (ароматическое) соединение предварительно сульфируют и затем, действуя азотн. к-той, вытесняют сульфогруппу $-SO_3H$ нитрогруппой. Предварительное сульфирование часто облегчает ведение Н. Так, сульфофеноловую к-ту удается обратить в пикриновую при помощи 60%-ной HNO_3, между тем как Н. динитробензола высокопроцентной HNO_3 и дымящей H_2SO_4 дает лишь самые незначительные количества тринитробензола. Роль H_2SO_4 не исчерпывается водоотнимающей ее способностью. При Н. клетчатки вероятно имеет место образование эстеров H_2SO_4 (т. н. целлюлозосерной к-ты), причем эстеризованные гидроксилы оказываются т. о. предохраненными от Н. и при последующей промывке водой они вновь образуются. При Н. ароматич. соединений H_2SO_4 в известной мере направляет течение реакции. Судя по всему, вхождению нитрогруппы предшествует образование продукта присоединения HNO_3, причем от этого промежуточного продукта м. б. отнята либо частица воды с образованием нитропродукта либо частица HNO_3 с образованием фенола. Прибавление H_2SO_4 уменьшает вероятность образования фенолов и повышает выходы нитропродукта. Что касается количества H_2SO_4, требуемого для процесса Н., то обычно ее берут столько, чтобы в конце Н. концентрация ее м. б. выражена ф-лой $H_2SO_4 + 2H_2O$. При Н. амино-, сульфо- или нитросоединений с предварительным растворением их в H_2SO_4 количество последней эмпирически берется такое, чтобы обусловить образование гомогенного раствора. Большой избыток H_2SO_4 (иногда олеума—дымящей серной к-ты) применяют при введении следующих за первой нитрогрупп—операции, значительно более трудной по сравнению с получением мононитропроизводного. Наконец иногда избытком серной к-ты, значительно превышающим рассчитанное количество, придают иное направление реакции. Так, при Н. *α*-мононитронафталина с большим избытком H_2SO_4 наблюдается появление изомера динитронафталина, обычно не получающегося; при Н. анилина в присутствии конц. H_2SO_4 получается смесь трех возможных нитроанилинов; при применении же десятикратного количества H_2SO_4 образуется 10—15% *o*-нитроанилина и поровну *m*- и *n*-нитроанилина (от взятого в реакцию анилина). При пятидесятикратном количестве H_2SO_4 увеличивается получение *m*-соединения за счет *o*-соединения при остающемся постоянном количестве *n*-соединения. Концентрация HNO_3 для Н. колеблется, в зависимости от требуемой степени Н., примерно от 72 до 94%, считая на моногидрат HNO_3. Смесь HNO_3 и H_2SO_4 носит название нитрующей смеси. Для приготовления ее пользуются HNO_3 указанной выше крепости и конц. H_2SO_4—т. н. купоросным маслом или олеумом. Отношение HNO_3 и H_2SO_4 обычно не превышает 1:3. Количество нитрующей смеси по отношению к весу нитруемого вещества, в зависимости от природы и условий Н., бывает различно: при Н. клетчатки нормально оно бывает равно 1:50; в случае ароматич. соединений, напр. при Н. толуола, в зависимости от крепости к-т оно выражается от 1:8 до 1:14.

Самым существенным фактором при Н. является содержание воды в нитрующей смеси; от этого последнего зависит степень нитрации, что можно видеть из состава смесей, применяемых хотя бы при Н. толуола:

Нитрование толуола.

Исходное вещество	Состав нитрующей смеси в %			Главный продукт нитрования
	H_2SO_4	HNO_3	H_2O	
Толуол	55	25	20	Нитротолуол
Нитротолуол .	65	30	5	Динитротолуол
Динитротолуол	80	20	—	Тринитротолуол

При Н. клетчатки—смесь, содержащая 66,5% H_2SO_4, 22,5% HNO_3 и 11% H_2O дает нитроклетчатку с 13,1% N; смесь же 61% H_2SO_4, 23% HNO_3 и 16% H_2O—с 12% N дает т. н. коллодионный хлопок. Помимо концентрации к-т весьма важным фактором при Н. является $t°$. Повышение $t°$ подобно разведению HNO_3 влечет за собой усиление окисления и понижение нитрующего действия смеси, но на состав получающихся нитропродуктов большого влияния не оказывает. Реакция Н. экзотермична, поэтому для поддержания $t°$ в определенных границах приходится прибегать к внешнему охлаждению, но под конец иногда допускают нагревание, чтобы довести Н. до конца при малой концентра-

ции оставшейся HNO_3. Вместо нагревания чаще оставляют реакционную смесь на некоторое время стоять и после этого уже выделяют продукт. С целью уменьшить вредное влияние местных повышений $t°$ от теплоты реакции прибегают к энергичному перемешиванию реагирующих веществ. Для Н. толуола $t°$ не должна превышать: при получении мононитротолуола—30°, динитротолуола — 60÷90° и тринитротолуола — 95÷110°. При Н. клетчатки влияние $t°$ сказывается на скорости реакции и на образовании легко растворимых в смеси спирта с эфиром нитроклетчаток; на содержание азота температура не влияет. Например обработка клетчатки смесью 61% H_2SO_4, 34% HNO_3 и 5% H_2O при различных температурах дала такие результаты:

$t°$	+40°	+30°	+18°	−18°
N в %	13,19	13,20	13,10	13,33

Влияние катализаторов на реакцию Н. пока еще недостаточно изучено. Известно только, что прибавление Hg и ее солей к смеси ароматич. производного и HNO_3, а равно и других кислородных соединений азота (N_2O_4, N_2O_3, смесь $HNO_3+N_2O_4$) вызывает наряду с введением одной или нескольких нитрогрупп также и окисление водорода ароматического ядра, в результате чего получаются нитро- (или полинитро-) фенолы. Таким путем можно из бензола получить динитрофенол и пикриновую к-ту.

Отработанные к-ты, в зависимости от содержания в них неиспользованной HNO_3, идут после «исправления» их олеумом и крепкой HNO_3 вновь на Н. или, при небольших количествах последней, поступают на денитрационные установки, где подвергаются разделению, или непосредственно направляются на производство H_2SO_4; наконец в нек-рых случаях отработанные к-ты используются для растворения фосфатов. Иногда Н. ведется без водоотнимающего средства, тогда нет необходимости прибегать к H_2SO_4, и применяют разведенную HNO_3. Напр. фенол, будучи обработан разведенной HNO_3, дает смесь *n*- и *o*-нитрофенолов. Легкость течения реакции в этих случаях обусловливается главн. обр. активирующим влиянием групп OH или NH_2, которые делают ароматич. ядро более реакциеспособным.

Оригинальный способ Н. был предложен химич. ф-кой Грюнау; он заключается в использовании для Н. нитрозных газов или окислов азота в том виде, как они получаются при производстве синтетич. азотной к-ты по дуговому способу. Смесь окислов азота с воздухом проводят через ZnO, поглощающую их и отдающую затем при нагревании. С парами бензола нагретое соединение цинка реагирует, переводя его в нитробензол. Толуол при этом нацело превращается в смесь 11% *м*- и 89% *o*-нитросоединения.

Н. алифатических соединений в технике проводится только с немногими веществами, гл. обр. с глицерином и клетчаткой, причем образуются не нитросоединения, а эфиры азотной к-ты. Так, глицерин при Н. дает тринитрат $C_3H_5(ONO_2)_3$, называемый *нитроглицерином* (см.). Сложнее обстоит дело с клетчаткой. В ее молекуле, если придавать последней ф-лу $(C_6H_{10}O_5)_4$, практически м. б. введено от 4 до 11 групп $O{\cdot}NO_2$, причем получаются продукты с содержанием N от 6,76 до 13,5%. Теоретически возможная 12-азотная нитроклетчатка с содержанием 14,14% N еще не была получена. Наивысшая достигнутая степень Н.—13,91% N (Эдер). Трудность получения 12-азотной нитроклетчатки состоит в том, что (если принять для клетчатки структурную формулу Грина) при сочетании радикалов в цепь один из гидроксилов оказывается в третичном положении, что отражается на его способности к эстерификации. Имеется целый ряд попыток подвести теоретич. обоснование под процессы, имеющие место при Н. клетчатки [1,2]. На этиловый спирт HNO_3 действует окисляюще исключительно энергично; если реакция ведется в присутствии $Hg(NO_3)_2$, то в результате сложной, еще не вполне выясненной реакции получается ртутная соль гремучей к-ты. Сахар в присутствии окиси молибдена как катализатора переводится HNO_3 в щавелевую к-ту; однако этот способ не нашел технич. применения.

Н. ароматических соединений производится в значительно больших размерах, чем алифатических, т. к. образующиеся при этом нитросоединения (нитробензол, нитронафталин, динитробензол, хлординитробензол и др.) находят широкое применение в качестве важных исходных материалов для получения красящих и взрывчатых веществ. Н. ведется путем введения нитруемых веществ в смесь HNO_3 и H_2SO_4, или, наоборот, HNO_3 приливают к веществам, растворенным в конц. H_2SO_4. В то время как замещение всех водородных атомов в бензоле бромом или хлором достигается легко, до сих пор не удалось прямым Н. ввести в бензол или в его производное больше трех нитрогрупп. В замещенный бензол введение нитрогрупп происходит тем легче, чем большее число водородных его атомов замещено. Если в бензольном углеводороде имеется лишь одна боковая цепь, то нитрогруппа вступает по отношению к ней преимущественно в *o*- и *n*-, но не в *м*-положение. Такое же направляющее влияние на нитрогруппу (в положения *o*- и *n*-) оказывают следующие радикалы: $-CH_3$; $-Cl$ (Br, J); $-OH$; $-OCH_3$; $-NH{\cdot}CO{\cdot}CH_3$; $-NH{\cdot}SO_2{\cdot}C_6H_5$. Например при Н. фенола получаются *o*- и *n*-нитрофенолы. Напротив, в ароматических соединениях, содержащих альдегидную ($-CHO$), карбоксильную ($-COOH$), циан ($-CN$) или сульфогруппу ($-SO_3H$), нитрогруппа по отношению к ним б. ч. занимает *м*-положение. То же д. б. сказано об имеющейся уже в ядре нитрогруппе: вторая и третья нитрогруппы занимают по отношению к ней *м*-положение (если таковое свободно). В мононитроуглеводородах нитрогруппа чрезвычайно прочно связана с бензольным кольцом и не м. б. прямо замещена другой группой атомов. В полинитросоединениях или галоидонитросоединениях, напротив, нитрогруппы проявляют большую подвижность и часто допускают непосредственное замещение их другими остатками. Напр. *o*-нитробензол при кипячении с NaOH дает *o*-нитрофенол, а *o*-бромнитробензол при нагревании с NH_4Cl при 120° дает *o*-дихлорбензол.

Выделение продукта Н. ароматич. соединений производится обычно выливанием смеси в холодную воду или на толченый лед; этого бывает достаточно для выпадения продукта, если он не растворим в воде и разбавленных к-тах. В противном случае продукт из кислого водного раствора высаливают поваренной или глауберовой солью. Если в продукте Н. много сульфогрупп, то иногда и этот способ не дает желаемых результатов; в таких случаях прибегают к выделению продукта в виде кальциевой соли (см. *Сульфирование*).

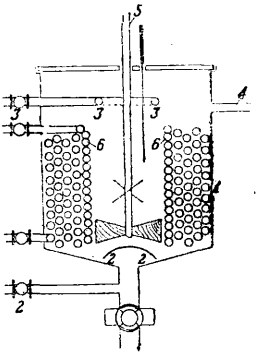
Лит.: 1) Машкин А., Нитрация клетчатки, М., 1926; 2) Сапожников А., Теория нитрации клетчатки, «Ж», 1910.—Ворожцов Н., Основы синтеза красителей, М.—Л., 1925; Ullm. Enz., B. 5, p. 521; Smidt J., Lehrb. d. organ. Chemie, 4 Aufl., Stg., 1929; Kast H., Spreng- u. Zündstoffe, Brschw., 1921; Voigt A., Die Herstellung d. Sprengstoffe, Halle a/S., 1913; Will, Mitteil. a. d. Zentralstelle f. Wissenschafttechn. Untersuchungen, Neubabelsberg, 1900; Schaarschmidt, «B», 1924, B. 57, p. 2065; Spiegel L., «B», 1926, B., 59, p. 202. **В. Карасев.**

НИТРОГЛИЦЕРИН, глицерин-тринитрат, азотнокисл. эфир глицерина $C_3H_5(O\cdot NO_2)_3$. Впервые был получен А. Собреро в 1847 г. действием смеси серной и азотной кислот на глицерин:

$$C_3H_5(OH)_3+3\,HNO_3=C_3H_5(O\cdot NO_2)_3+3\,H_2O.$$

Н.—маслообразная, в чистом виде почти бесцветная, обычно слегка желтоватая жидкость жгуче-сладкого вкуса, при обычной $t°$ без запаха. Уд. в. жидкого Н. $D^{15}=1{,}601$, твердого—$D^{10}=1{,}735$ (стабильная форма); показатель преломления $n_D=1{,}4744$; вязкость $\eta=2{,}5$ (η $H_2O=1$). Н. мало летуч при обыкновенной $t°$, выше 50° летучесть значительна. Н. не м. б. перегнан без разложения даже в вакууме. Н. кристаллизуется в двух формах—стабильной (бипирамидальной ромбич. системы) с $t°_{пл.}=+13{,}2°$ и лабильной (триклинной системы) с $t°_{пл.}=+2{,}2°$. Скорость самопроизвольной кристаллизации Н. ничтожна: линейная скорость кристаллизации не превышает 0,4 *мм/мин* (стабильная форма при −3°). Для технич. Н. $t°_{пл.}$ и величина линейной скорости кристаллизации заметно ниже. Н. смешивается во всех отношениях с метиловым спиртом, ацетоном, эфиром, нитрогликолем, динитроглицерином и довольно хорошо растворяет нитропроизводные и коллодионный хлопок, давая с последним б. или м. вязкие желатины. Растворимость в воде очень мала—1,8 *г/л* при 20°. Спиртовые щелочи омыляют Н., причем наряду с нитратом и нитритом щелочного металла получаются продукты окисления глицерина, гл. обр. ацетат и формиат. Серная к-та растворяет Н. с разложением, выделяя из него свободную азотную к-ту. Химич. анализ Н. обычно ограничивается определением содержания свободной щелочи или кислоты и содержания влаги и азота (метод Лунге). О специальных методах испытания Н. см. *Взрывчатые вещества*. При испытании на стойкость по пробе Абеля (Abel) время начала разложения при повышенной $t°$ (65—82°) наблюдается по появлению окрашивания от действия продуктов разрушения (окислов азота) иодокрахмальной бумажки. Чувствительность Н. к удару (пробой на копре): детонирует при падении груза в 1 *кг* с высоты 10 *см* (для замерзшего—40 *см*). Н. детонирует уже от капсюля № 3, но скорость детонации при этом равна 1 500—2 000 *м/сек*, для получения же максимальной скорости (7 450 *м/сек*) требуется усиленный детонатор. В твердом виде Н. в стабильной форме детонирует с повышенной скоростью (ок. 9 000 *м/сек*) от двуграммового капсюля гремучей ртути; лабильная форма требует промежуточного детонатора. Теплота взрыва Н. равняется 1 485 Cal/*кг*, $t°$ взрыва 3 470°, объем продуктов взрыва при нормальных условиях—712 *л/кг*.

Фабрикация Н. производится путем нитрования чистого, т. н. динамитного, глицерина ($D^{15,5}=1{,}262$, содержание воды $\not>1{,}5\%$) смесью азотной и серной кислот в аппаратах систем Нобеля, Натана и Шмида (первые два — периодич. действия, последний — непрерывного). Нитраторы Нобеля и Натана представляют свинцовые баки с змеевиками для водяного охлаждения, наполняемые кислотной смесью; при заливке глицерина производится размешивание смеси воздухом. После нитрации в сепараторе происходит разделение Н. и отработанной к-ты вследствие разности уд. весов; затем Н. поступает на промывку водой и содовым раствором (2—3%-ным) при $t°$ от 20° до 50°. Отработанная кислотная смесь после длительного отстаивания для полного выделения суспендированного Н. (3—10 дней) идет на денитрацию. В системе Натана сепарация происходит в нитраторе; специальным приспособлением устраняется увеличивающее опасность пропускание Н. через краны и в нитраторе и в промывных аппаратах. Кроме того в способе Натана добавлением после сепарации к отработанной смеси 2% воды увеличивается растворяющая ее способность по отношению к Н., так что не требуется последующего отстаивания. В системе непрерывной нитрации Шмида (см. фиг.) в циркулирующую в котле *1* отработанную кислоту поступают: снизу свежая смесь *2*, сверху—в среднюю часть аппарата—глицерин *3*, сверху через боковую трубку *4* вытекает эмульсия отработанной к-ты и Н. Механич. перемешивание посредством мешалки *5* создает энергичную циркуляцию жидкости и позволяет расположить значительно большую охлаждающую поверхность змеевиков *6* в единице объема. Сепарация ведется в специальном плиточном аппарате, где эмульсия идет тонкими слоями, что сокращает время практически полного разделения до двух часов. Промывной аппарат состоит из керамиковой колонки с сетчатыми горизонтальными перегородками; кислый нитроглицерин, воздух и промывной 20%-ный раствор соды при 20° поступают снизу; сверху выходит эмульсия стабилизованного Н. в растворе сульфата и нитрата натрия; незначительная добавка анилина сокращает время промывки с 10 до 3 мин. Способ Шмида в силу автоматично-

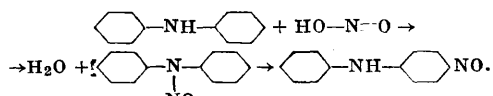


сти и уменьшенного количества Н. в системе (при данной производительности в 5—6 раз) тем самым обеспечивает бо́льшую безопасность и экономичность производства. Выход Н. определяется гл. обр. составом и количеством кислотной смеси. При старых составах типа: 36% HNO_3, 56,4% H_2SO_4, 7,6% H_2O и отношении кислотной смеси к глицерину 7,5 : 1 выход Н. равнялся 200—205% от веса взятого глицерина вместо теоретических 246,7% (вследствие больших потерь на растворение Н. в отработанной кислоте); применение более концентрированных смесей увеличивает выход, и в настоящее время при составе смеси 50% HNO_3 и 50% H_2SO_4 и отношении смеси к глицерину 5 : 1 выход достигает 234—235%.

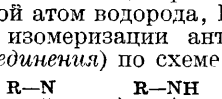
Главное применение Н. находит в динамитах, в нитроглицериновых порохах и (в меньших количествах) в виде добавок (3—4%) к аммиачно-селитренным взрывчатым веществам. В незначительных количествах нитроглицерин применяется в медицине при болезнях сердца.

Лит.: Guttmann, Die Industrie d. Explosivstoffe, Braunschweig, 1895; Escales R., Nitroglycerin u. Dynamit, Lpz., 1908; Naoúm Ph., Nitroglycerin und Nitroglycerinsprengstoffe, Berlin, 1924; Stettbacher A., Die Schiess- und Sprengstoffe, Leipzig, 1919; Kast H., Spreng- u. Zündstoffe, Brschw., 1921; Naoúm Ph., Die Schiess- u. Sprengstoffe (Dynamite), Dresden—Lpz., 1927; «Ztschr. f. das gesamte Schiess- und Sprengstoffwesen», München, 1906—30, в особенности 1906, 1908, 1914, 1927, 1930. **А. Горст.**

НИТРОЗАМИНЫ, органич. соединения, содержащие нитрозогруппу —N O, связанную не с углеводородным радикалом, а с замещенной аминогруппой, и имеющие строение $\begin{matrix}R\\R_1\end{matrix}\!>\!N-N=O$, где R—ароматич. остаток (преимущественно фенильный), а R_1 м. б. либо ароматическим, либо жирным остатком, либо атомом водорода. В первом случае Н. представляют продукты взаимодействия азотистой к-ты с вторичными ароматическими или жирно-ароматич. аминами и м. б. получены действием нитрита натрия в кислой водной или водноспиртовой среде на соль вторичного амина (монометиланилин, моноэтиланилин, дифениламин и т. п.) либо действием амилнитрита на раствор амина в органич. растворителе. Н. являются нестойкими веществами, обладают специфич. запахом, плавятся значительно ниже изомерных с ними *n*-нитрозосоединений, в к-рые Н. переходят при действии абсолютного спирта, насыщенного HCl. Схематически получение Н. и их перегруппировка в нитрозосоединения м. б. выражены следующими ур-иями (для примера взят дифениламин):



В случае, если в общей ф-ле Н. R_1 представляет собой атом водорода, Н. являются продуктами изомеризации антидиазотатов (см. *Диазосоединения*) по схеме



и способны давать соли со щелочными металлами. Эти Н. получаются при действии крепких растворов щелочей на диазониевые соли; под действием к-т они способны переходить обратно в диазосоединения и в соли диазония. Этим свойством Н. пользуются в технике при ледяном крашении (см. *Крашение* ледяными красителями) для приготовления стойких препаратов диазосоединений. Наиболее употребительным является Н., получаемый из *n*-нитрофенилдиазония в виде коричнево-желтого осадка, выпущенный в продажу герм. концерном «I. G.» под названием нитрозамин красный. Вследствие стойкости Н. их можно смешивать с азосоставляющей и эту смесь наносить на ткань. Такие смеси выпускаются в продажу под названием рапид-красителей. Лишь при обработке к-той Н. переходит в способный к азосочетанию синдиазотат, а на ткани образуется азокраситель. Этот метод особенно применим для печатания волокнистых материалов. (См. *Ситцепечатание*).

Лит.: Шапошников В. Г., Общая технология волокнистых и красящих веществ, М.—Киев, 1926; Петров П., Викторов П. и Малютин Н., Химич. технология волокнистых веществ, Ив.-Вознесенск, 1928. **И. Иоффе.**

НИТРОКЛЕТЧАТКА, см. *Нитроцеллюлоза.*

НИТРОСОЕДИНЕНИЯ, органич. соединения, характеризующиеся наличием в составе молекулы одной (мононитросоединения) или нескольких (полинитросоединения) нитрогрупп $-NO_2$. Общая формула Н. $R\cdot NO_2$, где R—органич. радикал, углеродный атом к-рого связан непосредственно с азотом нитрогруппы (считаемым обычно пятивалентным) в отличие от эфиров азотистой к-ты, изомеров Н., с общей формулой $R\cdot ONO$, в к-рых радикал R связан непосредственно с атомом кислорода. Н. ароматич. ряда могут содержать нитрогруппу как в ядре (собственно ароматические Н.), так и в боковой цепи; представители последней группы по своему химич. характеру и по способам получения аналогичны Н. жирного ряда. Жирные и ароматич. Н. различаются между собой по способам получения и по свойствам, а также по технич. значению.

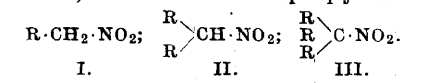
Способы получения. Н. жирного ряда образуются при действии солей азотистой кислоты (обычно серебряной соли) на галоидные алкилы:

$$AgNO_2 + C_2H_5J = C_2H_5NO_2 + AgJ.$$

При этом кроме Н. частично образуются эфиры азотистой к-ты, которые кипят обычно значительно ниже соответственных Н. и потому м. б. легко отделены от них простым фракционированием. Действие на углеводороды жирного ряда разбавленной азотной к-ты при нагревании под давлением также приводит к образованию Н. Конц. азотная к-та непригодна для получения Н., т. к. она окисляет углеводороды жирного ряда. Н. ароматического ряда получаются при действии либо одной конц. азотной к-ты либо смеси конц. азотной и серной к-т (т. н. нитрующей смеси) на ароматич. углеводороды (см. *Нитрование*). При этом в зависимости от условий нитрования в бензольное ядро м. б. введено несколько нитрогрупп,—обычно не более 3, в исключительных случаях 4.

Различают первичные (I), вторичные (II) и третичные (III) Н. в зависимости от числа

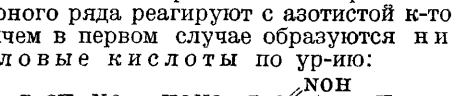
атомов водорода, находящихся при углеродном атоме, связанном с нитрогруппой:



$$R\cdot CH_2\cdot NO_2;\quad (R)_2CH\cdot NO_2;\quad (R)_3C\cdot NO_2.$$

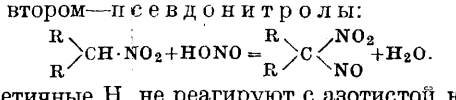
I. II. III.

Они отличаются друг от друга следующими свойствами: первичные и вторичные Н. жирного ряда реагируют с азотистой к-той, причем в первом случае образуются нитроловые кислоты по ур-ию:



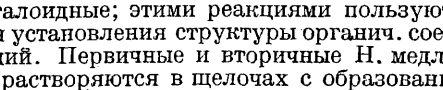
$$R\cdot CH_2\cdot NO_2 + HONO = R\cdot C\begin{cases}NOH\\NO_2\end{cases} + H_2O,$$

во втором—псевдонитролы:



$$(R)_2CH\cdot NO_2 + HONO = (R)_2C\begin{cases}NO_2\\NO\end{cases} + H_2O.$$

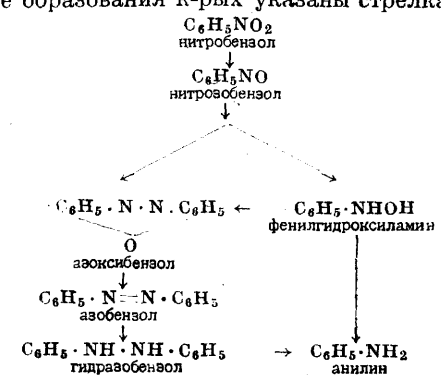
Третичные Н. не реагируют с азотистой кислотой. Атомы водорода в Н., находящиеся при атоме углерода, к-рый связан с нитрогруппой, легко замещаются галоидами, причем из первичных Н. получаются двугалоидные соединения, а из вторичных — одногалоидные; этими реакциями пользуются для установления структуры органич. соединений. Первичные и вторичные Н. медленно растворяются в щелочах с образованием солеобразных продуктов; образованию последних предшествует перегруппировка Н. в изонитросоединения; эта перегруппировка связана с переходом водородного атома к атому кислорода по схеме:



$$R\cdot CH_2\cdot NO_2 \rightarrow R\cdot CH{=}N\begin{cases}O\\OH\end{cases}$$

Восстановление Н. приводит к образованию первичных *аминов* (см.); в качестве промежуточных продуктов были в некоторых случаях выделены оксимы альдегидов и кетонов. С альдегидами первичные и вторичные Н. дают продукты конденсации.

Ароматич. Н. относятся к третичным Н., обладающим сравнительно невысокой реакционной способностью; при их восстановлении конечными продуктами являются первичные амины. Реакция проходит через ряд промежуточных продуктов; применяя восстановители различной силы и изменяя условия реакции, возможно добиться преимущественного выхода того или иного продукта неполного восстановления. Например при восстановлении нитробензола м. б. получены следующие продукты, порядок и направление образования к-рых указаны стрелками:

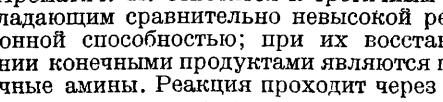


В качестве побочных продуктов при восстановлении нитробензола получаются бензидин, *n*-аминофенол и другие вещества, образующиеся при дальнейшем изменении получаемых промежуточных продуктов (гидразобензола и др.). Восстановление ароматич. Н. с получением всех промежуточных продуктов м.б. проведено электролитически; преимущественный выход того или другого продукта определяется условиями электролиза. Неполное восстановление полинитросоединений приводит к образованию аминонитросоединений — нитроанилинов, нитротолуидинов и т. д. Реакция восстановления ароматических Н. имеет весьма большое значение в технологии красящих веществ и находит широкое применение для получения анилина и его производных, а также ряда других соединений, являющихся промежуточными продуктами в процессе получения синтетических красителей (см. *Красящие вещества* синтетические, *Нитробензол*, а также *Промежуточные продукты синтеза красителей*). Многие Н., именно полинитросоединения, представляют собою ценные взрывчатые вещества: тринитротолуол (тротил), ди- и тринитробензол, тринитрофенол и др.; из них наиболее употребительны Н., содержащие по 3 нитрогруппы на каждое бензольное ядро (см. *Взрывчатые вещества*).

Лит.: Чичибабин А. Е., Основные начала органич. химии, 3 изд., М.—Л., 1931; Ullm. Enz., B. 8, p. 521—528; Jacobson P., Lehrbuch d. organ. Chemie, 2 Aufl., B. 1—2, B., 1922—24. **П. Коржев.**

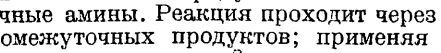
НИТРОФОСКА, см. *Удобрение*.

НИТРОЦЕЛЛЮЛОЗА, или нитроклетчатка, неправильное, но общепринятое название азотнокислых эфиров целлюлозы. Образование этих эфиров происходит при действии азотной к-ты на целлюлозу за счет отщепления воды из спиртовых гидроксилов целлюлозы и гидроксила азотной кислоты



$$H-\overset{|}{\underset{|}{C}}-OH + HONO_2 \rightarrow H-\overset{|}{\underset{|}{C}}-O-NO_2 + H_2O$$

по общей реакции



$$C_{24}H_{40}O_{20} + nHNO_3 = C_{24}H_{40-n}O_{20-n}(ONO_2)_n + nH_2O.$$

Обыкновенно процесс этерификации («нитрацию») целлюлозы ведут в присутствии серной к-ты. Число вводимых при этом групп ONO_2 колеблется от 4 до 12 (в расчете на ф-лу клетчатки $C_{24}H_{40}O_{20}$); существование Н. с числом групп меньшим 4 является спорным. Химич. состав Н. зависит от условий нитрации, т. е. от состава кислотной смеси, $t°$, продолжительности нитрации и свойств самой исходной целлюлозы. Реакция не останавливается на каком-либо определенном продукте: практически всегда получается смесь нескольких Н., содержащих различное число групп ONO_2, с преобладанием одного или двух видов. Благодаря различному отношению к растворителям и нек-рым химич. реагентам из смеси различных Н. можно выделить отдельные виды их. Всего различают, в зависимости от числа групп ONO_2, 8 разновидностей Н., отношение которых к растворителям и нек-рые числовые характеристики приведены ниже в таблице.

Для характеристики применяемых в технике Н. указывают содержание азота и отношение к приведенным в таблице растворителям. К хорошим растворителям Н. помимо приведенных относят: уксусноэтиловый

Отношение Н. различного состава к растворителям, теоретический расход исходных материалов и выход Н. (Н.—не растворим; Т.—трудно растворим; Р.—растворим).

Наименование Н.	Формула	Мол. вес	Содержание азота в %	Содержание азота в см³ на 1 г Н.	Растворимость					Количество, необход. для образов. 100 г Н.		Выход Н. на 100 г целлюлозы
					в жире	CH_3OH	C_2H_5OH	в смеси*1	в ацетоне	целлюлозы	азотн. к-ты (моногидр.)	
Четырехазотная . .	$C_{24}H_{36}O_{16}(ONO_2)_4$	828,32	6,76	108,09	Т.	Р.	Р.	Р.	Р.	78,27	30,43	127,8
Пятиазотная	$C_{24}H_{35}O_{15}(ONO_2)_5$	873,32	8,02	128,24	Т.	Р.	Р.	Р.	Р.	74,24	36,07	134,7
Шестиазотная . . .	$C_{24}H_{34}O_{14}(ONO_2)_6$	918,32	9,15	146,30	Н.	Р.	Р.	Р.	Р.	70,60	41,17	141,6
Семиазотная	$C_{24}H_{33}O_{13}(ONO_2)_7$	963,32	10,18	162,77	Н.	Р.	Р.	Р.	Р.	67,30	45,79	148,6
Восьмиазотная . . .	$C_{24}H_{32}O_{12}(ONO_2)_8$	1008,32	11,11	177,64	Н.	Р.	Р.	Р.	Р.	64,30	50,00	155,5
Девятиазотная . . .	$C_{24}H_{31}O_{11}(ONO_2)_9$	1053,32	11,97	191,38	Н.	Р.	Н.	Н.	Р.	61,55	53,84	162,5
Десятиазотная . . .	$C_{24}H_{30}O_{10}(ONO_2)_{10}$	1098,32	12,75	203,86	Н.	Н.	Н.	Н.	Р.	59,03	57,37	169,4
Одиннадцатиазотная	$C_{24}H_{29}O_9(ONO_2)_{11}$	1143,32	13,48	215,53	Н.	Н.	Н.	Н.	Р.	56,71	60,63	176,3
Двенадцатиазотная	$C_{24}H_{28}O_8(ONO_2)_{12}$	1188,32	14,15	226,24	Н.	Н.	Н.	Н.	Р.	54,56	63,64	183,2

*1 Спирта с эфиром 1 : 2.

и уксусноизоамиловый эфиры, низшие кетоны, спиртовые растворы камфоры, нитроглицерин и многие нитропроизводные ароматического ряда. Н. с содержанием азота от 11 до 12%, сполна растворимые в спирто-эфирной смеси, в технике носят название коллодионной ваты. Н. с содержанием азота в 12% и выше носят название пироксилинов и преимущественно применяются для изготовления *бездымного пороха* (см.). Пироксилины, содержащие азота ок. 12,5% и (несмотря на высокое содержание N) растворимые на 95—99,5% в спирто-эфирном растворителе, введены в практику пороходелия Д. И. Менделеевым и носят название пироколлодия.

Физические свойства. По внешнему виду Н. не отличается от материала, взятого для нитрации. Под микроскопом в поляризованном свете обнаруживается изменение окраски—тем в большей степени, чем больше введено групп ONO_2; это свойство м. б. применено для приблизительного определения содержания азота в Н. Истинный уд. вес Н. колеблется от 1,65 до 1,67. Гигроскопичность Н. зависит от числа групп ONO_2 и при 15° м. б. приближенно выражена ф-лой $H=20—1,3\ N$, где H—содержание влаги в %, а N—содержание азота в %. Сухая Н. легко электризуется, что в случае образования искр может повести к ее воспламенению и взрыву. Вязкость растворов Н. имеет существенное значение при производствах: шелка Шардонне, нитролаков, кинопленки и т. п. Для определения вязкости чаще всего применяют 1—2%-ный раствор Н. в ацетоне. Вязкость увеличивается с увеличением содержания азота и очень сильно зависит от условий нитрации и качеств исходной целлюлозы. Увеличение содержания оксицеллюлоз вызывает значительное понижение вязкости. В последнее время для получения Н. определенных качеств в отношении вязкости применяют определенные сорта целлюлозы, рассортированные по вязкости их растворов в фелинговой жидкости. Вязкость растворов Н. можно понизить предварительным нагреванием Н. в автоклаве с водой (чистой или с добавкой различных веществ). В присутствии растворителей, особенно легко под давлением, Н. переходит в коллоидальное состояние, сохраняющееся и после удаления почти всего растворителя. Именно в таком «коллоидированном» виде Н. и имеет промышленное применение.

Химические свойства. В химич. отношении Н. обладает всеми свойствами сложных эфиров. При действии растворов едких щелочей, особенно при нагревании, она омыляется, распадаясь на первоначальные компоненты; при этом одновременно происходит окисление регенерируемой целлюлозы, в результате к-рого последняя дает разнообразные оксикислоты и к-ты до щавелевой к-ты и угольного ангидрида включительно. При не очень продолжительном нагревании со слабыми растворами углекислых щелочей, неорганич. к-т или бисульфита натрия (0,5—1%) происходит разрушение преимущественно побочных продуктов нитрации, на чем основаны процессы стабилизации Н. Крепкая H_2SO_4 переводит азотные эфиры целлюлозы в сернокислые, что сопровождается переходом их в раствор. Крепкая HNO_3 окисляет Н., медленно на холоду и быстро при нагревании, до CO_2, на чем основано определение золы. Восстановители $FeCl_2+HCl$ и $2Hg+H_2SO_4$ количественно переводят группу ONO_2 в окись азота NO, на чем основано количественное определение азота в Н.; сама клетчатка при этом разрушается. Восстановление Н. с получением целлюлозы в почти неизмененном виде м. б. произведено сульфгидратами натрия, калия и кальция [NaSH, KSH, $Ca(SH)_2$]; процесс этот носит название денитрации и применяется для получения искусственного шелка по способу Шардонне. При медленном нагревании Н. разлагается с выделением газообразных продуктов: NO, CO, CO_2 и H_2O, причем содержание азота в Н. постепенно падает и появляются разнообразные продукты окисления целлюлозы. Реакция разложения Н. происходит и при комнатной $t°$, но чрезвычайно медленно. Если нагревание вести, быстро повышая $t°$, то при 180—210° происходит вспышка.

Испытание Н. Стойкость Н. характеризуется скоростью разложения ее в условиях проведения опыта. Это свойство имеет чрезвычайно важное значение для Н., применяемых для изготовления бездымного пороха и динамитов, т. к. позволяет судить о способности их к длительному хранению. Так, известны пороха, изготовленные из вполне стойкого пироксилина, хранящиеся без

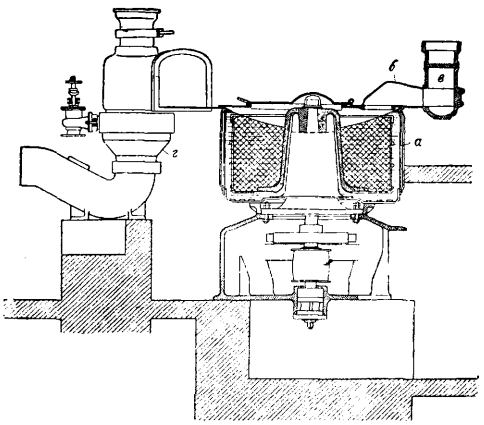
утраты своих свойств более 35 лет; в то же время пороха, изготовленные из нестойкого пироксилина, теряют свои свойства через несколько лет и при неблагоприятных условиях иногда сами собою загораются. Способов определения стойкости Н. известно очень много. Все они основаны: 1) на измерении времени, в течение к-рого выделяется определенное количество продуктов разложения, или 2) на определении количества продуктов разложения, выделившихся за определенный промежуток времени, или же 3) на периодич. определении количества продуктов разложения, что позволяет выявить самый характер разложения Н. Наименее совершенными, но зато и наиболее простыми, являются способы первой группы: а) проба Абеля — нагревание навески пироксилина (1,3 *г*) в пробирке на водяной бане при 65° до появления слабого бурого окрашивания иодокрахмальной бумажки определенной чувствительности, смоченной 50%-ным водным раствором глицерина и подвешенной в верхней части пробирки. Проба дает очень непостоянные показания и в большинстве государств вышла из употребления; б) проба Вьеля заключается в нагревании навески пироксилина (2,5 *г*) в герметически закрытом стеклянном цилиндре, с вложенной внутрь синей лакмусовой бумажкой постоянной чувствительности, в специальном термостате при 106,5° до появления красного окрашивания бумажки или до выделения бурых паров; в) проба с метилвиолетовой бумажкой при 135° до ее покраснения и т. д. Более совершенными, но и более сложными являются пробы второй группы: а) проба Бергмана-Юнка, заключающаяся в нагревании навески пироксилина (2 *г*) в специальной стеклянной пробирке, закрытой водяным запором и помещенной на 2 ч. в особо сконструированную баню при 132°. Выделившиеся за время нагревания окислы азота переводятся в аммиак и количественно определяются отгонкой в титрованный раствор к-ты; б) проба Обермюллера, заключающаяся в нагревании 2 *г* влажного пироксилина в вакууме в пробирке, соединенной с ртутным манометром. Пробирка помещается в баню при 140°. Отмечается увеличение давления за 1 ч. нагревания. К третьей группе относится проба Вилля: определяется объем газообразного азота, полученного нагреванием 2,5 *г* влажного пироксилина при 135° в атмосфере CO_2 и пропусканием газообразных продуктов разложения над раскаленной медной спиралью; азот собирается в газовой бюретке; отсчеты делаются каждые 15 минут, и результат изображается в виде диаграммы. Хороший пироксилин за каждый 15-минутный период выделяет одинаковые количества азота и носит название предельно-промытого. Пироксилин, из к-рого при стабилизации удалены не все побочные продукты нитрации, дает в первые периоды бо́льшие количества азота, чем в последующие. Испытание плохих пироксилинов нередко заканчивается взрывом, и скорость разложения их значительно больше. Чем меньше содержание азота в Н., тем меньше скорость ее разложения, определяемая пробами на стойкость, и тем меньше надо применять промывок при стабилизации для получения предельно промытых Н. Обычно для Н., идущих на изготовление различных изделий, по пробам на стойкость устанавливаются определенные нормы. Так, для порохового пироксилина по пробе Вьеля красное окрашивание должно появляться не ранее 6 ч.; по пробе Бергмана количество выделенной NO на 1 *г* не д. б. более 2,5 *см*³. При несоблюдении установленных норм стойкости Н. в производство не допускаются и подвергаются дополнительным промывкам. Как результат нарушения этих норм известны случаи самовозгорания целлюлоида, изготовленного из нестойкой Н. Для безопасного хранения Н. должна иметь определенную влажность. Н. с 2—3% влаги легко загорается и сгорает чрезвычайно быстро; в случае больших масс горение оканчивается взрывом. При влажности в 7—10% горение идет медленно и с трудом; при 25—30% влаги Н. уже совершенно безопасна. Теплота разложения для Н. с содержанием азота 13% равна 1 100 Cal на *кг* и при 12% азота равна 730 Cal. Теплота образования молекулы $C_{24}H_{30}O_{10}(ONO_2)_{10}$ равна 658 Cal, теплота образования молекулы $C_{24}H_{29}O_9(ONO_2)_{11}$—639 Cal.

Производство Н. Основными исходными материалами для изготовления Н. являются: целлюлоза (клетчатка) разнообразного происхождения, азотная и серная к-ты и олеум. В отношении к-т и олеума особых требований не предъявляется. Крепость к-т должна быть такова, чтобы можно было составить кислотную смесь с заданным содержанием воды, колеблющимся от 9 до 20%. Состав кислотных смесей для нитрации очень сильно отражается на свойствах получаемой Н.; кроме того он варьирует в зависимости от качества самой целлюлозы, применяемой для нитрации; поэтому дать точную рецептуру кислотной смеси не представляется возможным. Для приблизительных соображений можно пользоваться формулой, данной Менделеевым для пироколлодия:

$$2HNO_3 + xH_2SO_4 + (x + 1)H_2O.$$

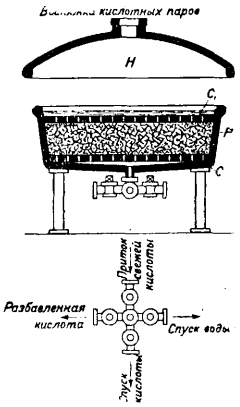
При применении кислотной смеси подобного состава получается Н. с содержанием азота ок. 12,5% и с высокой растворимостью. При меньшем содержании воды в кислотной смеси получаются более высокоазотные Н., мало растворимые в спирто-эфирной смеси; при большем содержании воды—коллодионная вата. Более подробные сведения о кислотных смесях для нитрации см. [1]. При $t°$ 15—20° основной процесс нитрации заканчивается почти полностью в несколько минут; далее происходит лишь медленное повышение содержания азота, не превосходящее обычно 0,5%. При повышении $t°$ реакция идет значительно скорее; поднимать $t°$ выше 40° нецелесообразно, так как при этом усиливается течение побочных реакций. Продолжительность реакции колеблется от 30 до 90 м., в зависимости от способа нитрации, и в редких случаях доходит до нескольких часов. Материал для нитрации берется или в виде клетчатки волокнистого происхождения (линтер, делинт, концы, льняная кудель) или в виде древесной целлюлозы (алигнин, рыхлый картон). Основные требования, предъявляемые к материалу для нитрации: воз-

можно большее содержание чистой клетчатки и отсутствие примесей (жира, золы и т.п.). Технические условия, предъявляемые к нитруемому материалу, зависят от назначения Н. Более строгие требования для материала, идущего на изготовление порохового пироксилина, таковы: влажности $\not> 12\%$, жиров $<1\%$, золы $<0{,}75\%$, хлора $<0{,}05\%$, медное число $<2{,}5$. Предварительная подготовка волокнистого материала заключается в его разрыхлении на волчках и кардовых машинах; если надо, производят предварительный отбор вручную не поддающихся разрыхлению частей и сушат до содержания влаги $\not> 1\%$. Для сушки применяют любые сушильные устройства, действующие периодически либо непрерывно. Темп-ра сушки—около 100°. Высушенный материал развешивают на навески, равные одной закладке нитрационного аппарата (10—20 *кг*) и оставляют для охлаждения в герметически закрываемых сосудах. Для производства нитрации нитруемый материал погружают небольшими порциями в кислотную смесь, взятую в количестве в 30—50 раз большем по весу, чем навеска этого материала. По окончании нитрации, для чего практически достаточно 30—90 м., спускают к-ту, отжимают избыток ее до содержания, равного весу полученной Н., выбрасывают последнюю вилами и переносят в избыток холодной воды. В настоящее время для нитрации наиболее часто применяются аппараты следующих трех видов. 1) Ванны с мешалкой и с двойными стенками для регулирования $t°$ во время нитрации; после нитрации вся смесь самотеком поступает в центрифугу для отжатия. 2) Специальные нитрационные центрифуги с сетчатым барабаном *а* (фиг. 1). Кожух центрифуги



Фиг. 1.

имеет двойные стенки для охлаждения водой и в верхней части вытяжку (*б*, *в*) для кислотных паров. Рядом с центрифугой устанавливается керамиковая воронка *г*, служащая для приема Н., отжатой в струю воды. По наполнении центрифуги кислотной смесью в сетчатый барабан загружают целлюлозу, крышку закрывают и барабану дают «тихий ход» (50—80 об/м.) для циркуляции кислотной смеси. После окончания нитрования эту смесь спускают и, придав барабану скорость 800—1 200 об/м., производят отжатие к-ты. Отжатую Н. алюминиевыми вилами выбрасывают в керамиковую воронку, орошаемую струей воды. 3) Чаша Томсона (фиг. 2) представляет собой низкий цилиндрич. сосуд *P* с слегка конич. дном. На дне сосуда расположена сетка *C*, на к-рую загружают в ранее налитую кислоту нитруемый материал. Сверху накладывают вторую сетку C_1, представляющую продырявленные пластинки. Поверх сетки C_1 наливают тонкий слой воды и сверху чаши надвигают крышку *H*. По окончании нитрации, на что необходимо 2—4 часа, медленно спускают к-ту, одновременно наливая сверху через сетчатую воронку с той же скоростью воду. Крепкую и слабую кислоты собирают отдельно и в той же чаше производят промывку Н. холодной водой. Т. о. в этом аппарате вместо отжатия к-ты происходит вытеснение ее водой. Первые два способа дают более однородную по своим качествам Н., и все количество отработанной к-ты после ее «скрепления» (добавки свежих к-т в нужном соотношении) м. б. вновь использовано для нитрации, но они имеют следующие недостатки: 1) они требуют большего расхода к-т, вследствие потери их в количестве, равном весу Н., при выбрасывании последней в воду, и потери азотной к-ты путем испарения за время нитрации; 2) во время выгрузки из центрифуг отжатой Н. иногда происходит ее саморазложение (без взрыва)—т. наз. «горение центрифуг». В жаркое летнее время количество сгоревших центрифуг, при плохом материале для нитрации, достигает 1%. Главные недостатки способа Томсона: 1) получается менее однородная Н. и 2) только около 80% отработанных к-т возвращается в неразбавленном виде, пригодном для скрепления и использования для нитрации следующих порций сырья. Однако, если учесть и слабую к-ту, получаемую при способе Томсона, то фактический расход кислот будет значительно меньше, чем в первых двух способах.



Фиг. 2.

После нитрации Н. подвергают промывке в холодной воде и процессам стабилизации; *последние имеют целью удалить* оставшиеся после нитрации кислоты, разрушить нестойкие побочные продукты и отмыть их, и производятся с различной тщательностью в зависимости от назначения Н. Наиболее полной стабилизации подвергаются пироксилины, идущие на изготовление бездымных порохов. С этой целью пироксилин загружают в деревянные чаны с ложным дном в 6—8-кратное количество воды и подвергают кипячению открытым паром в течение 10—40 часов, с несколькими переменами воды. Во время кипячения побочные продукты нитрации (сульфоцеллюлоза, азотнокислые эфиры окси- и гидроцеллюлозы,

нитросахара, азотистокислые эфиры), разлагаются, переходят в раствор и удаляются при сменах воды. Для ускорения процессов стабилизации кипячение ведут в очень слабых растворах соды. Однако для получения предельно промытых пироксилинов необходимо Н. подвергнуть еще измельчению в голландерах обычного типа для получения волоконец длиной ок. 2 *мм*, без чего полное удаление продуктов разложения невозможно. После измельчения, промывки в кипящей воде или слабых содовых растворах продолжают промывку в железных чанах с мешалками до получения надлежащей стойкости Н. Заканчивают изготовление Н. просеванием через сита, пропусканием через желоба с электромагнитами для удаления железных опилок, образовавшихся во время измельчения в голландерах, и отжатием воды в центрифугах до содержания ее 28—32%. С таким содержанием воды Н. можно безопасно перевозить по железным дорогам и хранить в складах.

Применение. Н. имеет большое промышленное значение для получения не только бездымных порохов и нек-рых взрывчатых веществ, но и целого ряда продуктов мирного назначения, как коллодий, искусственный шелк, кинопленка, целлюлоид, нитролаки и т. д., для производства к-рых Н. расходуется в значительно бо́льших количествах, чем для пороха и взрывчатых веществ (подробности см. в соответствующих статьях). В зависимости от назначения Н. изготовляется с бо́льшим или меньшим содержанием азота, причем для мирных производств оно в большинстве случаев колеблется от 9,5 до 11%, а для порохов и взрывч. веществ—около 12,5%.

Лит.: [1]) Машкин А., Нитрация клетчатки, Москва, 1926.—Brunswig H., Beitrag zur Frage nach d. Natur v. Nitrocellulose, «Zeitschrift für d. gesamte Schiess- u. Sprengstoffwesen», München, 1928, H.10; Berl E. und Borkenfeld E., «Ztschr. f. ang. Ch.», B., 1928, 5; Солонина А. А., Курс технологии пороха и взрывч. веществ, ч. 1—Пироксилин, СПБ, 1914; Никитин Н., Коллоидные растворы и эфиры целлюлозы, Л., 1929; Schrimpff A., Nitrocellulose aus Baumwolle und Holzzellulosenstoffe, M., 1919; Ullm. Enz. B. 5 u. 7; Eckelt J. u. Gassner O., Projektirungen u. Apparaturen für d. chemische Industrie, I Gruppe: Nitrocellulose, Synthetischer Campher, Pulver, Lpz., 1926. **В. Тихонович.**

НИТЬ в механике, см. *Подвесные дороги*.

НИХРОМ, группа никелево-железно-хромово-марганцевых сплавов высокого сопротивления и жароупорных, представляющих весьма важный и в настоящее время наилучший материал электропромышленности для реостатов и электронагревательных приборов. Сплавы эти отличаются сравнительной дешевизной, большою стойкостью в отношении окисления и малым t°-ным коэф-том сопротивления, но представляют известные трудности в отношении механич. обработки. Рабочая t° их доходит до 1 000—1 100°. Н. был найден в 1906 г. Маршем, изготовившим ряд сплавов этого типа. В настоящее время на рынок выпускается много других родственных сплавов того же назначения, носящих особые фирменные названия, но по составу и свойствам относящихся к той же группе Н.

Значение отдельных компонентов, входящих в состав Н., таково: Ni повышает уд. сопротивление Fe, Cr усиливает это действие и кроме того сильно понижает окисляемость сплава, но вместе с тем понижает и механич. обрабатываемость его. Поэтому для наиболее жаростойких Н. содержание Cr д. б. возможно более высоким, но уже при 20% Cr обработка сплава чрезвычайно трудна, а при 30% Cr практически невозможна. Твердость по Бринелю литого Н. 165—175. В табл. 1 сопоставлены данные о составе американских Н., применяемых как жаростойкие сплавы.

Табл. 1.—Состав американских Н., применяемых в качестве жаростойких сплавов, в %.

Ni	Cr	Fe	Cu	Mn	Прочие
70,3	20	6,9	—	1,9	Si 0,5
53,7	16,7	22,4	—	1,4	Si 1,0
80	13,55	4,8	—	—	Si 1,3
60,2	11,1	27,2	—	1,2	C 0,3
61,2	9,9	26,9	—	1,0	Si 0,3
64,7	13,3	6,4	11	0,63	Si 3,36 C 0,35
70,3	13,2	7,25	3,25	0,2	Si 3,7 Mo 1,33
67,8	11,3	6,95	7,1	—	Si 4,65 Ti 0,25
62	13	20	—	5,0	—

В табл. 2 сделано такое же сопоставление нек-рых американских сплавов, предназначаемых в качестве высоких сопротивлений.

Табл. 2.—Состав америк. Н., предназначаемых в качестве высоких сопротивлений, в %.

Сорта нихромов	Ni	Cr	Fe	Mn
Нихлфой	75	16	8	3
»	40	7	50	3
»	23	20	50	1
Нихром I	60	11	25	4
Нихром II	75	11	12	2
Нихром	66	22	10	2

Кроме того поступают на рынок сплавы Н. III и Н. IV. Сплав Н. III содержит ок. 15% Cr, выдерживает длительный нагрев до 1 000° и обладает уд. электросопротивлением 93,7 *μΩ-см*, причем если сопротивление при 20° принято за 1, то при 1 000° оно будет 1,118. Н. IV содержит ок. 20% Cr и характеризуется уд. сопротивлением 105,0 *μΩ-см*. Принятое за 1 при 20°, оно становится 1,040 при 1 000°. При повышении t° выше 1 000°, хотя бы и кратковременном, срок службы обоих сплавов сильно сокращается. Уд. сопротивление тройного сплава Ni-Cr-Fe доходит до 110 *μΩ-см*, а t° коэф. снижается до 0,0003—0,0002 в интервале 25—100° и до 0,00015 в интервале 700—800°. При максимальной рабочей t° сопротивление нагревательного прибора из Н. возрастает примерно на 10% против сопротивления при комнатной t°. Способность Н. выдерживать высокую t° объясняется образованием плотной пленки окислов, которая по $t^\circ_{пл.}$ превосходит самый сплав, так что при расплавлении он вытекает из этой оболочки, как из трубки. Кроме трудности обработки другим недостатком Н. является легкость химич. взаимодействия с газами, содержащими соединения серы (особенно сернистым газом и сероводородом) и нек-рыми силикатными мате-

риалами (слюда, асбест) при 800—1 000°; при таком взаимодействии Н. разрушается.

Производство Н. держится фирмами в полусекрете. В качестве исходных материалов д. б. взяты Fe, возможно чистое, Ni—не электролитический (указывается при этом на вредность содержания в Ni водорода), Cr же может содержать немного углерода. Плавка ведется в электрич. индукционных печах, без шлака. Отливку полезно производить в изложницах, нагретых до высокой $t°$, причем во избежание пороков отливки струю металла направляют по оси изложницы при помощи графитовой воронки. Прокатка ведется при темп-ре ок. 1 200°, причем металл быстро наклепывается и требует частых подогревов. Для обжатия заготовки от 10 *см* в диам. до 6,35 *см* требуется три нагрева. Затем производится волочение на холоду (причем для вытяжки до 1 *мм* требуется 14 проходов и до 7 отжигов), после чего—через фильтры из алмаза.

Электрич. пайка Н. может вестись при помощи предупреждающих окисление алюминиевых электродов. Отчистку поверхности Н. с одновременной прокалкой предложено вести погружением в ванну, содержащую расплавленный цианистый натрий либо калий при $t°$ 750—850°. Применение Н. находит помимо вышеуказанного (реостаты и электронагревательные приборы) также в производстве термоэлектрич. пирометров до 1 100°, (например в паре с никелем), и защитных трубок для термоэлектрических пирометров.

Лит.: Жемчужный С. Ф. и Погодин С. А., Сплавы для электрич. измерительных и нагревательных приборов, стр. 68—85, Л., 1928; Hart L. O., Nickel Chromium Alloys, «Trans. of the Amer. Inst. of Mining a. Metallurg. Eng.», New York, 1921, v. 64, p. 554; Hamlin M. L. a. Turner F. M., The Chemical Resistance of Engineering Materials, p. 257, 258, New York, 1923; Hunter M. A. a. Jones A., «Trans. of the Amer. Electrochem. Soc.», Philadelphia, 1922, v. 42, p. 170; Rohn W., «ETZ», B., 1928, B. 48, p. 317; Merica P. D., Miscellaneous Alloys of Nickel, «Chem. a. Metallurg. Eng., 1921, v. 24, p. 649; Lake E. F., «Brass World», N. Y., 1922, v. 18.

П. Флоренский.

НОЖЕВОЕ ПРОИЗВОДСТВО охватывает изготовление следующих изделий: 1) ножей и вилок, 2) ножниц, 3) бритв. К первой группе относятся: а) ножи промышленного назначения—для кожевенной промышленности, рыбных промыслов и охоты, пищевой промышленности, пчеловодные, для садоводства, полиграфич. промышленности, электротехнич. целей и строительства; б) ножи хозяйственного назначения: хлебные, для резки мяса, для чистки овощей, сахарные, сырные, для масла, консервные, поварские, ножи и вилки столовые. К этой же группе принадлежат: ножи складные, подразделяющиеся на ножи: однолезвийные, двухлезвийные, либо перочинные, и многопредметные. Ножи многопредметные с количеством предметов, доходящих до 20, не являются объектом фабричного производства, а изготовляются кустарями на домах и часто представляют собой шедевр искусства кустарей-сборщиков. Группа ножниц подразделяется: а) на ножницы промышленного назначения—для кожевенной, текстильной и резиновой промышленностей, закройные, портновские, для стрижки овец; б) ножницы обиходные—дамские, маникюрные, пяличные, карманные, парикмахерские, кабинетные, сигарные. Бритвы изготовляются двух видов: обыкновенные и безопасные. Вне вышеперечисленных групп стоит следующий ряд изделий, к-рые являются также предметом производства ножевых ф-к: машинки для стрижки волос, щипцы для сахара и орехов, штопоры. Количество отдельных видов каждой из групп ножевых изделий очень значительно, особенно в Германии, где только одна ф-ка Генкельс в Золингене вырабатывает свыше 4 000 видов ножей, 1 200 видов ножниц и более 200 видов бритв. В Н. п. СССР номенклатура изделий значительно сужена и выражается: первая группа примерно 150 видами и вторая 40 видами.

Исходным материалом для изготовления ножевых изделий являются стали углеродистые с содержанием 0,4—1,5% углерода и стали легированные, главным образом нержавеющие. В зависимости от назначения ножевых изделий они изготовляются из сталей различного состава (см. ниже табл.).

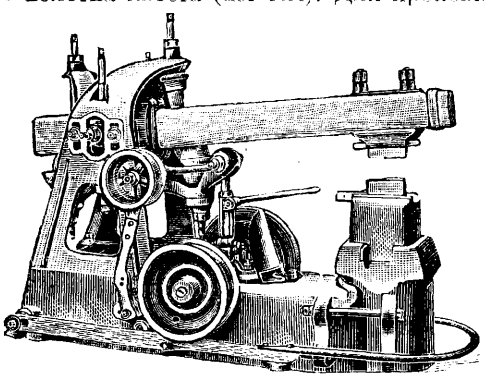
Нержавеющая сталь, идущая на изготовление ножевых изделий, соответствует марке Круппа VSM. Япония изготовляет ножи для рыбных промыслов из стали компаунд. Так как все ножевые изделия полируются, то основным требованием, предъявляемым к сталям, является отсутствие в них песочин, плен, черновин и других наружных пороков, а также и возможно полное удаление усадочной раковины. Сталь с металлургических заводов получается в виде полос около 2 *м* длиной круглого, квадратного и прямоугольного сечений. Основными переходами обработки в ножевом производстве

Состав сталей для ножевого производства.

Название стали	Состав стали: C	Si	Mn	Cr	Wo	S	P	Примечание
Ножи для кожев. промышленности высшего качества	1,02	0,25	0,28	0,8	1,4	0,03	0,02	
Ножи и ножницы промышлен. назначения и ножи складные	0,8—1,0	0,2—0,35	0,4—0,5	—	—	0,04	0,04	
Ножи и ножницы хозяйственные	0,62—0,72	0,2—0,35	0,4—0,5	—	—	0,04	0,04	
Вилки, щипцы, штопоры	0,45—0,55	0,2—0,35	0,4—0,5	—	—	0,04	0,05	
Бритвы	1,52	0,11	0,5	—	—	0,03	0,02	Сталь Белер
»	1,49	0,20	0,9	—	—	0,03	0,02	Сталь Савилль
»	1,10	0,08	0,3	—	—	0,03	0,02	
»	1,32	?	?	0,11	—	0,02	0,02	Сталь шведская

являются: ковка и штамповка с последующим удалением излишнего металла или обрезкой грата (заусенца), термическая обработка (отжиг, закалка и отпуск), шлифовка и сборка.

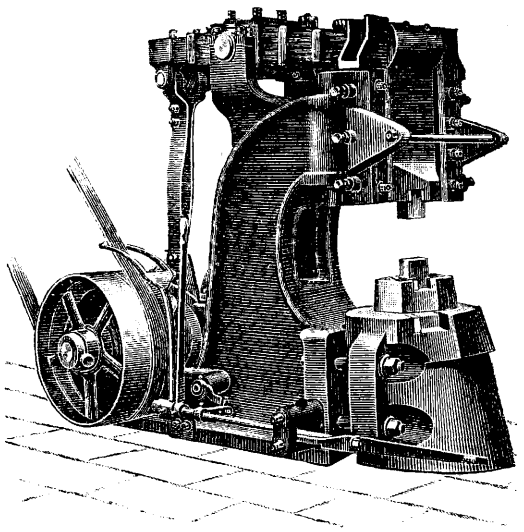
Ковка и штамповка. Неприсаженный на ручку нож состоит из двух частей: режущей (die Klinge), называемой полотном ножа, и части, служащей для закрепления ручки, называемой сорочкой ножа. Толстая часть полотна называется обухом (der Rücken), а тонкая—лезвием (die Watte, или die Schneide). Сорочки у ножа делаются или в виде узкотянутого клина (der Angel) или в виде плоского и широкого почти по ширине полотна хвоста (der Erl). Для проковки



Фиг. 1.

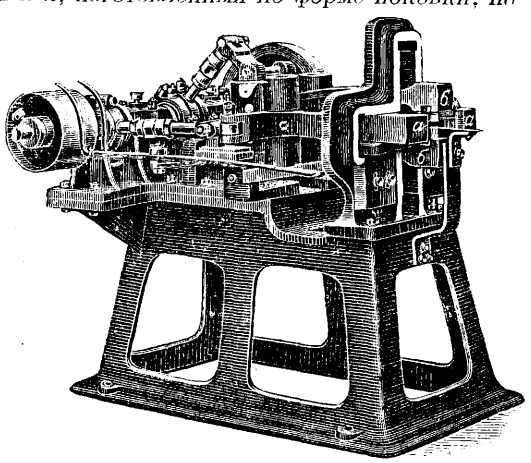
полотна применяются хвостовые (фиг. 1) и пружинные (фиг. 2) молоты с весом бойка 30—60 *кг*. Требуемую форму клинок получает между бойками, имеющими выпуклые поверхности и называющимися тянульниками. Тянульники изготовляются или из углеродистой электростали с содержанием 0,9% C или из хромоникелевой следующего состава: 0,4% C; 0,5% Mn; 1% Cr; 3,0% Ni и < 0,03% S и P. Узкотянутые сорочки ножа получаются между бойками 4-кулачных молотов (фиг. 3: *а*, *а*—горизонтальные бойки, *б*, *б*—вертикальные бойки); плоские сорочки оттягиваются на тех же молотах, на которых отковываются полотна.

В Германии наряду с ковкой для получения ножевых клинков успешно применяют также штамповку, вальцовку на вальцах типа, представленного на фиг. 4, и специально прокатанную сталь соответствующих профилей. В США клинки складных ножей получаются штамповкой в холодном состоянии. Ножницы, бритвы, столовые ножи и вилки и нек-рые другие изделия штампуются, причем для штамповки в Западной Европе и в СССР применяются ременные фрикционные молоты и винтовые фрикционные прессы, а в США фрикционные молоты с доской. На фиг. 5 изображен ременный фрикционный молот с механизированным подъемом бойка. Вес бойков в зависимости от размеров штампуемых изделий колеблется от 200 до 600 *кг*. Вес чугунного шабота делается равным 20-кратному весу бойка. Число оборотов подъемных шкивов при бойках весом 200 *кг*—не свыше 100, при бойках свыше 400 *кг*—до 50. Высота параллелей не менее 2,5 *м*. Штампы изготовляются из углеродистой электростали с содержанием 0,8% C. Массовое производство ножевых изделий дало возможность выработать ори-



Фиг. 2.

гинальный способ изготовления штампов, перенесенный в СССР из Золингена; основная его идея состоит в том, что поковка укладывается между заготовками штампов, нагретыми до t° ковки, вдавливается в них ударами падающего молота, и в штампах получается требуемый ручей. Вместо поковки применяется штемпель, или т. н. формовик, изготовленный по форме поковки, но

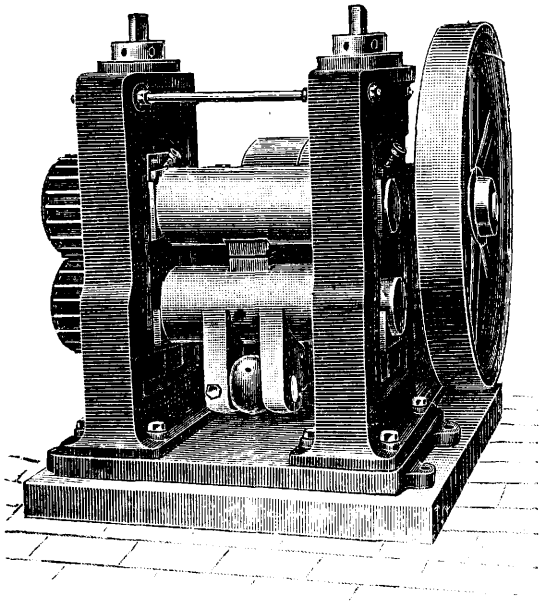


Фиг. 3.

с припусками на усадку. Формовик вдавливается глубже, чем это требуется для штампа, с тем чтобы после строжки поверхности разъема ручей оставался достаточно глубоким.

Нагрев заготовки как для ковки, так и для штамповки производится обычно в коксовых или нефтяных печах, реже в обыкновенном кузнечном горне или в пламени газовых печей. В Германии наибольшим распространением пользуются печи коксовые, в к-рые воздух из вентилятора подводится

через чугунную коробку, помещенную под колосниками. Употребительнейшие размеры коксовых печей: площадь — 410×390 *мм*; высота—400 *мм*; площадь колосниковой решетки—140×170 *мм*. Газовые печи, несмотря на удобство работы в отношении регулирования $t°$, получения требуемого на-



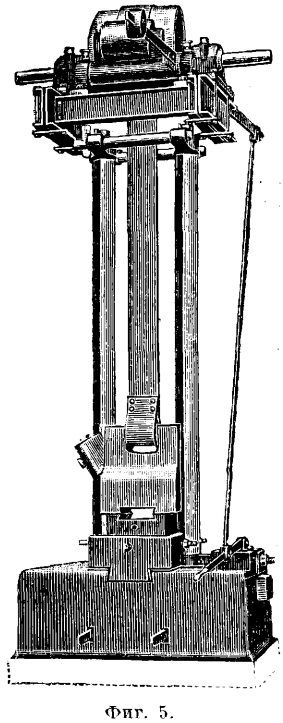
Фиг. 4.

грева и контроля последнего, применяются редко даже в Золингене, вследствие больших затрат на установку и сравнительно высокой цены газа. По данным герм. фирм расход топлива в печах указанного выше размера для нагревания цельностальных столовых ножей равен: для нефти 4 *кг/ч.*, кокса 6 *кг/ч.* и газа 8 $м^3/ч$.

Так как от кованого или штампованного полуфабриката ножевых изделий в целях облегчения дальнейшей обработки требуется чистая поверхность, то на удаление окалины обращается большое внимание. В этом отношении обязательна не только очистка вынутых из печи заготовок от окалины железными щетками или скребками, но и удаление окалины со штампов, осуществляемое сдувальниками, которые работают от вентилятора. После обрезки в соответствующих формах на эксцентриковых прессах типа Блисс, мощностью 15—50 *т*, излишнего металла у откованных изделий и грата (заусенца) у штампованных, откованные ножи правятся под пружинными молотами, клеймятся под фрикционными винтовыми прессами и поступают в термич. обработку, а штампованные изделия, слегка подогретые или холодные (немецкий способ), штампуются начисто во 2-й раз и затем направляются в «барабанку» (обработка во вращающихся барабанах) для удаления окалины.

Термическая обработка. Отжиг ножевых изделий предшествует обрезке грата и производится при $t°$, определяемых по содержанию С. Обычно при этом нагретым изделиям дают остыть вместе с печью, реже— охлаждают в особых холодильниках. Закалочными печами в Н. п. являются обыкновенные кузнечные горны — древесноугольные, или коксовые, или электрические, газовые и нефтяные печи. Нагрев изделий производится как в самих печах; так и в свинцовых и соляных ваннах. Наибольшее распространение в СССР имеют печи нефтяные со свинцовыми ваннами. В Германии—печи газовые и электрические; последние—преимущественно при закалке бритв. Соляная ванна состоит из смеси хлористого бария и хлористого калия в пропорции по весу примерно 2 : 3. Размеры ванны между противоположными гранями 220—340 *мм*; глубина ванны 320—450 *мм*. Производительность в час от 50 до 160 *кг* изделий. Закаливающей жидкостью служит растительное масло или нефть и холодная вода. Отпуск изделий производится или на особых плитах или в кузнечных горнах и только для отпуска бритв применяют электрич. печи с соляной ванной (селитра). Для отпуска в кузнечных горнах ножевые изделия помещают в призматич. барабаны, вращаемые рабочими над пламенем кузнечного горна. Этот процесс продолжается 10—12 мин. (Германия). После термич. обработки ножи выправляются под пружинным молотом или вручную и поступают в шлифовку.

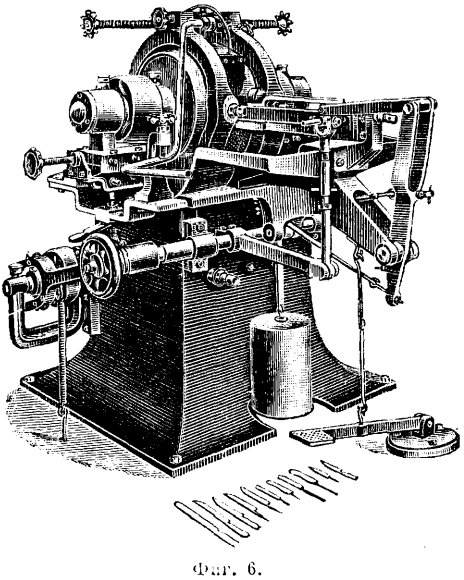
Шлифовка является наиболее трудной и ответственной операцией Н. п. и требует большого искусства, передаваемого обычно от отцов к детям. Этим в значительной мере объясняется концентрация Н. п. в определенных районах: в СССР—Павлово, Нижегородский край; в Германии — Золинген; в Англии — Шеффильд; во Франции—Тьер и Лангр; сложностью шлифовки как рабочего процесса, в к-ром большую роль играет чутье рабочего, объясняется и то обстоятельство, что только в 1925—1927 гг. герм. промышленность после долгих изысканий выработала удовлетворительные типы шлифовальных станков, заменяющих ручную шлифовку ножевых изделий при массовом производстве и экспортируемых из Германии в Англию, Францию и США. Шлифовка состоит: 1) из предварительной точки (das Schleifen), которая производится на естественных песчаных камнях или же искусственных наждачных кругах с магнезиальной связкой; 2) последующей точки (das Pliessten, или das



Фиг. 5.

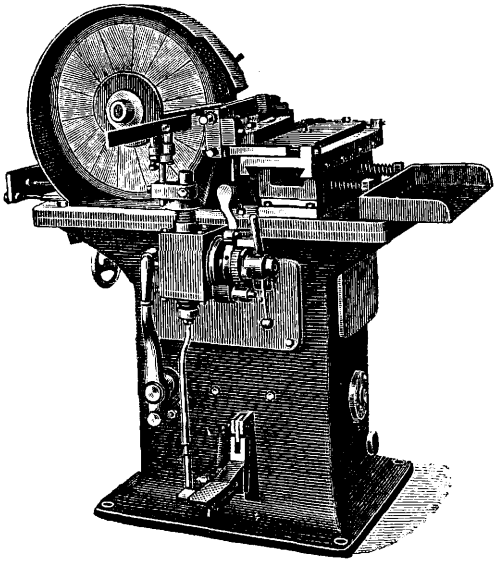
Nachschleifen) и 3) полировки (das Polieren). Последние две операции, называемые в Павловском районе личкой, осуществляются на деревянных кругах (чарках), обтянутых кожей, на которую наклеиваются наждаки разной степени зернистости. Вместо деревянных кругов иногда применяются круги войлочные. Назначение шлифовки: 1) ободрать наружную корку с изделия, снять те неровности, к-рые оставляет на полотне ножа боек молота; 2) придать клинку выпуклую поверхность и сообщить ему режущую способность и 3) придать ножевым изделиям красивый вид и в известной степени защитить их от коррозии. В Золингене различают следующие основные виды лички: грубую (grob), тонкую (fein), светлую (klar), коричневую (braun) и голубую (blau). В Павлове дают изделиям серую, белую и черную или светлую личку. Степень лички достигается применением наждаков от № 24 до № 250, а также специальных паст, главной составной частью к-рых является венская известь.

Оригинален способ точки ножевых изделий, применяемый до сих пор во Франции (Тьер и Лангр), где шлифовальщики работают лежа. Деревянные круги, применяемые для лички, изготовляются из нескольких сегментов или секторов и усиливаются с боковых сторон фланцами из железа или твердого дерева. Круги имеют диаметр от 300 до 600 *мм* и ширину до 50 *мм*. Они надеваются на шпиндель простого *шлифовального станка* (см.) и вращаются со скоростью 800—1 000 об/мин. Полуавтоматич. точильные и поли-



Фиг. 6.

ровочные станки для клинков изображены на фиг. 6 и 7. На станках для точки последняя производится торцовой поверхностью пустотелого наждачного цилиндра с керамической или магнезиальной связкой. Станки интересны тем, что клинкам ножа посредством эксцентрика сообщается между прочим и качающееся движение для придания выпуклой поверхности; т. о. станки полностью воспроизводят все движения рабочего шлифовальщика. Станки сдвоены для точки правой и левой сторон ножа; каждый станок обслуживается одним рабочим и дает производительность, в 4—5 раз превосходящую таковую ручной работы.

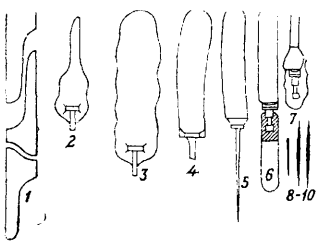


Фиг. 7.

Точка бритв значительно отличается от точки ножевых клинков. Двояковогнутая форма клинка получается пропуском бритвы между вращающимися в противоположных направлениях корундовыми или алундовыми кругами. Степень вогнутости определяется диаметром кругов. Размеры кругов 32—130 *мм*: круги должны быть средней твердости и иметь зернистость 90. Точкой клинка ему еще не сообщается режущих свойств; это достигается личкой, к-рая в основном не отличается от лички ножевых изделий. Вместо деревянных кругов здесь применяются небольшие круги из моржовой кожи или из мягкого войлока, намазываемые мелким наждаком. Полировка осуществляется на мягком войлочном или щеточном круге с применением полировочной пасты. Шлифовка бритв требует очень много рабочих операций; их не менее 40. Необходимо отметить, что при шлифовке ножевых изделий выделяется очень много железной и наждачной пыли; поэтому необходимо устройство в шлифовальных цехах хорошо работающей приточно-вытяжной вентиляции.

Сборка ножей (кроме складных), называемая присадкой, заключается в соединении ручки, изготовляемой из плотных древесных пород, рога, кости и других материалов с сорочкой ножа. Соответственно форме сорочки—тонкооттянутой или плоской—изменяется и способ присадки, определяющий разделение ножей на две группы: всадные, или «стычные», и склепные, или «плащатые». Для закрепления сорочки всадного ножа в отверстии, просверленном вдоль продольной оси ручки, последнее заполняется смолой или сургучем, затем на выступающий из ручки конец сорочки надевается шайба вплотную к ручке и конец сорочки расклепывается. В склепных ножах

ручки приклепываются к сорочке с боков двумя или тремя заклепочками. Деревянные ручки изготовляются на токарных или фрезерных по дереву станках; более сложные профили получаются по копиру. Для придания ручкам красивого вида наружные поверхности их обрабатывают на шлифовальных станках с войлочными кругами и кругами из морской травы. Присаженные ножи перед упаковкой «направляются» для придания лезвию необходимого угла резания и снятия заусенца, получающегося при шлифовке; направку производят вручную на наждачных кругах или же на горизонтальных шлифовальных станках. Последовательный ход изготовления столового ножа изображается на фиг. 8, где: *1*—разрезка полосы на отдельные куски, *2*—штамповка, *3*—отковка полотна, *4*—обрезка грата и вырезка формы лезвия, *5*—оттяжка сорочки. На той же фиг. изображены (*6* и *7*) штамповка сорочки ножа с пустотелой металлич. ручкой и нож этого типа в собранном виде.

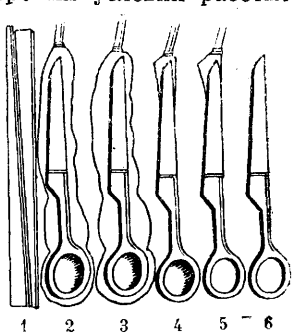


Фиг. 8.

Изготовление ножниц занимает значительное место в Н. п. Ножницы получаются как штамповкой из стали, так и отливкой из ковкого чугуна; качество литых ножниц гораздо ниже штампованных, так как они не только легко ломаются, но имеют и худшие режущие свойства. Фиг. 9 показывает переходы обработки ножниц: *1*—вырезка из полосы, *2*—первая штамповка, *3*—вторая штамповка, *4*—первая обрезка грата, *5*—пробивка кольца, *6*—вторая (окончательная) обрезка грата. Шлифовка ножниц требует высокой квалификации шлифовальщика. Режущие грани обеих половинок ножниц должны быть так обработаны, чтобы они при резании легко скользили одна по другой, и половинки ножниц, пружиня, прижимались друг к другу. Если смотреть на собранные ножницы с узкой стороны, то можно через середину соединенных половинок увидеть просвет, в то время как на обоих концах они соединены. Придать внутренним граням ножниц такую своеобразную форму и одновременно в интересах режущих свойств зашлифовать вогнутость—в этом и состоит особенная трудность работы.

Изготовление машинок для стрижки волос. Машинки для стрижки волос состоят в основном из двух режущих ножей, корпуса с рукояткой и нажимной ручки. Ножи вырезаются из стальных полос, сверлятся, профиль ножа выфрезовывается, после чего на горизонтальных фрезерных станках нарезаются зубья тщательно исполненными фрезерами. Корпус и ручки отливаются из ковкого чугуна. На корундовых кругах с литья удаляются заусенцы, и производится дальнейшая обработка его на деревянных обтянутых кожей кругах, придающая ручкам красивый вид. Шлифовка заканчивается на щеточных кругах. Вся машинка никелируется и отполировывается на войлочных кругах. Шлифовка ножей производится на горизонтально вращающемся медном или латунном круге. Так как ножи при работе должны легко скользить один по другому и иметь несколько вогнутые поверхности, то медным кругам придают слегка выпуклую форму. На медные круги наносится наждак. После шлифовки части собираются.

Целый ряд ножевых изделий (напр. цельностальные ножи и вилки, ножницы, щипцы и т. д.) после шлифовки никелируются. Из способов никелировки заслуживает быть отмеченной быстрая никелировка, осуществляемая в конвейерной установке; такая установка фирмы Кампшульте (Kampschulte) в Золингене состоит из 4 ванн: 1-я для электролитич. обезжиривания изделий и омеднения их; 2-я—для промывки в проточной холодной воде, 3-я—для никелировки и 4-я—для промывки никелированных изделий в горячей воде. Движение изделий в ваннах, равно как и передвижение их между ваннами—автоматическое. Рабочий процесс совершается в 20—30 мин. Производительность такой установки при длине никелировочной ванны 6 *м* и общей длине всей установки 14 *м* равняется 1 500—2 000 столовых ножей в 1 час. Установка обслуживается всего двумя рабочими: один навешивает изделия, другой их снимает. Хромирование ножевых изделий применяется сравнительно редко, как вследствие его дороговизны (хром хорошо ложится только на слой никеля), так и нездоровых условий работы. Наряду с никелировкой в ножевом производстве широко применяются также другие виды цветной окраски металла (как электрические, так и химические), поэтому в гальванотехнич. мастерских ножевых ф-к устанавливаются ванны для золочения, серебрения, омеднения, кадмирования и т. д.; на изделия наносятся рисунки в 5 и более красок, для чего изделие проходит 15—20 операций обработки.



Фиг. 9.

Испытание качества ножевых изделий. Необходимо отметить, что до сих пор наука не выработала методов испытания режущих качеств ножевых клинков, хотя попытки разрешить этот интересный вопрос делались неоднократно. Достаточно указать на работы, которые начаты проф. Мартенсом (Германия) по определению твердости лезвий вдавливанием, на работы японских профессоров Kotarô Honda a. Kinnoske Takahasi [1], сконструировавших прибор для испытания способности и стойкости резания ножевых клинков, и наконец на работы инж. Кнаппа в Золингене, также сконструировавшего аппарат для определения режущих

свойств ножевых клинков. Но результатов по установлению единицы измерения способности и стойкости (длительности) резания еще не получено. Поэтому качество ножевых изделий пока определяют путем испытания твердости клинка по Роквелу, Бринелю, Шору или Герберту и проверки упругих деформаций клинка. H_{Br} ножевых клинков промышленного назначения варьирует 500÷550, хозяйственного назначения 480÷500. Лабораторные испытания лучших по качеству немецких и шведских бритв, произведенные в лаборатории «Красного путиловца», дали следующие результаты:

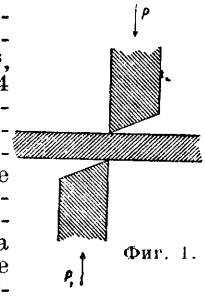
	Твердость по Роквелу	H_{Br}	⌀ отпечатка в *мм*
Немецкая бритва	64—65	655—682	2,35
Шведская »	64—65	655—682	2,35

Химич. анализ: нем. бритва 1,07% C, 0,3% Mn; швед. бритва 1,32—1,33% C, 0,11% Cr. Вид излома: у нем. бритвы излом мелкозернистый с переходом местами в бархатистый, у шведской бритвы—мелкозернистый с намечающейся волокнистой ориентацией, что заставляет предполагать в данном случае наличие цементитной сетки. Микроструктура: а) нем. бритвы—мартенситовое поле с большим количеством мелких равномерно разбросанных карбидов; даже при глубоком травлении и при наблюдении под микроскопом при увеличении до 900 игольчатой ориентации не наблюдается; б) швед. бритвы—мартенситовое поле с тонкой непрерывной цементитной сеткой; в поле зрения шлифа встречаются цементитные иглы и отдельные группы мелких карбидов.

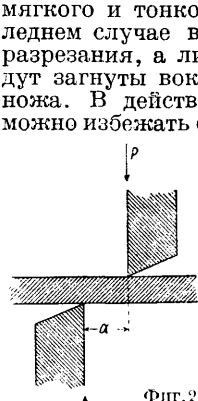
Лит.: 1) Kotarô Honda a. Kinnoske Takahasi, On the Quantitative Measurement of the Cutting Power of Cutlery, «Journ. of the Iron a. Steel Inst.», L., 1927, v. 116, p. 357.—Бабошин А. Л., Термич. обработка обыкновенных и специальных сортов стали, стр. 150, 326—328, Москва, 1926; Покрандт В., Горячая штамповка и изготовление штампов, пер. с нем., стр. 156, М—Л., 1927; Савельев М. А., Металлич. промыслы Нижегородской губернии, Н.-Новгород, 1916; Таньпетер А. А., Павмурмет, Перспективы развития промышленности Павлово-Вачского района, Н.-Новгород, 1930; Solingen u. sein Industriebezirk, Düsseldorf, 1922; Hendrichs F., Die Schleifkotten an der Wupper, Köln, 1922; Buxbaum B., Schleifen d. Metalle, Werkstattbücher, hrsg. v. E. Simon, 2 Aufl., B., 1925, H. 5; Fuchs O., Schmiedehämmer, p. 30—49, Berlin, 1922; Die Herstellung v. Stahlwaren unter besonderer Berücksichtigung der Schleif und Polierarbeiten, «Die Schleif- u. Poliermittel-Industrie», Hoya-Weser, 1930, H. 1—7; Schleifen, Pliessten oder Polieren, ibid., H. 1; Plücker R., Die Herstellung d. Scheren, «Anzeiger für Berg-Hütten- u. Maschinenwesen», Essen, 1929, *19*; Kaessberg H., Die deutsche Kleineisen-, Stahlwaren- und Werkzeugindustrie, «Maschinenbau», B., 1928, B. 7, H. 21; Hendrichs F., Über ein Verfahren zur Prüfung d. Schneidfähigkeit v. Messerklingen, ibid; Hendrichs F., Über die Formgebung v. Messerklingen, «Verhandlungen d. Vereins z. Beförderung d. Gewerbefleisses», B., 1919, p. 139.

В. Соколов.

НОЖНИЦЫ, инструменты и машины-орудия для резки различных материалов, характеризующиеся наличием двух ножей, плотно прижатых друг к другу и двигаемых приблизительно в плоскости резания перпендикулярно режущим кромкам лезвий. Работа Н. основана на развитии ножами в разрезаемом материале напряжений сдвига, превышающих временное сопротивление срезыванию. Для правильной работы Н. необходимо, чтобы явления деформаций в срезаемом сечении на только близко, насколько это практически осуществимо, приближались к чистому сдвигу; выполнение этого условия, ограничивая работу деформации необходимым для резки минимумом, обеспечивает наименьшую затрату работы для резки материала данного сечения. Явления сдвига в срезаемом сечении возникают, когда в плоскости данного сечения действует некоторая внешняя сила P, осуществляемая в виде нажима лезвия Н. (фиг. 1); равная и обратно направленная сила P_1 реакции второго лезвия уравновешивает извне силу P, тогда как в толще материала эти силы вызывают напряжение сдвига, равное $\tau = \frac{P}{F}$, где F — площадь поперечного сечения разрезаемого материала. По достижении напряжением сдвига величины временного сопротивления на срезывание наступает разрушение; последняя величина приблизительно равна: для листовой стали 60÷70 *кг/мм²*, мягкого железа 40÷60 *кг/мм²*, мягкого железа при $t°$ 700° 12÷20 *кг/мм²*, мягкого железа при $t°$ 900° 4 *кг/мм²*, листовой меди 25÷40 *кг/мм²*, листового цинка 9÷15 *кг/мм²*, листового олова 2÷3 *кг/мм²*, листового свинца 1,5÷2,4 *кг/мм²*. В том случае когда лезвия ножей не расположены в одной плоскости движения, явление сдвига осложняется наличием изгиба (фиг. 2) от момента, равного Pa: работа деформации в этом случае растет, кпд Н. ухудшается, и кроме того поверхность среза получается с заусенцами и сравнительно менее чистой, чем в первом случае. При резке мягкого и тонкого материала в этом последнем случае вообще может не произойти разрезания, а лист или материя просто будут загнуты вокруг лезвия неподвижного ножа. В действительности однако невозможно избежать совершенно наличия изгиба при резке Н. вследствие того что ножи имеют конечную толщину, так что в начале процесса резания образуются у режущих кромок вдавлины (фиг. 3), ширина которых $b = t \operatorname{tg} \alpha$, где t—глубина входа ножа, α—угол резания ножа. Считая, что сила приложена по средине площади соприкосновения ножа с разрезаемым материалом, получаем изгибающий момент $M_b = Pt \operatorname{tg} \alpha$; момент этот достигает наибольшей величины при разрушении разрезаемого материала, причем



Фиг. 1.

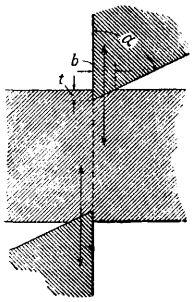


Фиг. 2.

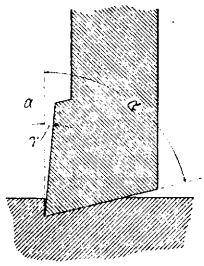
$$M_{b,\,max} = k_1 P_{max}\, t_{max} \operatorname{tg} \alpha = k_2 F \tau_{max} \frac{s}{2} \operatorname{tg} \alpha,$$

где k_1 и k_2 — коэф-ты (< 1), учитывающие уменьшение b под влиянием частичного сдвига, s—толщина материала. При разре-

зании широких полос лезвия ножей ставят под нек-рым углом друг к другу с тем, чтобы разрез происходил не одновременно по всей длине ножей, а постепенно. Для того чтобы разрезаемый материал не выжимался из-под ножей, а захватывался ими и резался, необходимо, чтобы угол между лезвиями был меньше двойного угла трения материала о

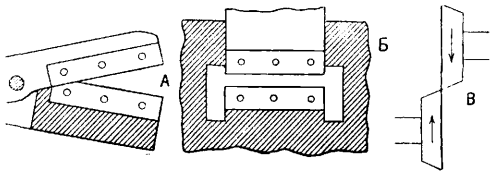


Фиг. 3.



Фиг. 4.

ножи; обычно этот угол берут в пределах 9÷14°. Угол резания ножей *a* (фиг. 4) берут обычно для резания металлов 75—80°, для резания более мягких предметов этот угол уменьшают до 65—60°. Для того чтобы передняя поверхность ножей не терлась о поверхность среза и не увеличивала работы резания, ножам для резки металла придают заднюю заточку с углом $\gamma = 1—3°$. Для облегчения точки ножей их в настоящее время делают не плоскими (на передней поверхности), а снабжают выступающими рабочими кромками *a* (фиг. 4). Один из ножей, неподвижный, крепится к станине Н., а другой приводится в движение помощью мускульной силы или механически. По роду движения подвижного ножа Н. можно разделить на три класса: 1) с качающимся ножом (фиг. 5, А), 2) с поступательно двигающимся ножом (фиг. 5, Б) и 3) с непрерывно вращающимися ножами (фиг. 5, В). В



Фиг. 5.

двух первых типах подвижной нож приводится в движение посредством рычага или системы рычагов, эксцентрика, кривошипно-шатунного механизма или от непосредственно соединенного с ним поршня гидравлич. пресса. В Н. третьего типа один или оба дисковых ножа приводятся во вращение посредством зубчатых передач.

Н. для резки листового металла. Простейшим типом Н., приводимых в движение мускульной силой, являются обычные слесарные ручные Н. (фиг. 6), служащие для резки не особенно толстого листового материала. Для резки более толстых листов (железных до 1,5—2 *мм*) служат т. н. стуловые Н. (фиг. 7), у к-рых нижний нож укреплен неподвижно, а верхний приводится в движение при помощи длинного рычага. Для увеличения мощности стуловых Н. их снабжают рычажной (фиг. 8) или зубчатой (фиг. 9) передачей между ручным и ножевым рычагами. Н. этого последнего типа в отличие от предыдущих обладают поступательным движением ножевого ползуна; кроме того их станина устроена таким образом, что имеется возможность резать листы неограниченных размеров. Более мощные ручные Н. снабжают ручным храповым приводом (фиг. 10); сидящий свободно на эксцентриковом валу Н. рычаг *а* составляет одно целое с шестеренкой *в*, зацепляющейся с зубчатым сектором храпового рычага *г*. В положении, указанном на фиг. 10, А, качательные движения рычага *а* вызовут такие же движения храпового рычага *г*, вследствие чего храповик *д*, связанный с эксцентриковым валом под действием двух собачек—подвижной *е* и неподвижной *ж*, начнет вращаться и т. о. приведет в действие ползун Н. При резке тонких листов собачка *е* выключается посредством поворота рукоятки *з* (фиг. 10, Б), а собачка *и* вкладывается в вырез храповика *д*. Изображенные на фиг. 10 Н. имеют два ползуна с ножами: для листового металла—*к* и для углового и таврового железа—*л*; каждый из этих ползунов м. б. приводим в действие от эксцентрика, сидящего на валу *м*, посредством толкача *н*, перекладываемого после отодвигания задвижки *п* на тот или другой ползун. Н. этого типа при двух рабочих режут листовую мягкую сталь толщиной до 20 *мм*, круглое железо—диаметром до 36 *мм*, угольники—до 100 × ×12 *мм*. Для резки еще более крупных профилей применяют ручные Н. с рычажным приводом Вернера; общий вид таких Н. для резки профильной стали изображен на фиг. 11, а способ действия рычажного привода—на фиг. 12; рычаг *а*, сидящий на эксцентриковом валу *б*, снабжен на свободном конце двумя хомутами *в* с собачками, в к-рых ходят две зубчатых полосы $г_1$ и $г_2$; $г_1$ сидит на оси рычага *д*, тогда как полоса $г_2$ может передвигаться вверх и вниз под действием рычага *д*. При движении полосы $г_2$ вверх она свободно пропускается соответственной собачкой, так как конец рычага *а* удерживается полосой $г_1$ от движения вверх; при движении полосы $г_2$ вниз она захватывается собачкой и двигает рычаг *а* вниз, причем вторая собачка свободно проскакивает вниз по

Фиг. 6.

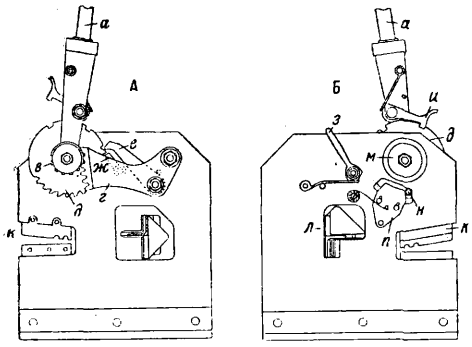
Фиг. 7.

Фиг. 8.

полосе $г_1$. Н. этого типа, являющиеся наиболее мощными из ручных Н., могут разрезать двутавровые балки до 400 *мм* высотой, уголки до 100×200×15, полосовое железо до 380×20 *мм*, а также стальные ж.-д. рельсы.

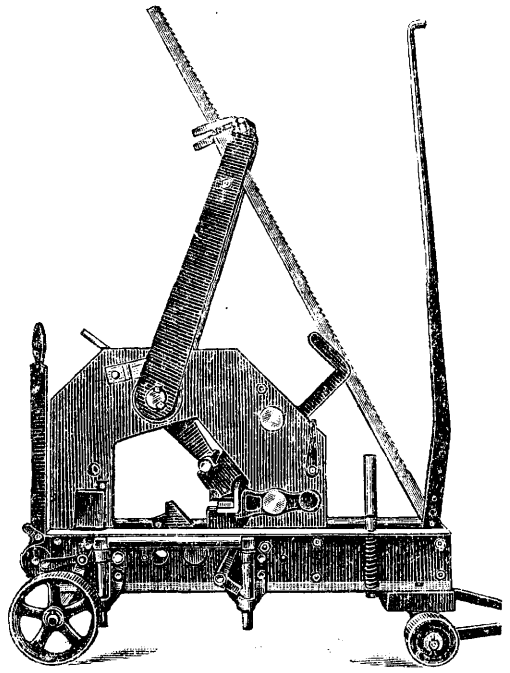
Для разрезания широких полос тонкого листового металла применяют т. наз. с т о л о в ы е Н. (фиг. 13), у которых длинный и слегка изогнутый (для получения между лезвиями постоянного угла) верхний нож прикреплен непосредственно к рычагу; ширина отрезаемых полос определяется переставным упором; для удержания листов на месте во время отрезки имеется п р и ж и м, опускаемый рычагом; Н. такого типа режут железную жесть до 1,75—2 *мм* толщины. При необходимости большей производительности для той же работы применяют приводные п а р а л л е л ь н ы е ножницы (фиг. 14), основное отличие к-рых заключается в том, что ножевая балка имеет поступательное движение. Ножевая балка, перемещающаяся в направляющих станины, приводится в движение от двух эксцентриков, сидящих на валу, вращаемом от трансмиссии

Фиг. 9.



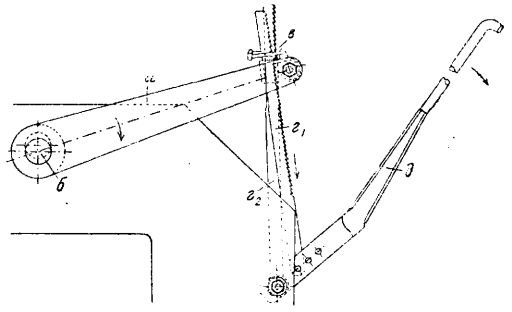
Фиг. 10.

или непосредственно от мотора, через соответствующую передачу; к балке присоединен на пружинах прижим для жести, к-рый при ходе балки вниз зажимает лист и удерживает его в течение процесса резки. Для того чтобы рабочий мог спокойно уложить обрезаемый лист, между шкивом и эксцентриковым валом включена однооборотная муфта, к-рая, будучи включена педалью, сцепляет шкив с валом на время одного оборота, а затем, по достижении ножевой балкой верхнего положения, снова их расцепляет независимо от того, продолжает ли быть нажата педаль или нет; для получения повторного хода необходимо отпустить педаль и вновь ее нажать. Устройство такой муфты, применяемой почти во всех приводных Н., изображено на фиг. 15. Шкив-маховик *а* с заклиненной в его ступице стальной втулкой *б* свободно вращается на коренном валу Н. В цапфе *в* коренного вала выфрезерована полуцилиндрич. выемка, в которой лежит такой же формы шпонка *г*, снабженная хвостом *д*;



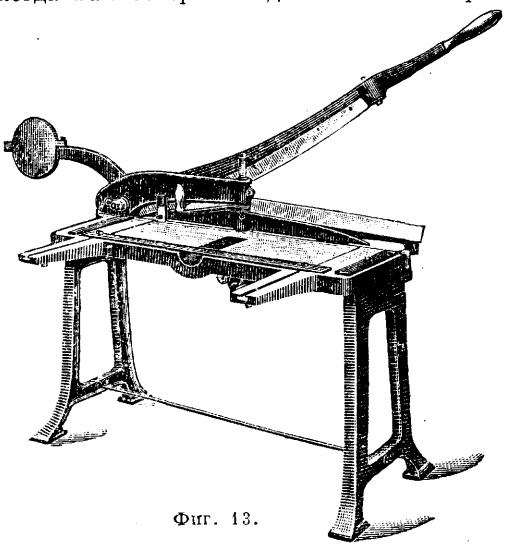
Фиг. 11.

прикрепленная к последнему пружина *е* стремится все время повернуть шпонку т. о., чтобы ее ребро выступило из выреза цапфы и вошло в соответственной формы канавку во втулке шкива, следствием чего явится сцепление последнего с валом ножниц. В положении, указанном на фиг. 15, ползун Н. дошел до высшего положения, хвост шпонки уперся в упорку *ж*, шпонка вошла в выемку цапфы, и шкив вращается вхолостую. Для производства разреза рабочий должен посредством тяги *з* и рычага *и* отвести в сторону упорку *ж*, соединенную с втулкой рычага *и* посредством прижимаемой пружины *к* однозубцовой муфточки *л*. Освобожденная шпонка *г* повернется под действием пружины *е* и сцепит шкив с валом Н., так что последний начнет вращаться; спустя приблизительно $^1/_3$ оборота выступ *м*, соединенный с валом, найдет на рычаг *н* и отклонит его; рычаг *н* нажмет на штифт *о* и отодвинет муф-



Фиг. 12.

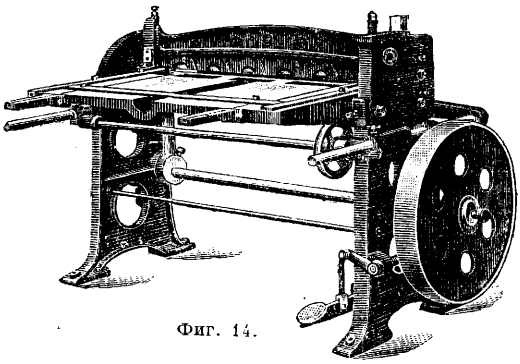
точку *л* и вследствие этого упорка *эс* освободится и под действием пружины *п* снова станет в исходное положение. Понятно, что когда вал совершит один полный оборот,



Фиг. 13.

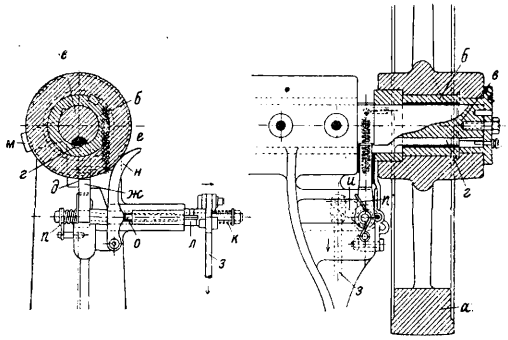
хвост шпонки *г* найдет на упорку *эс* и повернет шпонку, после чего сцепление между шкивом и валом будет нарушено и все возвратится в исходное положение.

Развитием только что описанного типа параллельных ножниц являются гильотинные Н. (фиг. 16), к-рые предназначаются для разрезки длинных листов поперек, или для обрезки не особенно широких кромок листов неограниченной длины. В соответствии с их назначением, эти ножницы снабжаются значительным пролетом до 3,5—4 *м* между боковыми станинами для пропуска длинных листов при резке их поперек и незначительным вылетом боковых станин (порядка 0,4—0,5 *м*) для окантовки кромок длинных листов. Привод ножевого ползуна производится от эксцентрика, сидящего на коренном валу Н.; сцепление с рабочим шкивом осуществляется при помощи однооборотной муфты; от эксцентрика движение ползуну передается двумя рычагами и ко-



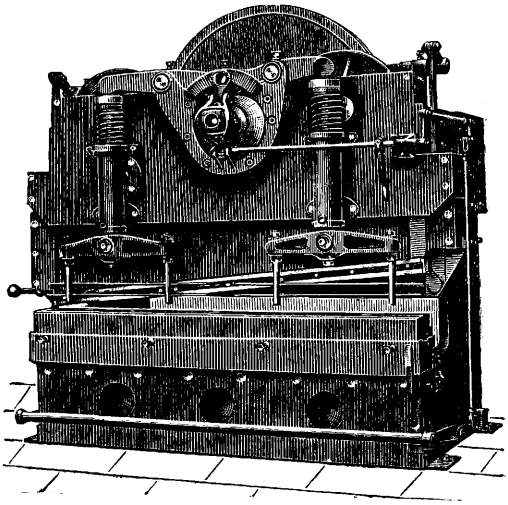
Фиг. 14.

роткими шатунами. От того же эксцентрикового вала, от особых кулаков приводится в действие придерживатель. В механизм последнего введены упругие звенья в виде спиральных пружин, вследствие чего незначительные отличия в толщине разрезаемых листов не отзываются на зажиме. Гильотинные Н. весьма удобны для производства длинных разрезов, но имеют тот недостаток, что весьма громоздки, дороги и требуют сильных моторов. Там где их мощность не



Фиг. 15.

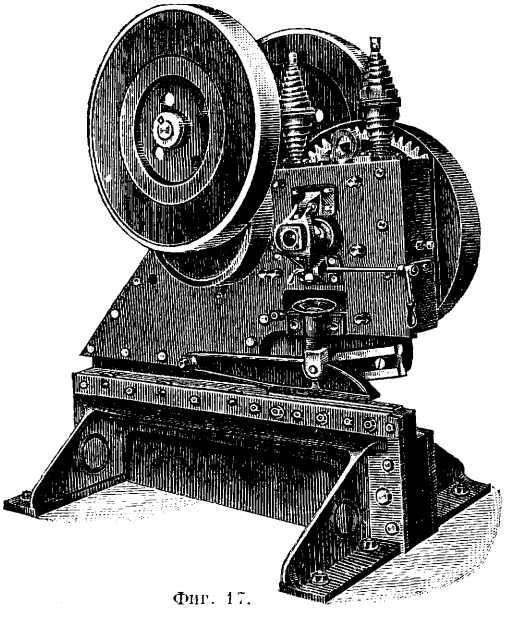
м. б. всецело использована, а также в производствах, требующих частого осуществления коротких разрезов (например постройка металлич. конструкций, мостов), бывает выгоднее применять Н. с короткими ножами. Насколько значительна разница между этим типом и гильотинными Н., видно например из того, что у Н. одного и того же завода для резки листов железа толщиной 32 *мм*—веса, мощности и занимаемые Н. пло-



Фиг. 16.

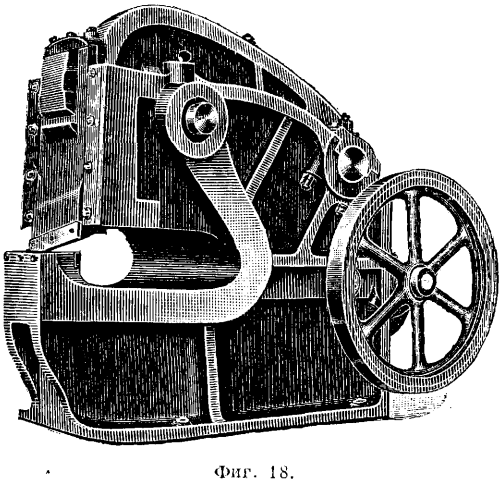
щади относятся соответственно, как 1 : 6,4; 1 : 3,9; 1 : 3,9. Н. с короткими ножами строят двух основных типов: 1) с линией реза, параллельной станине и, 2) с линией реза, перпендикулярной или наклонной к станине. Н. первого типа (фиг. 17) обладают тем преимуществом, что они допускают резку листов практически неограниченного размера по длине и ширине; при этом станина имеет основную форму, описанную выше, ручных Н. фиг. 9. Для многих работ однако удобнее, когда ножи открыты со всех четырех сторон; в этом случае применяют Н. с открытым зевом и поперечным расположе-

нием ножей (фиг. 18). Станина Н., изображенных на фиг. 18, отлита из чугуна, тогда как станины изображенных на фиг. 16 и 17 Н. сделаны из толстых стальных листов,



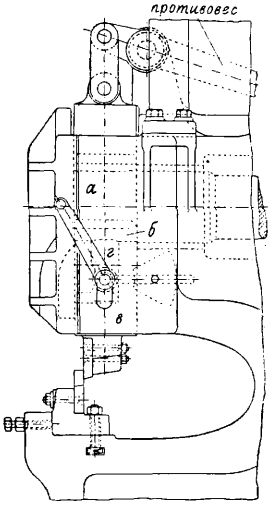
Фиг. 17.

соединенных посредством призонных болтов и промежуточных частей из литой или кованой стали. Станины последнего типа обладают целым рядом преимуществ по сравнению с литыми: 1) в виду большей однородности материала они гораздо прочнее последних, 2) при равных запасах прочности они много легче, 3) отсутствие моделей позволяет без особенных излишних затрат строить ножницы, отличающиеся по размерам от каталожных типов. Эти преимущества обусловливают растущее применение станин из стальных листов. Привод ножевого ползуна производится или непосредственно кулисно-кривошипным механизмом (фиг. 17) или,



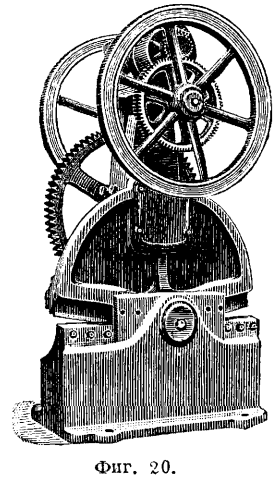
Фиг. 18.

как напр. на фиг. 18, от эксцентрика, сидящего на коренном валу, через посредство рычага. Привод ползуна при помощи кривошипно-кулисного механизма изображен на фиг. 19. Откованный за одно с коренным валом кривошип *а* посредством кулисного камня *б*, ходящего в вырезе ползуна *в*, приводит последний в прямолинейно-возвратное движение. Нижняя стенка *г* выреза сделана для выключения работы ножевого ползуна при вращающемся вале Н. Иногда Н. с короткими ножами строят для упрощения рычажного типа, причем подвижной нож совершает качательное движение (фиг. 20); особенно часто Н. этого типа применяют для разрезания старых железных частей на лом, так как в этом случае малая точность реза и нечистый разрез, характеризующие эту систему, не имеют значения, а возможность дать значительный ход и возрастание силы резания по мере опускания ножа как раз и являются весьма желательными при производстве упомянутых работ.



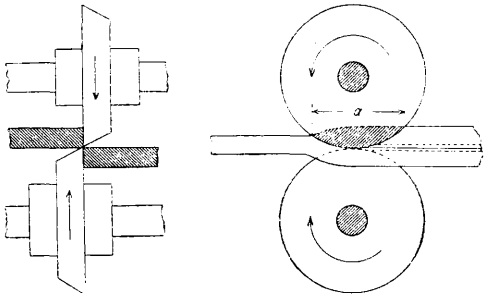
Фиг. 19.

В последнее время, в особенности для обрезки кромок и для криволинейных разрезов, широко применяются Н. с дисковыми ножами. Они строятся двух основных типов: 1) с горизонтальными осями и 2) с осями, наклоненными под углом в 45° к горизонту. При резании ножами первого типа (фиг. 21) боковые поверхности дисков трутся о поверхность среза на протяжении всей ширины *а* вхождения ножа; это обстоятельство неблагоприятно отзывается на работе ножниц, вызывая, с одной стороны, излишнюю работу трения, а с другой—мешая поворачиванию листа при криволинейных разрезах. Более выгодным с этой точки зрения является конструкция с наклонными осями дисков (фиг. 22); в этом случае каждый нож соприкасается с поверхностью разреза лишь на очень узкой площадке вдоль образующей рабочего конуса (*а*—*а*), а наименьший радиус закругления (*б*—*б*), разрезаемого без необходимости отгибать отрезаемую кромку (что является необходимым при всяком криволинейном разрезе ножами первого типа), определяется наибольшим радиусом кривизны эллипса,



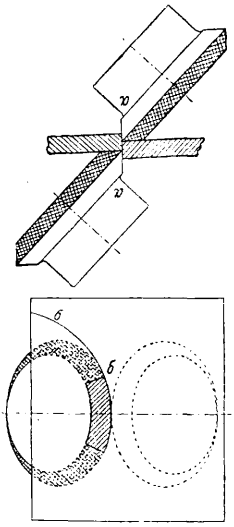
Фиг. 20.

представляющего собой проекцию режущей кромки на плоскость листа. Конструктивное выполнение дисковых Н. первого типа,

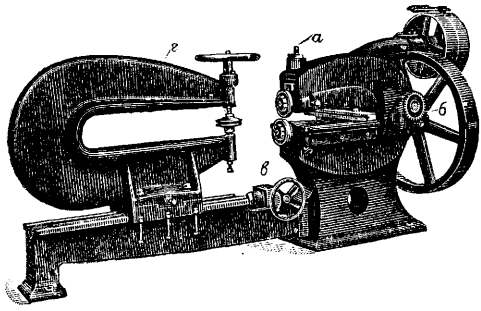


Фиг. 21.

снабженных аппаратом для вырезания круглых заготовок, изображено на фиг. 23. Установка дисковых ножей производится передвижением их подшипников, а именно: верхнего диска в вертикальном направлении при помощи шпинделя *а*, а нижнего — в горизонтальном при посредстве червячной передачи *б*. Ручной маховичок *в* служит для установки неподвижной опоры *г*, служащей для вырезания круговых заготовок. Мощные дисковые Н. второго типа изображены на фиг. 24, где *а* и *б*—дисковые ножи, *в*—опорный столик нижнего ножа, *г* — роликовый придерживатель, *д*—рукоятка для установки нижнего ножа, *е*—рукоятка от муфты, *ж*—рукоятка от коробки передач (3 скорости), *з*—рычаг для включения и выключения механич. подъема и опускания верхнего ножевого супорта, *и*—индикатор, соединенный с чертилкой, направляемой рабочим у Н. по риске разреза, и указывающий второму ра-

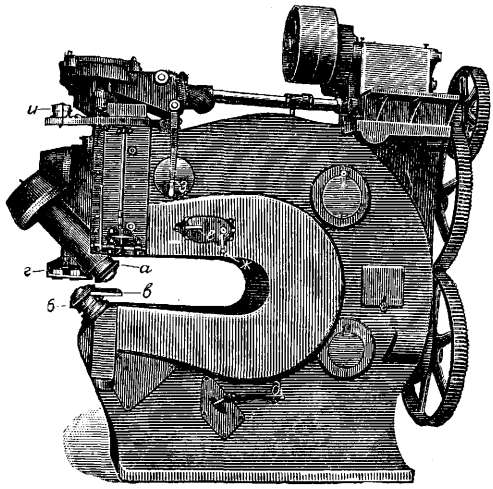


Фиг. 22.



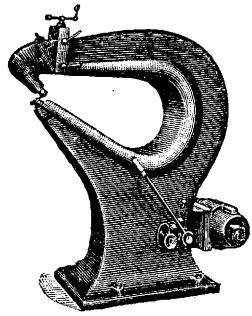
Фиг. 23.

бочему, поддерживающему и направляющему конец листа, правильно ли он подает лист и в какую сторону и насколько ему необходимо повернуть его. Н. этого типа для резки 25-*мм* листов из мягкой стали потребляют мощность около 25 HP при скорости резания около 2 *м/мин*. При наклонении всего станка или обрезаемого листа и постановке слегка



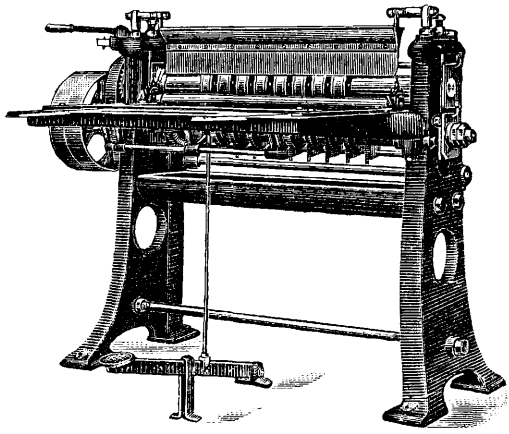
Фиг. 24.

видоизмененных ножей эти Н. пригодны и для обрезки наклонных кромок под чеканку. Небольшие Н. этого типа (фиг. 25) получили широкое распространение для обрезки штампованных из листового металла изделий, напр. частей автомобильных кузовов. Для обрезки прямолинейных кромок листов в настоящее время строятся дисковые Н., у к-рых лишь верхний подвижной нож дисковый, а нижний обыкновенный, прямолинейный. Верхний нож помещается в особой



Фиг. 25.

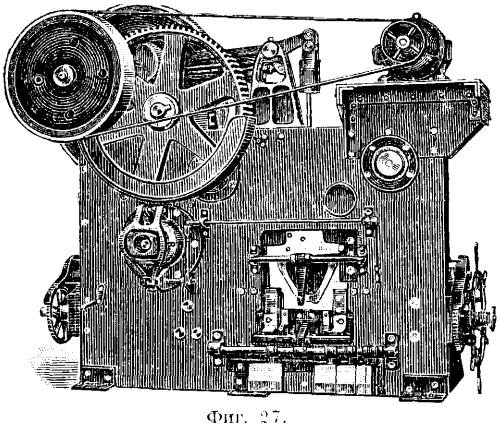
каретке, перемещаемой при посредстве цепи Галля вдоль горизонтальной балки; при



Фиг. 26.

этом нож приводится во вращение силой трения о разрезаемый материал, и т. о. производится разрез с довольно значительной ско-

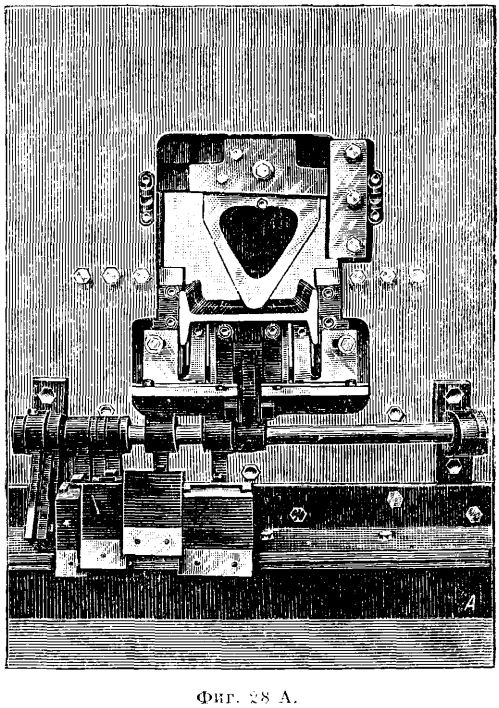
ростью. Другой разновидностью дисковых Н. являются многодисковые Н. (фиг. 26) для распускания (разрезания на полосы)



Фиг. 27.

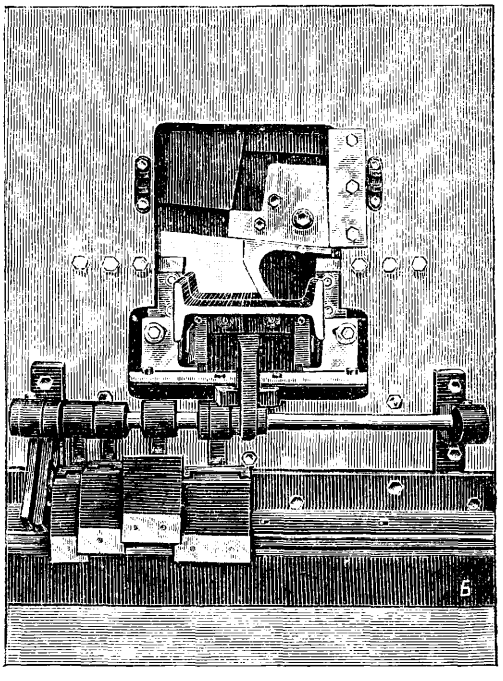
листов жести при изготовлении жестяных изделий.

Н. для резки фасонного материала. Н. этого типа отличаются от описанных выше гл. обр. устройством ножей, к-рые должны иметь форму, приближающуюся к профилю разрезаемого материала. В отличие от листовых Н., у которых лист режется постепенно, в профильных Н. стараются резать сразу по всей периферии сечения, что особенно важно для предупреждения возможности искажения профиля, неизбежного в случае постепенного разреза. Исключением из этого правила являются Н. для



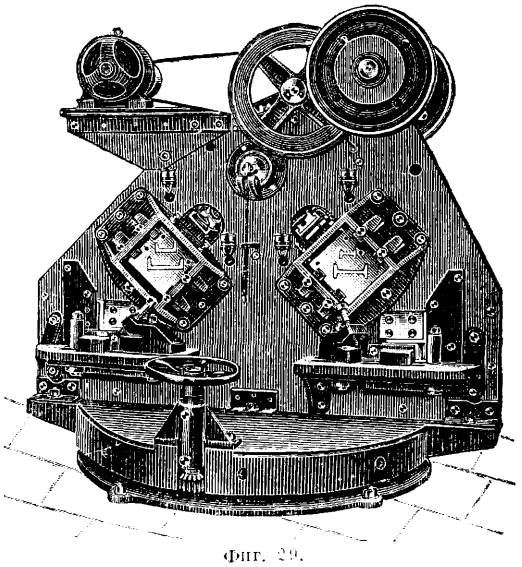
Фиг. 28 А.

ручной резки двутавровых и швеллерных балок, изображенные на фиг. 27; в Н. этой системы нижний нож устанавливают по профилю обрезаемой балки (фиг. 28 А), и верхний плоский треугольный нож сначала прорезает стенку балки, затем, совершая качательное движение вправо (фиг. 28 Б), пе-



Фиг. 28 Б.

ререзает одну полку, после чего таким же движением влево оканчивает разрез балки. Одни и те же ножницы этого типа служат

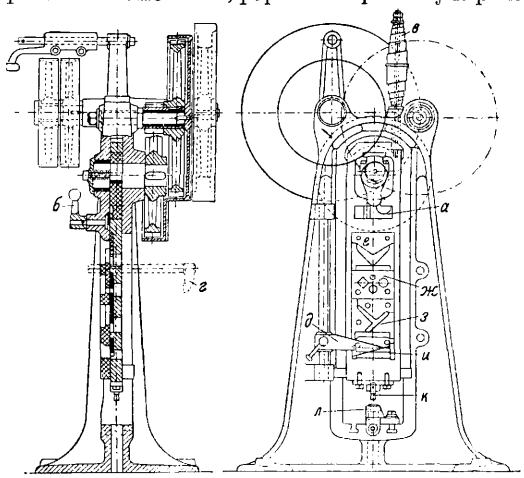


Фиг. 29.

для резки различных профилей при посредстве сменных нижних ножей (комплект средних ножей виден на фиг. 28), тогда как боковые ножи устанавливаются по ширине разрезаемого профиля при посредстве винтовых шпинделей. В этих Н. нож совершает не один разрез (т. к. в этом случае отрезаемая

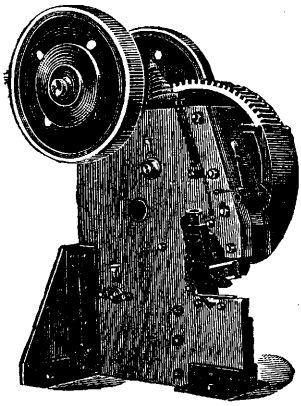
часть балки обязательно деформировалась бы), а два параллельных разреза, находящихся друг от друга на расстоянии толщины ножа, т. е. нож вырезает из балки слой, толщиной равной толщине ножа, а оба конца перерезаемой балки покоятся на неподвижных ножах.

Профильные Н. нормального типа с фасонными ножами, форма отверстий у к-рых



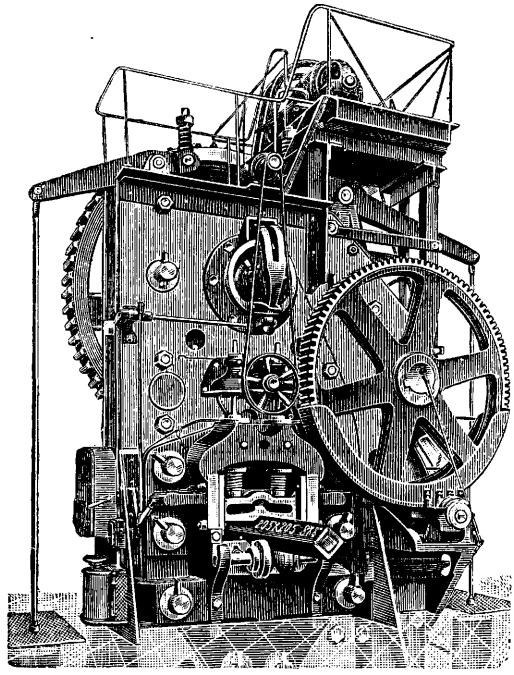
Фиг. 30.

соответствует разрезаемому профилю, изображены на фиг. 29; эти Н. снабжены двумя ползунами, каждый из к-рых несет по одному сменному ножу для материалов сложных профилей (двутаврового, швеллерного и т. п.) и по одному ножу для резки углового, таврового (за два приема) и углобимсового железа как под прямым, так и под любым косым углом. Салазки двигаются под углом в 45° к горизонту таким образом, что для резки под углом достаточно поворачивать разрезаемый материал в горизонтальной плоскости. Изображенные на фиг. 29 Н. монтированы на поворотном круге, что является особенно удобным при работах в тесных или загроможденных мастерских мостовых и судостроительных цехов.



Фиг. 31.

Н. для резки сортового (круглого, квадратного и полосового) железа строятся двух типов: 1) с фасонными ножами, как и для профильного железа (фиг. 30, где *а*—опора толкача, передвигаемая рычагом *б* для выключения ползуна, *в*—пружина, уравновешивающая вес ползуна, *г*—передвижная упорка, *д*—придерживатель, *е*—нож для углового железа, *ж*—то же для круглого и квадратного железа, *з*—то же для таврового, *и*—то же для полосового, *к* и *л*—пуансон и матрица для пробивки отверстий), и 2) с обыкновенными прямыми ножами (фиг. 31). Н. последнего типа дают не такой чистый разрез, как предыдущие, но отличаются бо́льшей универсальностью и производительностью, а потому и применяются обычно в прокатных цехах сталеделательных з-дов.



Фиг. 32.

Для резки болванок и заготовок в холодном состоянии применяются особо мощные Н. с закрытым зевом и с прямыми или фасонными ножами (фиг. 32); такие Н. режут квадратные заготовки до 220—200 *мм* или плоские до 650—100 *мм* при 6 резах в мин. и расходе мощности в 95 HP.

Лит.: Hülle F. W., Die Werkzeugmaschinen, 4 Aufl., B. 5, Berlin, 1919; Luegers Lexikon d. gesamten Technik, 3 Aufl., B. 5, Berlin—Leipzig; Machinery's Encyclopedia, v. 5, New York, 1917—25; «St. u. E.»; «Werkstattstechnik», Berlin; «Werkzeugmaschine», Berlin.

Н. в прокатном деле. В прокатных мастерских применяют Н. трех типов: рычажные, прессовые и автоматические.

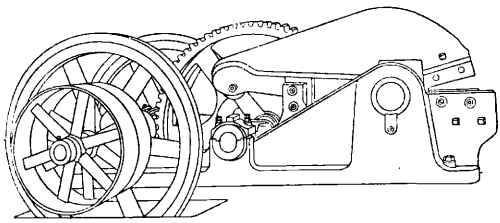
Рычажные Н., применяемые для обрезки во время прокатки плохих концов, располагают у клетей прокатных станов. Приводятся они в движение иногда от руки, но б. ч. непосредственно от стана. Число ходов (качаний) у подобных ножниц достигает 120 в минуту. Более крупные рычажные ножницы приводятся в движение от трансмиссии или от мотора (фиг. 33). В табл. 1 указаны характерные данные рычажных Н. при разрезке в холодном состоянии квадратного и плоского железа.

Прессовые (эксцентриковые) Н. применяются нормальных конструкций, описанных выше (в общей статье). Тяжелыми Н. с закрытой станиной можно разрезать болванки самых больших размеров При разрезании ножи перемещаются параллельно

Табл. 1.—Основные размеры рычажных Н.

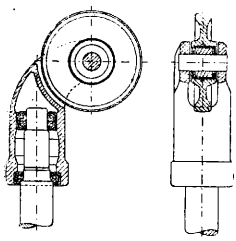
Сечение при разрезке в холодном сост. в *мм*		Длина ножей в *мм*	Число ходов в мин.	Мощность мотора в IP	Прибл. вес без мотора в *т*
квадратное	плоское				
32 ×32	25,4×103	203— 380	65—80	5	2,4
44,5×44,5	25,4×127	210— 610	35	10	4,9
50,8×50,8	25,4×152	254— 610	30	12,5	5,8
57 ×57	25,4×178	254— 760	25	15	9,4
70 ×70	38 ×203	300— 760	20	20	11,2
95 ×95	44,5×356	400— 760	18	40	22,4
127 ×127	76 ×304	460—1 065	14	75	48,0
165 ×165	101 ×609	610—1 110	12	125	100,0

самим себе либо сверху вниз (подвижной верхний нож) либо снизу вверх (подвижной нижний нож). Приводятся в движение ножницы гидравлически или от электромотора, иногда же для усиления мощности Н. применяется паро-гидравлич. привод. Н. обычно имеют механически переставляемый упор



Фиг. 33.

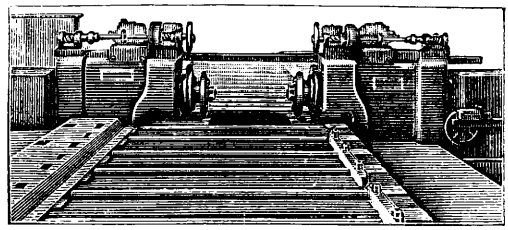
для разрезки на определенные длины. Ножницы для листового металла строятся обычно гильотинного типа и отличаются длиною ножей, достигающей 2 *м* и более. Для облегчения обслуживания Н. и передвигания листов в пределах рабочего поля Н. устанавливают т. н. гусиные шейки. Гусиные шейки представляют собой вертикальные стальные стойки, заделанные нижним концом в пол и несущие на верхнем конце легко подвижный ролик (фиг. 34), который вращается в поворотной вилке; верх ролика лежит в одной горизонтальной плоскости с верхней кромкой нижнего ножа Н. Гусиные шейки устанавливаются в очень большом количестве так, чтобы, с одной стороны, между ними могли свободно двигаться обслуживающие Н. рабочие, а с другой—чтобы листы, опорой для к-рых и служат гусиные шейки, не могли провалиться между ними. С целью облегчить обрезку кромок и избежать установки гусиных шеек, иногда применяют дисковые (циркулярные) Н. (фиг. 35), располагаемые на продолжении рольганга. Подобные Н. дают возможность обрезать одновременно обе кромки листа, при помощи двух отдельных Н., установленных на особых станинах, к-рые могут передвигаться и устанавливаться на нужную ширину листа при помощи мотора. Привод Н. и установка станины производятся от раздельных моторов. Для разрезки сутунки применяются Н. закрытой или открытой



Фиг. 34.

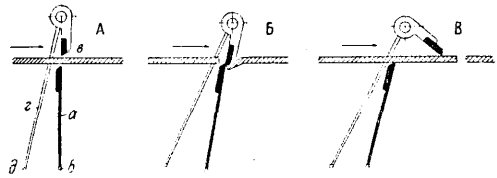
конструкции с ножами, расположенными в плоскости рамы, отличающиеся от обычных устройством т. н. фрикционных роликов, автоматически подающих полосу для разрезки. Фрикционные ролики состоят из двух роликов, из к-рых нижний, имеющий неподвижную ось вращения, приводится в движение от какого-нибудь двигателя (обычно от привода Н.), верхний же прижимается к нижнему при помощи пружин или гидравлически; так. обр. захватываемая роликами сутунка подводится к ножам ножниц.

Автоматические Н. Все увеличивающаяся производительность и скорость прокатных станов вынудили изыскать способы быстрой разрезки, как во время процесса прокатки при переходе от одной линии к другой, так и после прокатки немедленно по выходе готового продукта из валков. Осуществляется это при помощи автоматически действующих Н. Автоматические ножницы существуют двух типов: качающиеся и вращающиеся, разрезающие полосу на ходу, или, как говорят американцы, «на лету», почему такие Н. и получили название летучих Н. Сюда относятся качающиеся Н. Эдварса, применяемые при непрерывных станах для разрезки заготовки. Основная идея устройства этих Н. заключается в укреплении нижнего ножа в раме



Фиг. 35.

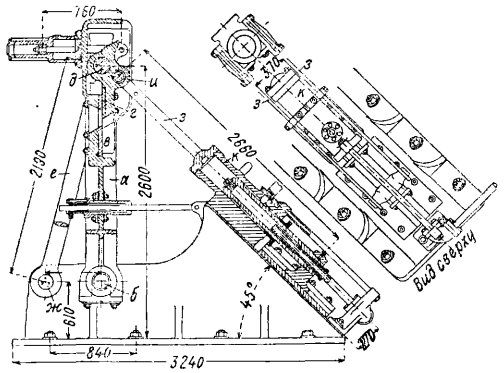
а (фиг. 36), качающейся вокруг оси *б*; верхний нож *в*, шарнирно соединенный с ползуном, двигающимся в направляющих рамы *а*, приводится в движение тягой *г*, качающейся вокруг неподвижной оси *д*. В исходном положении (фиг. 36 А) материал свобод-



Фиг. 36.

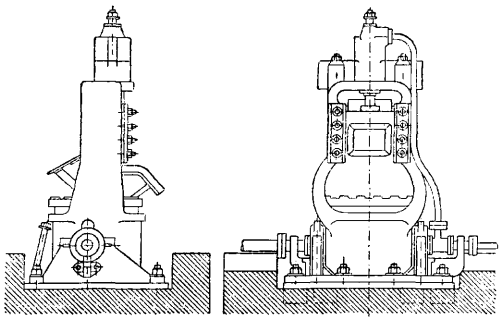
но проходит между ножами; при отклонении обеих рам в сторону движения материала верхний нож опускается на нижний (фиг. 36 Б) и разрезает заготовку; после чего, отклоняя верхний нож, как показано на фиг. 36 В, мы можем при непрерывно двигающемся материале отвести Н. обратно в исходное положение. Конструкция этих Н. показана на фиг. 37. Рама *а* может качаться вокруг

горизонтальной оси *б*. Внутри рамы имеются два ножа: нижний неподвижный *в* и верх-



Фиг. 37.

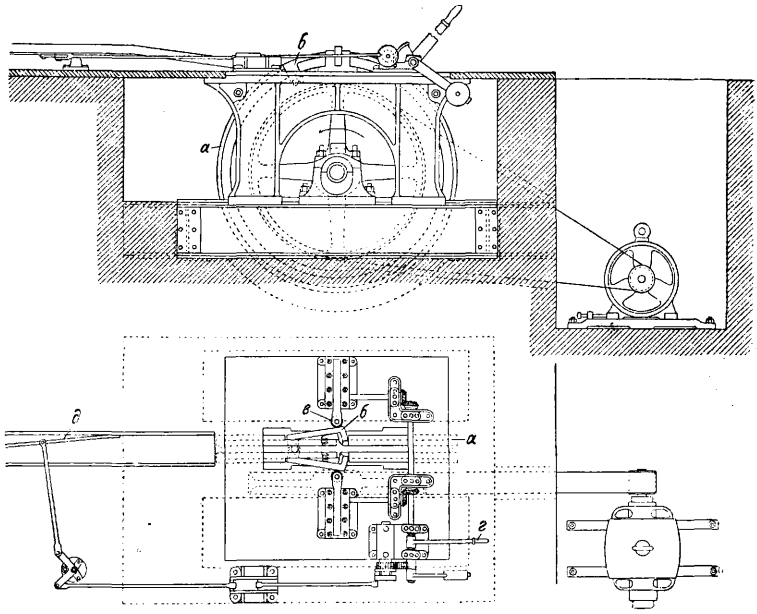
ний подвижный *г*, могущий поворачиваться вокруг оси *д*, связанной в свою очередь



Фиг. 38.

тягой *е* с осью *ж*. Подвижный нож *г* тягами *з*, соединенными с осью *и*, связан с поршнем гидравлич. цилиндра *к*. Когда поршень гидравлическ. цилиндра двигается вниз, то он увлекает за собой раму *а*, которая поворачивается вокруг оси *б*; одновременно, вследствие того, что направление усилия тяг *з* проходит выше оси вращения *д*, верхний нож *г* прижимается к нижнему. Вместе с рамой увлекается верхний нож *г*, который опускается под действием тяги *е* и, двигаясь вперед вместе с рамой, разрезает прокатываемую полосу. При обратн. ходе поршня прежде всего отклонится вправо верхний нож, поворачиваясь около оси *д*, что дает возможность прокатываемой полосе проходить свободно между ножами. При дальнейшем движении поршня рама *а* повернется и займет свое первоначальное положение. Скорость движения ножей в направлении движения разрезаемого материала должна быть равна скорости движения полосы при выходе из валков. Скорость же движения поршня должна соответствовать выбранной длине, на которую должна разрезаться полоса. Другая конструкция качающихся Н., получивших большее распространение в Зап. Европе, изображена на фиг. 38. Эти Н. также состоят из вертикальной рамы, поворачивающейся около горизонтальной оси. Разница с ранее описанными Н. состоит в том, что верхний нож приводится в действие от парового цилиндра, сидящего наверху качающейся рамы; при работе рама Н. наклоняется в сторону движения полосы и в момент, когда передний конец последней соприкасается с особым выступом на Н.,—открывается парозапорный клапан цилиндра. Поршень этого цилиндра при посредстве штока приводит в действие верхний нож, причем последний, по прекращении действия на него пара, быстро перемещается назад. Отрезанная заготовка падает, и рама вследствие действия пружины быстро приходит в первоначальное положение. Отдельные движения Н. этого типа происходят очень быстро. Разрез получается ровный и гладкий. Указанные конструкции автоматич. Н. применяются для разрезки заготовки сечения от 20×20 *мм* до 50×50 *мм* при скорости прокатки или поступательного движения прокатанной полосы к Н. до 3 *м* в ск. Для разреза полос мелкосортного железа на разную длину и при разной скорости прокатки применяются т. н. вращающиеся Н.

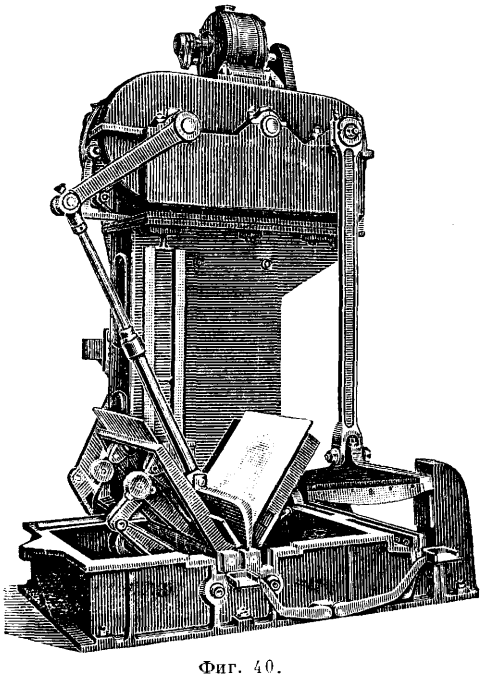
Вращающиеся Н. состоят из вращающегося диска *а* (фиг. 39), окружная скорость которого равна скорости выхода прокатанной полосы из последней клети валков, т. е. 5—8 и более *м* в ск. Ножницы снабжены направляющей трубкой. В одном или



Фиг. 39.

нескольких местах диска (можно в трех) находятся укрепленные на шарнирах подвиж-

ные ножи *б*, которые помещены в особых захватах и при помощи пружин стремятся раздвинуться, так что всегда имеется свободный проход для прокатанной полосы. При поворачивании диска эти ножи двигаются между роликами *в*, расстояние между которыми устанавливают при посредстве рычага *г* т. о., что ножи доходят один до другого



Фиг. 40.

и даже заходят один за другой. Разрезка происходит в 0,1 ск. После разрезки полоса особой стрелкой *д* автоматически направляется в различные канавки, так что всякая следующая часть прокатанной полосы находится в другой канавке. Н. приводятся в движение непосредственно от прокатного стана или от отдельного электромотора; ножи ножниц должны находиться на уровне пола или рольганга. При холостом ходе Н. потребляют 3—4 HP; при разрезывании нагретого круглого железа диам. 15 *мм*—расход мощности 7 HP, при разрезывании этого железа в холодном состоянии—9 HP. При производстве по европ. способу кровельного железа и жести применяются т. н. дублеры, задачей которых является не только обрезать короткие концы, но и плотно согнуть вдвое раскатанные красные листы. В последнее время появились автоматич. дублеры (фиг. 40), к-рые значительно упрощают работу и облегчают труд рабочего; лист кладется на стол дублера без предварительного сгибания листа, затем лист сгибается поворачивающимися половинами стола, причем средняя часть его удерживается в сгибе особым ножом. По достижении листом настолько сильного загиба, что не имеется опасности выскальзывания его из сгибающих щек, нож быстро отводится кверху, и лист сгибается до соприкосновения обеих половин, подводится под находящиеся с правой стороны дублера Н. и обрезается.

Лит.: Браун Е., Дыропробивные прессы, ножницы и вальцовочные станки, СПБ, 1908; Тиме И., Справ. книга для горных инж. и техников (с атласом чертежей), 2 изд., СПБ, 1899. **В. Щировский.**

НОМЕРАЦИЯ ПРЯЖИ, нумерация пряжи служит для характеристики толщины (или тонины) пряжи. В виду сложности и недостаточности непосредственного замера диаметра пряденой или крученой нити толщина ее определяется взвешиванием и характеризуется или длиной определенного ее весового количества или весом отрезка пряжи определенной длины. Соответственно существует два принципа построения систем номерации пряжи. В первом случае номер пряжи выражается отношением $N = \frac{L}{P}$, а во втором $N_1 = \frac{P}{L}$, где N—искомый номер пряжи, N_1—искомый номер, или титр, пряжи, L—длина исследуемого отрезка пряжи, P—вес исследуемого отрезка пряжи. Первый принцип положен в основу при построении систем Н. п. для всех наиболее распространенных прядильных материалов (хлопок, шерсть, лен и др.), а по второму построены системы номерации, или титрования, пряжи только для шелка как натурального, так и искусственного. Т. о. в первом случае чем нить (пряжа) тоньше, тем выше номер, а во втором—наоборот. Насчитывают около 30 различных систем Н. п., которые применяются в разных странах для различных прядильных материалов. Эти системы различаются между собой гл. обр. мерами веса и длины, к-рыми выражаются величины L и P из вышеприведенной ф-лы. Соответственно системы и называются английская, метрическая и т. п.

Для хл.-бум. пряжи почти общепринятой является англ. система Н. п. По этой системе за единицу веса принят 1 англ. фн., а за единицу длины 1 моток, или петинка, длиной в 840 ярдов. Моток состоит из 7 пасм по 80 ниток каждая с общей длиной в 120 ярдов.

$$N_{англ.} = \frac{L}{P},$$

где L—длина пряжи в мотках по 840 ярдов, P—вес пряжи в англ. фн. Это значит, что номер пряжи по этой системе обозначается числом мотков, приходящихся на 1 англ. фн., напр. 32 мотка по 840 ярдов пряжи № 32 весят 1 англ. фн. Во французской системе Н. п. для хл.-бум. пряжи номер обозначается числом мотков по 1 000 *м* каждый, приходящихся на 500 *г*. Для льна, пеньки и джута в СССР принята английская система Н. п., где за единицу длины принята 1 пасма = 300 ярдов и за единицу веса 1 англ. фн. В русской системе Н. п. для льна, пеньки и джута единицей длины служит 1 талька = 12 пасмам = 3 600 ярдам, а единицей веса $^1/_3$ пуда, так что в окончательном итоге номерация пряжи по этой системе получается тождественной с английской.

Для шерстяной аппаратной или кардной пряжи в СССР применяются следующие системы Н. п.: 1) английская, где номер определяется числом мотков по 560 ярдов, приходящихся на 1 англ. фн.; 2) русская, где номер определяется числом мотков по 1 000 арш., приходящихся на 1 русский фн. Раз-

личие систем Н. п. создает целый ряд неудобств в торговых сношениях между странами, вследствие чего на международных конгрессах в Вене, Брюсселе, Турине и Париже (1873—1878 годы) принята универсальная система Н. п., употребительная для всех прядильных волокон во всех странах,— это метрическая или международная система Н. п. По этой системе номер равен числу мотков по 1 000 *м*, приходящихся на 1 *кг*; в частности, камвольная пряжа номеруется преимущественно по метрич. системе Н. п. В табл. 1 приведено соотношение различных систем Н. п.

Табл. 1.—Соотношение различных систем номерации пряжи.

Метрическая	Английская			Французская	Русская	
	хл.-бум.	льнян.	шерсть кардная		шерсть кардная	льняная
1	0,590	1,65	0,886	0,5	0,576	1,65
1,693	1	2,8	1,5	0,847	0,976	2,8
0,606	0,358	1	0,536	0,303	0,345	1
1,129	0,667	1,86	1	0,565	0,650	1,86
2	1,180	3,30	1,772	1	1,152	3,30
1,737	1,025	2,867	1,538	0,869	1	2,867

Определение номера крученой пряжи основано на тех же принципах, что и для обычной, но обозначение номеров делается в виде дроби, где в числителе ставится номер одиночной нити, взятой для кручения, а в знаменателе число одиночных нитей в данной пряже, напр. крученая пряжа № 32/2 обозначает, что скручено 2 нити пряжи № 32.

Если скручивается пряжа разных номеров, то номер крученой пряжи, если пренебречь усадкой при кручении, получается по ф-ле:

$$\frac{1}{N}=\frac{1}{N_1}+\frac{1}{N_2}+\frac{1}{N_3}+\cdots+\frac{1}{N_n},$$

где N—искомый номер крученой пряжи, N_1, N_2, N_3, ..., N_n—номера скручиваемых пряж, т. е. обратный номер крученой пряжи равен сумме обратных номеров одиночных пряж, напр. если скручивается пряжа № 20 и № 30, то

$$\frac{1}{N}=\frac{1}{20}+\frac{1}{30}=\frac{50}{600},\ \text{откуда}\ N=\frac{600}{50}=12.$$

Системы номерации, или титрования, шелка, как мы уже указывали, основаны на другом принципе. Здесь титр (номер) представляет собой вес мотка известной длины. При этом как вес, так и длина принимаются в различных мерах и величинах, в связи с чем и существуют разные системы титрования шелка гл. обр. местного значения. Общепринятым является легальный, или новый интернациональный, титр, где за единицу веса принято одно *денье* (см.), равное 0,05 *г*, а за единицу длины—моток в 450 *м*. В старом интернациональном титре при той же единице веса за единицу длины принят моток в 500 *м*. Соотношение между различными титрами таково:

Легальный, или интернациональный	1
Старый интернациональный	1,111
» турецкий	0,992
» миланский	1,035
» французский	0,996
» лионский	1,046

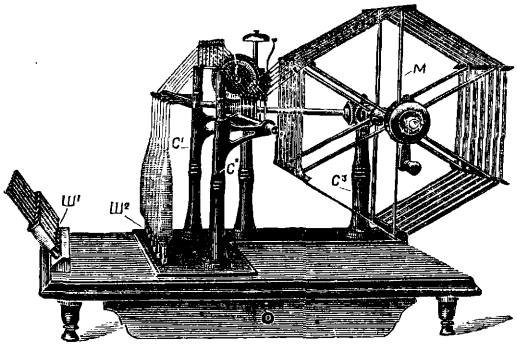
Важнейшие системы Н. п. и титрования шелка приведены в табл. 2.

Табл. 2.—Важнейшие системы номерации пряжи и титрования шелка.

Род материала пряжи	Система Н. п.	Что выражает собой номер пряжи	Сколько *м* пряжи №1 приходится на 1 *г*	Сколько *г* весит 1 *м* пряжи №1
Хлопок	Английская	Число петинок по 840 ярд.=768 *м* в 1 англ. фн.=453,6 *г*	1,671	0,590
»	Французская	» мотков по 1 000 *м* в 0,5 *кг*	2,0	0,5
»	Метрическая	» » » 1 000 *м* в 1 *кг*	1,0	1,0
Лен, льняные очески	Английская	» пасм по 300 ярд.=274,3 *м* в 1 англ. фн.=453,6 *г*	0,667	1,653
Тот же	Французская	» мотков по 1 000 *м* в 0,5 *кг*	2,0	0,5
Пенька	Английская	» пасм по 300 ярд.=274,3 *м* в 1 англ. фн.=453,6 *г*	0,667	1,653
Джут	»			
Рами	»			
»	Немецкая	» мотков по 500 *м* в 0,5 *кг*	1,0	1,0
Шерсть кардная	Метрическая	» » по 1 000 *м* в 1 *кг*	1,0	1,0
» »	Прусская	» » по 2 200 берлинских локтей=1 467 *м* в 1 фн. там. союза = 0,5 *кг*	2,934	0,341
» »	Саксонская	» мотков по 800 лейпц. локтей=452,8 *м* в 1 фн. там. союза=0,5 *кг*	0,905	1,104
» »	Английская	» мотков по 560 ярд.=512 *м* в 1 англ. фн.=453,6 *г*	1,129	0,885
Шерсть камвольная	Метрическая	» мотков по 1 000 *м* в 1 *кг*	1,0	1,0
» »	Английская	» мотков по 560 ярд.=512 *м* в 1 англ. фн.=453,6 *г*	1,129	0,885
Шевиот	»			
Могер, альпака, верблюжья и др.	»			
Шерсть искусств.	Прусская	» мотков по 2 000 берл. локтей=1 333,3 *м* в 1 фн. там. союза = 0,5 *кг*	2,666	0,375
»	Метрическая	» мотков по 1 000 *м* в 1 *кг*	1,0	1,0
Шелк, пряжа, органзин, трам	Легальная	» *г* в мотке длиной в 9 000 *м*	9 000	0,000111
Тот же	Туринская	» денье (вес мотка в 476 *м*)	8 920,5	0,000112
Шапп	Метрическая	» мотков по 1 000 *м* в 1 *кг*	1,0	1,0
»	Английская	» мотков по 840 ярд.=768 *м* в 1 англ. фн.=453,6 *г*	1,671	0,590
Буретт	Метрическая	» мотков по 1 000 *м* в 1 *кг*	1,0	1,0
Искусственный шелк	Легальная	» *г* в мотке длиной в 9 000 *м*	9 000,0	0,000111
» »	Метрическая	» мотков по 1 000 *м* в 1 *кг*	1,0	1,0

Определение номера пряжи производится взвешиванием отмеренной определенной дли-

ны пряжи, для чего служат приборы: 1) пробное мотовило и 2) весы для пряжи. Отмеривание длины производится на мотовиле, периметр которого различен для пряжи разных волокон. Как видно из фиг., мотовило



состоит из деревянной подставки, на которой имеется устройство (гнезда или шпинделя) $Ш_1$ и $Ш_2$ для размещения шпуль или початков, с которых разматывается пряжа. На стойках C_1 и C_2 помещены планки со стеклянными глазками, направляющие нить. Стойка C_3 поддерживает мотовило M, которое состоит из шести пар стержней с поперечными пластинками, расположенных звездообразно вокруг своей оси. Эти поперечные пластинки образуют шестиугольник, периметром к-рого и определяется длина наматываемой нити. Мотовило приводится во вращение с помощью рукоятки через пару конических шестерен на конце своего вала и передает вращение червяку; последний соединен со счетчиком оборотов мотовила. Для хл.-бум. пряжи применяется мотовило с периметром в 1,5 ярда: звонок счетчика отстукивает каждые 80 оборотов этого мотовила, к-рые дают одну пасму в 120 ярдов; по весу ее с помощью вышеуказанной ф-лы обычно и определяется № пряжи. Приборы для взвешивания пряжи, где номер пряжи получается без всяких вычислений прямым показанием стрелки на шкале,—см. *Весы для пряжи*.

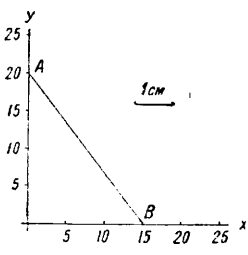
Лит.: Федоров С. А., Об испытании пряжи, Определение достоинства пряжи и техническая оценка ее как товара, Москва, 1897; Архангельский А. Г., Волокна, пряжа, ткани, Москва, 1914; Коробанов А., Насекин Н. и Смирнов К., Крутильное и ниточное производство, Иваново-Вознесенск, 1927.

А. Великовский.

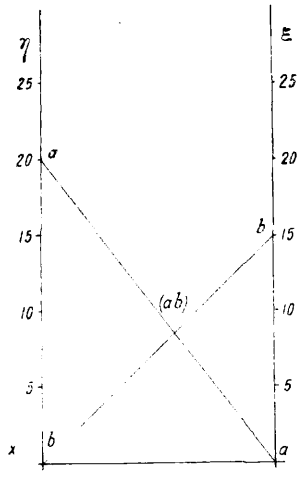
НОМОГРАФИЯ, *совокупность метод в* графич. построений, выявляющих данные функциональные зависимости переменных друг от друга. Совокупность геометрических элементов (отрезков, точек и т. п.), служащих для определения функциональной зависимости переменных, называется номограммой, или абаком. В зависимости от того, располагаются ли все элементы номограммы на нек-рой кривой (в частности на прямой), плоскости или в пространстве, номограммы бывают линейные (прямолинейные), плоские и пространственные. По характеру геометрич. элементов, служащих для построения номограммы, последние состоят либо из системы помеченных точек либо из системы помеченных линий; в последнем случае иногда каждой переменной соответствует свое особое семейство кривых (прямых), совокупность которых образует т. наз. сетку номограммы. Обычно данная ф-ия переменных может быть представлена как системой точек, так и системой кривых (прямых), причем между ними существует нек-рое однозначное соответствие. Рассмотрим в качестве примера следующий случай. Пусть имеется ур-ие:

$$\frac{x}{15} + \frac{y}{20} = 1. \qquad (1)$$

В прямоугольных декартовых координатах последнее ур-ие представится графически в виде прямой, отсекающей на оси x-ов отрезок, равный 15, а на оси y-ов отрезок, равный 20, причем каждому определенному значению x, удовлетворяющему (1) и представленному нек-рым помеченным отрезком на оси x-ов, соответствует нек-рый помеченный отрезок на оси y-ов. Т. о. данный график в декартовых координатах представляет собою номограмму, состоящую из системы помеченных отрезков прямой. Вместо осей x-ов и y-ов можно однако взять две параллельные прямые ξ и η с нанесенными на них делениями, так чтобы прямая ξ соответствовала оси x-ов, а прямая η оси y-ов. Тогда точке A на оси y-ов (фиг. 1), имеющей ординату 20 и абсциссу 0, соответствует на фиг. 2 прямая aa, соединяющая деление 20 прямой η с делением 0 прямой ξ; точно так же точке B, находящейся на оси x-ов (фиг. 1), соответствует прямая bb фиг. 2. Таким обр. всей прямой AB фиг. 1 соответствует точка (ab) на фиг. 2, получившаяся от пересечения прямых aa и bb. Нетрудно видеть, что точкам, лежащим на одной и той же



Фиг. 1.

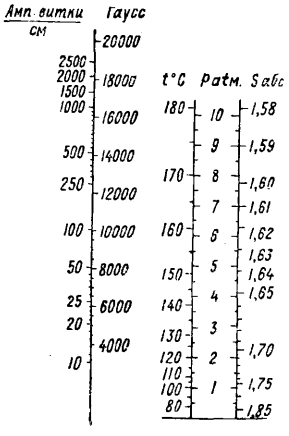


Фиг. 2.

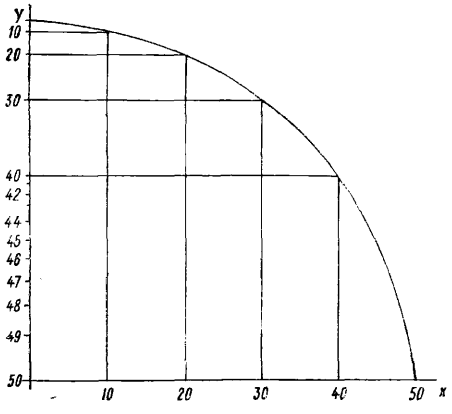
прямой фиг. 1, соответствует пучок прямых, проходящих через одну и ту же точку на фиг. 2, и что параллельным прямым фиг. 1 соответствуют на фиг. 2 точки, расположенные на прямой, параллельной прямым ξ и η. Т. о. для данной системы помеченных отрезков может быть построена соответствующая система помеченных точек, и наоборот.

На практике чаще всего применяются графики, построенные в декартовых координатах, т. е. применяющие систему помеченных отрезков. В технике особенно часто этот способ применяется в тех случаях, когда аналитич. выражение функциональной зависимости переменных неизвестно,

а дана лишь экспериментальная зависимость нек-рых частных значений переменных; таким способом вычерчивается напр. кривая намагничивания в электротехнике, кривая JS в термодинамике и т. д. В Н. однако применяются также и другие методы графич. представления функциональной зависимости переменных друг от друга. Так, для ф-ии $y=f(x)$ помимо обычного представления ее в виде кривой в декартовых координатах м. б. применен еще и следующий способ графич. изображения. Взяв произвольную прямую x и нанеся на нее в данном масштабе ряд натуральных чисел, получим т. н. натуральную шкалу. Отметив затем у каждого деления соответствующее числовое значение переменной y, получим т. н. двойную шкалу, к-рая и представляет графически данную функциональную зависимость y от x. При помощи интерполирования можно с достаточной точностью найти значения y и для промежуточных значений x. В качестве примера приведена на фиг. 3 двойная шкала, определяющая зависимость между магнитной индукцией (в гауссах) и числом ампер-витков на *см* для листового железа. Обычное графич. представление таких зависимостей обладает тем преимуществом, что оно более наглядно, чем двойная шкала, но зато последняя, пользуясь только одним вместо двух размеров, занимает меньше места и представляет больше удобств для отсчетов.

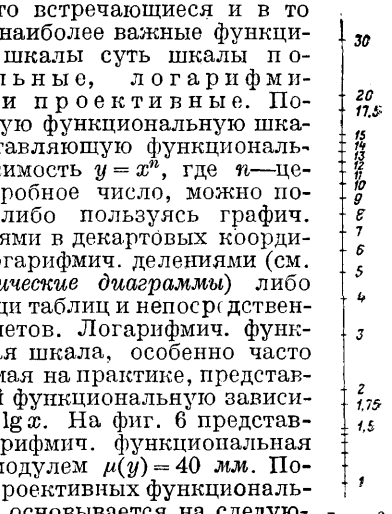


Фиг. 3. Фиг. 4.



Фиг. 5.

Если имеются две функции одной и той же переменной $xy=f_1(x)$ и $z=f_2(x)$, то аналогичным способом можно построить тройную шкалу. На фиг. 4 приведена например тройная шкала, выражающая взаимозависимость давления насыщенного пара воды (в *atm*), его темп-ры (в °C) и его энтропии (в абс. единицах). Пусть имеется кривая $y=f(x)$, построенная в декартовых координатах (фиг. 5). Если на оси y-ов нанести деления, соответствующие натуральным значениям x, не нанося значения y, то получится т. н. функциональная шкала. Если затем на последней нанести еще и соответствующие значения y, то очевидно получится двойная шкала. Деления обычной логарифмич. линейки представляют собой функциональную шкалу. Модулем, или масштабом, $\mu(y)$ функциональной шкалы $y=f(x)$ называется число единиц длины (*мм* или *см*), содержащихся в отрезке, соответствующем единице переменной y. Наиболее часто встречающиеся и в то же время наиболее важные функциональные шкалы суть шкалы потенциальные, логарифмические и проективные. Потенциальную функциональную шкалу, представляющую функциональную зависимость $y=x^n$, где n—целое или дробное число, можно построить, либо пользуясь графич. построениями в декартовых координатах с логарифмич. делениями (см. *Логарифмические диаграммы*) либо при помощи таблиц и непосредственных подсчетов. Логарифмич. функциональная шкала, особенно часто применяемая на практике, представляет собой функциональную зависимость $y=\lg x$. На фиг. 6 представлена логарифмич. функциональная шкала с модулем $\mu(y)=40$ *мм*. Построение проективных функциональных шкал основывается на следующих началах. Пусть имеются на прямой d_1 точки A_1, B_1, C_1, D_1 и на прямой d_2 точки A_2, B_2, C_2, D_2, причем пусть имеет место равенство



Фиг. 6.

$$\frac{A_1C_1}{B_1C_1}:\frac{A_1D_1}{B_1D_1}=\frac{A_2C_2}{B_2C_2}:\frac{A_2D_2}{B_2D_2}. \qquad (2)$$

Обусловливаемая этим равенством зависимость точек называется проективной. Графически проективная зависимость м. б. получена следующим образом. Передвинем совокупность точек A_1, B_1, C_1, D_1 по d_1 и совокупность точек A_2, B_2, C_2, D_2 по d_2 до совпадения точек A_1 и A_2 с точкой пересечения прямых d_1 и d_2. Взяв затем произвольную точку P, называемую центром перспективы, нетрудно усмотреть, что прямые PB_1, PC_1, PD_1 пересекут при их продолжении прямую d_2 как раз в точках B_2, C_2, D_2, удовлетворяющих соотношению (2).

Если на прямой d_1 взять начало отсчета O_1 и обозначать отрезки O_1A_1, O_1B_1, O_1C_1,... через y_1, y_2, y_3,... и аналогичные расстояния от какого-либо начала O_2 на оси d_2 обозначать через z_1, z_2, z_3,..., то между соответствующими расстояниями y и z существует соотношение:

$$y=\frac{kz+p}{mz+n}, \qquad (3)$$

где k, p, m, n суть нек-рые постоянные. Отсюда следует, что если на прямой d_2 нанести функциональную шкалу $z=f(x)$ и

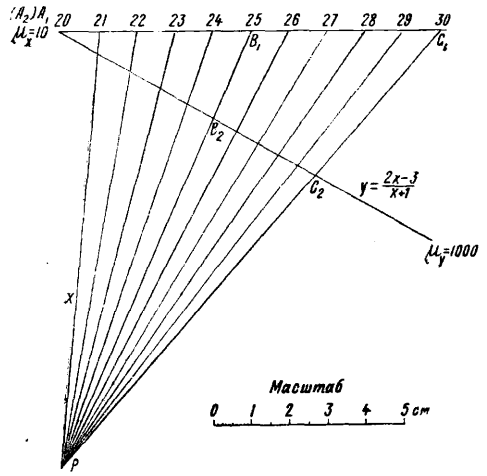
спроектировать ее из какого-либо центра на прямую d_1, то получится функциональная шкала для ф-ии:

$$y = \frac{kf(x) + p}{mf(x) + n}. \qquad (4)$$

Рассмотрим в качестве примера построение функциональной шкалы для ф-ии

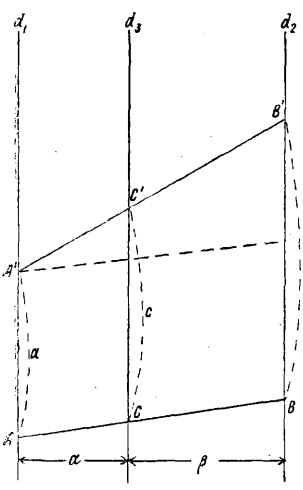
$$y = \frac{2x-3}{x+1} \qquad (5)$$

в пределах изменения x от 20 до 30. Взяв ось x-ов, нанесем на нее деления с модулем $\mu(x) = 10$ *мм* от 20 до 30 (фиг. 7). Возьмем



Фиг. 7.

на этой же оси две произвольные точки, напр. B_1 (25) и C_1 (30), и найдем подсчетом из (5) соответствующие значения для y, а именно B_2 (1,808) и C_2 (1,839). Значению же A_1 (20) соответствует значение A_2 (1,762). Таким образом отрезку A_1B_1 на оси x-ов соответствует отрезок $1{,}808 - 1{,}762 = 0{,}046$ на оси y-ов, отрезку A_1C_1 соответствует отрезок $1{,}839 - 1{,}762 = 0{,}077$. Проведем через A_1 прямую y и отложим на ней в определенном масштабе точки B_2, C_2, определенные вышеупомянутыми величинами. В данном случае удобно взять масштаб $\mu(y) = 1\,000$. Тогда $A_1B_2 = 1000 \times 0{,}046 = 46$ *мм* и $A_1C_2 = 1\,000 \times 0{,}077 = 77$ *мм*. Проведя прямые B_1B_2 и C_1C_2 до их взаимного пересечения, получим центр перспективы P. Соединив затем P со всеми делениями оси x-ов и найдя пересечения этих прямых с осью y-ов, получим на последней искомую функциональную шкалу.



Фиг. 8а.

Для номографич. представления ф-ии нескольких переменных применяются часто несколько параллельных функциональных шкал в зависимости от числа переменных. Пусть имеется ф-ия

$$z = mx + ny. \qquad (6)$$

Пусть далее имеются три параллельные прямые d_1, d_2, d_3, которые пересекаются двумя прямыми AB и $A'B'$ (фиг. 8а), из к-рых первую будем считать неподвижною, а вторую меняющею свое положение. Если обозначить расстояние между d_1 и d_3 через a, а расстояние между d_2 и d_3 через β, то имеем:

$$\frac{b-c}{\beta} = \frac{c-a}{a}, \qquad (7)$$

где $a = AA'$; $b = BB'$; $c = CC'$.

Из равенства (7) имеем далее

$$a(b-c) = \beta(c-a) \qquad (7')$$

или

$$(a+\beta)c = \beta a + ab. \qquad (8)$$

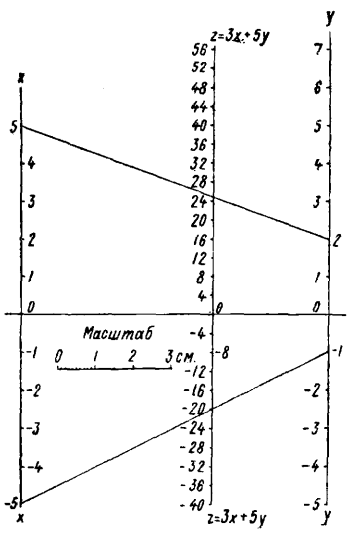
Если провести вместо $A'C'$ какую-нибудь другую прямую, то она отсечет на прямых d_1, d_2, d_3 отрезки, удовлетворяющие равенству (8). Далее, сравнивая равенство (8) с равенством (6), видим, что x и y играют роль a и b, а m и n роль β и a. Если положить

$$z = (m+n)z', \qquad (9)$$

то получим равенство

$$(m+n)z' = mx + ny, \qquad (10)$$

вполне аналогичное равенству (8), или, разделив на некоторую произвольную величину l, определяющую величину масштаба, найдем:

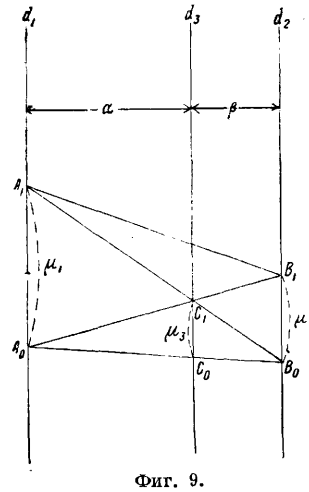


Фиг. 8б.

$$\frac{m+n}{l} z' = \frac{m}{l} x + \frac{n}{l} y. \qquad (11)$$

Т. о. для построения номограммы, соответствующей равенству (6) или (10), проведем три параллельные прямые d_1, d_3, d_2, так чтобы расстояние от d_1 до d_3 равнялось $\frac{n}{l}$, а расстояние между d_3 и d_2 равнялось $\frac{m}{l}$. На

прямой d_3 можно отложить как шкалу для переменной z', так и шкалу для переменной z. Т. к. при $x=0$, $y=0$ и $z'=0$, то все три нулевые точки будут лежать на одной секущей прямой; точно так же и деления *1* будут лежать на одной прямой, т. к. при $x=1$, $y=1$ и $z'=1$. Что касается переменной z, то так как при $z'=1$, $z=m+n$, делению *1* шкалы z' соответствует деление $m+n$ шкалы z. Таким образом масштаб для z в $m+n$ раз меньше масштаба для z'.



Фиг. 9.

Для примера построим номограмму для функции $z=3x+5y$. Положив $z=8z'$ и $l=0{,}1$, имеем $80z'=30x+50y$. Расстояние между осями d_1 и d_3 берем равным 50 *мм* (фиг. 8б), а между d_3 и d_2 равным 30 *мм*. Модули для шкал x и y берем $\mu(x)=\mu(y)=10$ *мм*. Тогда для z имеем модуль $\mu(z)=\frac{10}{8}=1{,}25$ *мм*, т. е. прямая, соединяющая деления *1* шкал x и y, будет пересекать шкалу z в точке, соответствующей делению *8*. Нанеся в полученном масштабе на прямой d_3 все прочие деления, получим искомую номограмму. Соединив напр. точку *5* оси x-ов с точкой *2* оси y-ов, получим в точке пересечения этой прямой со шкалой z точку *25*. Точно так же, соединив точки $x=-5$ и $y=-1$, получаем на шкале z точку с делением -20, и т. д. Для ф-ии $z=mx-ny$ стороны возрастания делений на осях x-ов и y-ов, в отличие от рассмотренного случая, противоположны. Если имеется функция вида $z=mx+ny\pm p$, то построение производят точно так же, как и выше, но шкалу z следует в окончательном итоге сдвинуть вверх или вниз на величину p.

Однако особенных практических выгод от применения номограмм, построенных для таких простых функций, не имеется. Гораздо большее практическое значение имеют номограммы вышеприведенного типа в соединении с функциональными шкалами. Пусть d_1, d_2, d_3 представляют функциональные шкалы, так что

$$a=\frac{f_1(x)}{\alpha};\quad b=\frac{f_2(y)}{\beta};\quad c=\frac{f_3(z)}{\alpha+\beta};\qquad (12)$$

тогда можно построить номограмму для следующей ф-ии:

$$f_3(z)=f_1(x)+f_2(y),\qquad (13)$$

или, обозначив правую часть последнего равенства через $\varphi(x, y)$, ф-ию

$$f_3(z)=\varphi(x, y).\qquad (14)$$

Пусть далее мы нашли такие значения x_0, y_0 и x_1, y_1, к-рые дают:

$$f_1(x_0)=f_2(y_0)=0;\quad f_1(x_1)=f_2(y_1)=1.$$

Тогда очевидно

$$\varphi(x_0, y_1)=f_1(x_0)+f_2(y_1)=1;$$
$$\varphi(x_1, y_0)=f_1(x_1)+f_2(y_0)=1.$$

Нанесем на прямой d_1 точки A_0 и A_1, соответствующие значениям x_0 и x_1, а на прямой d_2 точки B_0 и B_1, соответствующие значениям y_0 и y_1 (фиг. 9). Тогда очевидно

$$\varphi(x_1, y_0)=\varphi(x_0, y_1)=1=\mu_3=C_1C_0,$$

где μ_3—модуль для шкалы d_3. Кроме того очевидно

$$A_0A_1=\mu_1 \text{ и } B_0B_1=\mu_2,$$

где μ_1 и μ_2 — модули для шкал d_1 и d_2. Нетрудно видеть из фиг. 9, что

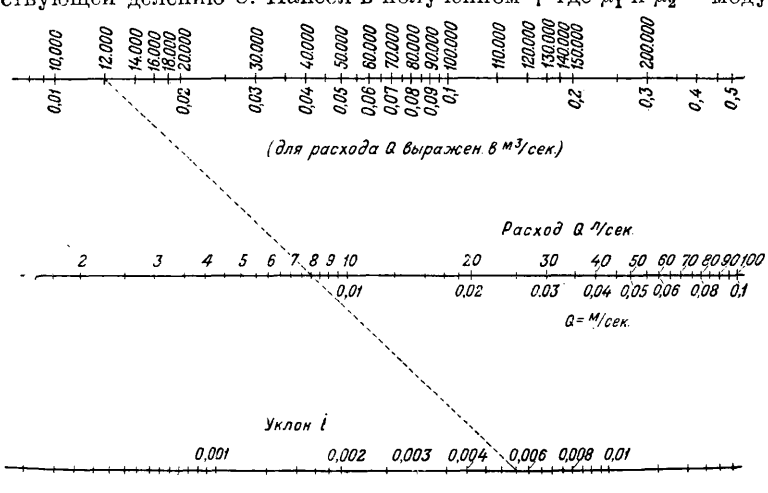
$$\frac{\mu_3}{\mu_2}=\frac{\alpha}{\alpha+\beta};\quad \frac{\mu_3}{\mu_1}=\frac{\beta}{\alpha+\beta}.$$

Отсюда

$$\frac{1}{\mu_3}=\frac{1}{\mu_1}+\frac{1}{\mu_2}\qquad (15)$$

и

$$\frac{\mu_1}{\mu_2}=\frac{\alpha}{\beta}.\qquad (16)$$



Фиг. 10.

При расчете каналов круглого сечения приходится часто иметь дело с коэфициентом $K=\frac{Q^2}{i}$, где Q — расход жидкости, протекающей по каналу в единицу времени, выраженный либо в *л/сек* либо в *м³/сек*, а i —уклон. Фиг. 10 представляет номограмму, выражающую зависимости между K, Q и i и построенную на основании вышеприведенных методов, причем шкалы для величин K и Q двойные—в зависимости от двух способов выражения Q (в *л/сек* и в *м³/сек*).

Часто применяются также номограммы, у к-рых промежуточная параллельная прямолинейная шкала заменена прямолинейной же шкалой, но пересекающей основные шкалы под некоторым углом. Пересечем две параллельные прямые d_1 и d_3 (фиг. 11) прямою d_2, к-рую будем считать основной прямой, и прямою l, пересекающей первые две прямые в точках A_1 и C_1, а последнюю

прямую в точке B_1. Тогда очевидно имеем:

$$\frac{q-p}{c}=\frac{p}{a} \text{ или } p=\frac{qa}{a+c}, \qquad (17)$$

где $AA_1=a$; $CC_1=c$; $AB_1=p$; $AC=q$. Допустим, что шкала d_2 — проективная шкала от другой шкалы δ, удовлетворяющей равенству

$$p=\frac{q}{\delta+1}; \qquad (18)$$

тогда

$$\frac{a}{a+c}=\frac{1}{\delta+1}$$

или $a(\delta+1)=a+c$ и

$$c=a\delta. \qquad (19)$$

Если $a=f_1(x)$; $\delta=f_2(y)$; $c=f_3(z)$, то имеем:

$$f_3(z)=f_1(x)\,f_2(y). \qquad (20)$$

Для определения на d_2 шкалы для p, так чтобы

$$p=\frac{q}{f_2(y)+1},$$

отложим на d_3 от точки C натуральную шкалу (фиг. 12), и пусть P' — предварительный центр перспективы; тогда точке C на d_3 соответствует на d_2 точка $p=q$ (т. к. $f_2(y)=0$ при этом). Проведя из P' прямую $P'S \parallel d_3$, получим на d_2 точку, к-рая соответствует $f_2(y)=\infty$, т. е. точка S должна обозначать деление $p=0$. Отсюда следует, что $SC=q$, а т. к. обусловлено, что $AC=q$, то точки S и A должны совпадать, т. е. центр перспективы должен находиться на d_1, например в точке P. Что же касается модулей, то нетрудно доказать, что между ними должно существовать соотношение:

$$\mu(f_3)=\frac{\mu(f_1)\cdot\mu(f_2)}{h\mu(h)}, \qquad (21)$$

где $h=PA$, причем все модули выражены конечно в одних и тех же единицах длины. В качестве примера рассмотрим построение номограммы для функции

$$z=x^y. \qquad (22)$$

Из (22) имеем

$$\lg z=y\lg x \qquad (23)$$

и, сравнивая (23) с (20), получаем:

$$f_3(z)=\lg z,\ f_1(x)=\lg x;\ f_2(y)=y. \qquad (24)$$

Отложим на d_1 деления, которые соответствуют $\lg x$, причем пусть $\mu(f_1)=40$ *мм* (фиг. 13). На d_3 строим натуральную шкалу для $f_2(y)=y$ с модулем $\mu(f_2)=16$ *мм* (на фиг. обозначения для этих делений взяты в скобках). От точки A, соответствующей делению *1* первой шкалы, отложим отрезок $AP_1=h$ с модулем 8 *мм*, так что $h\mu(h)=8$ *мм*.

Фиг. 11.

Точку P_1 берем в качестве центра перспективы. Проектируя натуральную шкалу y из P_1 на d_2, получим шкалу для p. Затем на d_3 от точки C откладываем деления логарифмич. шкалы $f_3(z)$ в масштабе

$$\mu(f_3)=\frac{40\cdot 16}{8}=80 \text{ мм},$$

которые и дадут значения z, соответствующие тем значениям p и x, которые находятся на прямой, проходящей через все три частные значения. На фиг. 14а и 14б приведены в качестве примера номограммы для водяных паров, построенные по вышеприведенному принципу. Аналогичными же методами построена на фиг. 15 номограмма для следующего случая. Пусть P'—вес состава движущегося поезда, P''—вес паровоза, $P=P'+P''$ — вес всего поезда, i—уклон пути (тангенс угла наклона), E—сила тяги паровоза, R' и R''—

Фиг. 13.

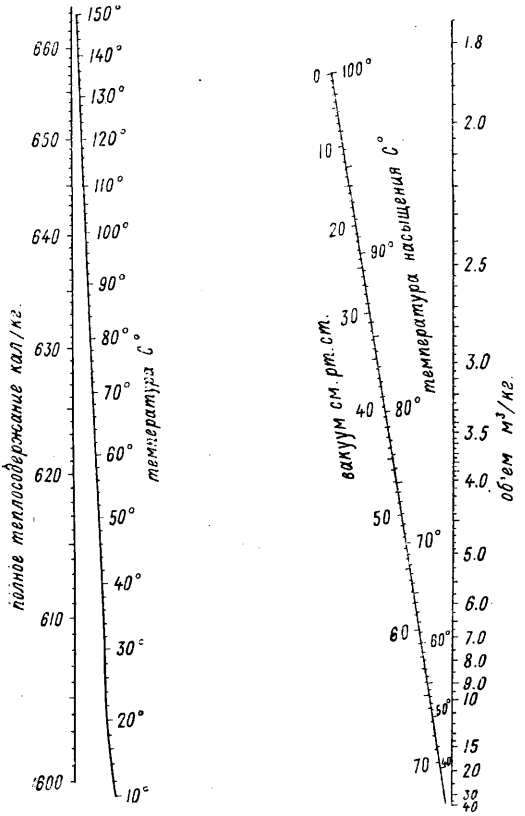
Фиг. 12.

Фиг. 14а.

сопротивления передвижению на единицу веса состава и паровоза. Тогда имеем

$$F=P'(R'+i)+P''(R''+i). \qquad (25)$$

Для данного поезда P''—величина постоянная, а F, R' и R''—переменные, зависящие от скорости v поезда определенным, устанавливаемым эмпирически, образом, так что

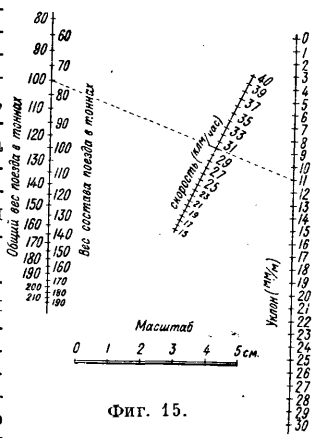


Фиг. 14б.

ур-ие (25) связывает между собою величины P'', v, i. Из ур-ия (25) имеем, обозначая $F - P''(R'' - R') = F'(v)$ и $R' = \Phi(v)$,

$$F'(v) = P[\Phi(v) + i]. \qquad (26)$$

Установив эмпирически функции $F'(v)$ и $\Phi(v)$, можно построить номограмму для (26), выражающую зависимость между P, v и i. Номограмма построена на основании определенных эмпирических данных, при весе паровоза, равном 25 m.



Фиг. 15.

Часто применяют номограммы с тремя прямолинейными шкалами, пересекающимися в одной точке. Последнего типа номограммы применяются для графического изображения функций следующего вида:

$$\frac{C}{f_3(z)} = \frac{A}{f_1(x)} + \frac{B}{f_2(y)}. \qquad (27)$$

Во многих случаях является более целесообразным применять криволинейные шкалы вместо прямолинейных. Пусть имеются три кривые d_1, d_2, d_3, ур-ия к-рых в декартовой системе осей координат ξ, η будут:

$$\eta = \Phi_1(\xi);\ \eta = \Phi_2(\xi);\ \eta = \Phi_3(\xi). \qquad (28)$$

Пусть имеются на кривых точки $P_1(\xi_1, \eta_1)$; $P_2(\xi_2, \eta_2)$; $P_3(\xi_3, \eta_3)$, лежащие на одной прямой (фиг. 16). Тогда имеем аналитич. условие для этого:

$$\eta_1(\xi_2 - \xi_3) + \eta_2(\xi_3 - \xi_1) + \eta_3(\xi_1 - \xi_2) = 0. \qquad (29)$$

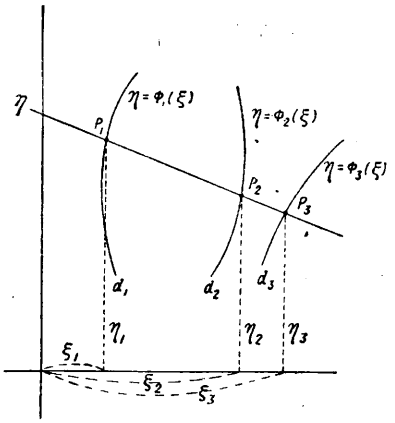
Представим ур-ия (28) в параметрическом виде:

$$\left.\begin{array}{l} (d_1)\ \ldots\ \eta = f_1(x);\ \xi = F_1(x) \\ (d_2)\ \ldots\ \eta = f_2(y);\ \xi = F_2(y) \\ (d_3)\ \ldots\ \eta = f_3(z);\ \xi = F_3(z) \end{array}\right\}. \qquad (30)$$

Подставляя последние ур-ия в условие (29), имеем:

$$f_1(F_2 - F_3) + f_2(F_3 - F_1) + f_3(F_1 - F_2) = 0, \qquad (31)$$

причем левая часть последнего равенства есть некоторая ф-ия $\varphi(x, y, z)$. Так. обр., если



Фиг. 16.

имеется ф-ия трех переменных x, y, z, к-рую можно привести к виду (31), то можно построить номограмму для этой ф-ии таким обр., чтобы соответствующие частные значения переменных x, y, z можно было отсчитывать на сечении прямою всех 3 кривых номограммы.

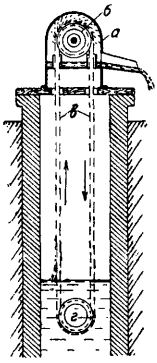
Лит.: Блох Л. С., Графич. методы технич. расчетов (номография), Харьков, 1929; Пирани М., Методы графич. изображений в науке и технике, Берлин—Рига, 1923; Lacmann O., Die Herstellung gezeichneter Rechentafeln, Berlin, 1923; Luckey P., Einführung in die Nomographie, T. 1—2, Lpz. u. B., 1918—20; Piraniu M., Die graphische Darstellung in Wissenschaft u. Technik, B., 1922; Schmidt Th., Darstellende Geometrie, 2 Aufl., B. 2, Berlin, 1923; Schwerdt H., Lehrbuch d. Nomographie, B., 1924; Werkmeister P., Das Entwerfen von graphischen Rechentafeln, B., 1923; см. также *Логарифмические диаграммы*.

М. Серебренников.

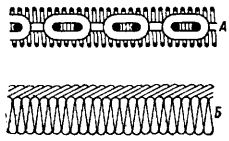
НОНИУС, см. *Верньер*.

НОРИЯ, непрерывнодействующее подъемное приспособление, состоящее из ряда черпаков, сидящих на бесконечной цепи. Нория широко применяется в качестве *водоподъемного механизма* (см.), а также в форме черпакового *элеватора* (см.) или *конвейера* (см.) во внутризаводском транспорте. Интересной разновидностью Н. являются мультицеллюлярные цепные насосы (адгезионные насосы), отличающиеся необычайной

простотой устройства: насос состоит из помещающегося в кожухе *а* (фиг. 1) верхнего шкива *б*, через который перекинута цепь *в*, нагруженная снизу тяжелым свободно вращающимся диском *г*. Верхний шкив приводится в быстрое движение, причем поднимающийся конец цепи захватывает некоторое количество удерживаемой капиллярностью воды, которая выбрызгивается из цепи при проходе ее через верхний блок под действием развивающейся центробежной силы. Форма цепи оказывает значительное влияние на производительность и на кпд всей машины. В наиболее простом виде цепь может быть заменена толстым пористым канатом, обычно же она делается из оцинкованного железа и имеет форму, которая обеспечивает наибольшую поверхность прилипания и возможно большое количество тонких клиновидных углублений, задерживающих воду в силу капиллярности. Распространенным типом является цепь, изображенная на фиг. 2, *А*, состоящая из обыкновенной цепи, окруженной одним или двумя рядами проволочных спиралей; иногда цепь делается из загнутой особым образом полосы железной жести (фиг. 2, *Б*). Кпд этих насосов довольно низок, особенно при больших глубинах извлечения воды, что отчасти искупается однако их дешевизной и простотой эксплоатации.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

НОРМАЛИЗАЦИЯ И НОРМЫ, см. *Стандартизация.*

НОРМАЛЬНЫЕ МЕРЫ, см. *Эталоны.*

НОРМАЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ, растворы, содержащие в 1 *л* 1 граммэквивалент растворенного вещества. Концентрация раствора *c*, выраженная в долях концентрации Н. р., принятой за 1 ($^1/_1N$), называется нормальностью раствора; при $c = 0{,}1N$ (или $^1/_{10}N$) имеем децинормальный раствор, при $c = 0{,}01N$ (или $^1/_{100}N$) — сантинормальный и т. д. Концентрации Н. р. меньше концентраций соответствующих им молярных растворов (обозначение — моль/*л* или *M*) в число раз, равное основности растворенного вещества (например валентности образующих его ионов); так, концентрация $^1/_1N$ раствора двуосновных кислот или щелочей [H_2SO_4, $Ba(OH)_2$ и т. д.] равна $^1/_2M$; для одноосновных соединений (HCl, NaOH) имеем $^1/_1N = 1M$. Н.р. (а также молярные) применяются при очень многих химических и физико-химич. работах, главным образом в химическом анализе (см. *Анализ химический*), где пользование ими чрезвычайно облегчает расчеты, т. к. количества веществ, нацело вступающих в реакцию, содержатся в равных объемах Н. р. При изготовлении Н. р. для аналитических определений, основанных на реакциях окисления и восстановления (оксидиметрия, иодометрия), исходят не из обычных граммэквивалентов, а из окислительного граммэквивалента (количество вещества в *г*, дающее 1 *г*-экв. кислорода, идущего на окисление). Чтобы приготовить точный (основной) Н. р., служащий для титрования, отвешивают требуемое количество вещества и растворяют его в мерной колбе, доводя объем раствора до метки при темп-ре, указанной на колбе (обычно 15°), или вводя, если нужно, поправку на изменение объема колбы с $t°$. Для приготовления таких растворов берут обычно кристаллические вещества высокой чистоты, негигроскопические и не меняющие своего состава при хранении (напр. от выветривания кристаллизационной воды), янтарную или щавелевую кислоты для алкалиметрии, буру или соду—для ацидиметрии, азотнокислое серебро, кристаллич. иод и др. Все другие Н. р. (соляной и серной кислот, едких щелочей) изготовляются приближенно, и их точную концентрацию определяют титрованием по основному раствору, после чего объем раствора прибавлением воды доводят до требуемой нормальности ($1N$, $0{,}1N$, $0{,}01N$ и т. д.) или вычисляют поправочный коэфициент *f*, на который надо умножить соответствующую округленную нормальность для получения истинной концентрации раствора. Для быстрого и удобного приготовления Н. р. в продажу выпускаются ампулы с запаянной в них навеской твердого или же растворенного вещества, которая при разведении до 1 *л* дает точно $0{,}1N$ раствор (фиксаналы фирмы de Haen). Рационально однако ампулы применять только для таких веществ, для к-рых не может быть взята точная навеска (не для основных Н. р.).

Лит.: Шилов Н. А., Объемный анализ, 3 изд., М.—Л., 1929; Тредвелл Ф., Курс аналитической химии, т. 2, Количественный анализ, 2 изд., М.—Л., 1927; Kolthoff J. M., Die Massanalyse, B. 1—2, B., 1927—28.

П. Ребиндер.

НОРМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ Вестона, эталон (образцовая мера) единицы электродвижущей силы—международного вольта. Н. э. Вестона представляет собой обратимый гальванический элемент, имеющий при постоянной $t°$ и давлении устойчивую эдс, и м. б. точно воспроизведен при его изготовлении по определенным, наперед установленным правилам (спецификации). Следует различать два типа Н. э. Вестона: международный Н. э. и кадмиевый элемент.

Международный Н. э. принят Международной конференцией по электрич. единицам и эталонам в Лондоне (1908 г.) в качестве международного эталона эдс и должен приготовляться согласно спецификации, установленной этой конференцией. Он имеет следующую структуру:*

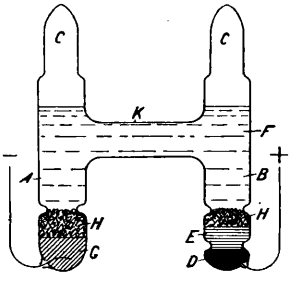
$$-[Cd](Hg)[CdSO_4 \cdot {}^8/_3\, H_2O](CdSO_4)[Hg_2SO_4](Hg)+$$

Согласно спецификации, в качестве электролита служит насыщенный раствор $CdSO_4$ с избытком кристаллов $CdSO_4 \cdot {}^8/_3 H_2O$. Положительный электрод состоит из Hg, а отрицательный—из амальгамы, содержащей 12,5%

* Квадратные скобки обозначают твердый ингредиент, а круглые—жидкий.

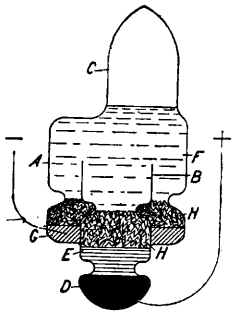
по весу Cd и 87,5% Hg. Деполяризатор, который находится у положительного электрода, представляет собой пасту, состоящую из смеси Hg_2SO_4 с размельченными кристаллами $CdSO_4 \cdot {}^8/_3H_2O$ и его водного насыщенного раствора. В качестве оболочки рекомендуется стеклянный сосуд **H**-образной формы. Проводники, проходящие через стекло к электродам, должны быть приготовлены из платиновой проволоки, которая не должна касаться электролита. Амальгама помещается в одной ветви элемента, Hg—в другой. Деполяризатор помещается над Hg и в каждую ветвь вводится слой кристаллов $CdSO_4 \cdot {}^8/_3H_2O$. Сосуд наполняется насыщенным раствором $CdSO_4$ и герметически запаивается.

Международные Н. э. приготовляются в главнейших государственных метрологич. лабораториях различных стран, в СССР—в Главной палате мер и весов. Эти лаборатории выработали свои подробные спецификации для приготовления материалов, входящих в состав Н. э., и его наполнения, которыми обеспечивается высокая степень их воспроизводимости, достигающая 0,002% (эдс различных партий Н. э., приготовленных в разное время согласно этим спецификациям, отличается от партии к партии не более, чем на $2 \cdot 10^{-5}$ V). На фиг. 1 дано схематич. изображение Н. э., приготовляемых Главной палатой мер и весов. Здесь *A*—анодная ветвь, *B*—катодная, обе диаметром ок. 12 *мм*; *D*—ртуть, отделенная перетяжкой от остальной части катодной ветви; эта перетяжка затрудняет проникновение Hg в вышележащую часть ветви при опрокидывании или встряхивании элемента, благодаря чему элемент становится устойчивым к условиям перевозки; *E*—паста, *H*—размельченные кристаллы $CdSO_4 \cdot {}^8/_3H_2O$, насыпаемые до второй верхней перетяжки катодной ветви. В анодной ветви: *G* означает амальгаму, заполняющую нижнюю ее часть, *H*—размельченные кристаллы $CdSO_4 \cdot {}^8/_3H_2O$, насыпаемые также до сужения в анодной ветви. Насыщенный раствор *F* сернокислого кадмия наполняет обе ветви немного выше соединительной трубки *K* с ⌀ ~ 9 *мм*; *C*—цилиндрич. отростки ⌀ ~ 9 *мм*, служащие для наполнения элемента и запаиваемые на высоте ок. 20 *мм* выше их основания. Платиновые проволочки впаяны в нижние части обеих ветвей и внутри сосуда амальгамированы. Общие размеры элемента: ширина ~ 55 *мм*, высота ~ 70 *мм*; общий вес элементов в футляре ~ 650 *г*.



Фиг. 1.

Кроме Н. э. классич. **H**-образной формы в Главной палате мер и весов выработаны и приготовляются Н. э. новой формы с концентрически расположенными ветвями, имеющей перед **H**-образной формой известные преимущества в смысле портативности, уменьшения числа спаянных мест у стеклянной оболочки и более благоприятных $t°$-ных условий. Схема элемента этой формы изображена на фиг. 2. Катодная ветвь *B* ⌀ ок. 11 *мм* входит внутрь анодной ветви *A*, имеющей ⌀ ~ 24 *мм*, так что снаружи выступает только ее нижняя часть. Цилиндрич. отросток *C* ⌀ ~ 13 *мм* служит для наполнения элемента, и в целях облегчения наполнения обеих ветвей расположен несимметрично по отношению к их оси. Буквы *D*, *E*, *F*, *G*, *H* имеют те же значения, что и на фиг. 1. Общие размеры элемента след.: наибольший диаметр ~ 24 *мм*, высота до основания отростка *C* ~ 33 *мм*, а вместе с отростком ~ 60 *мм*; общий вес элемента в металлическом футляре ~ 260 *г*, в деревянном ~ 140 *г*.



Фиг. 2.

Эдс международного Н. э. Вестона была установлена в 1910 г. в Вашингтоне особой Технич. комиссией, состоявшей из представителей метрологич. лабораторий Англии, Германии, США и Франции, с точностью до 10^{-4} V: $E = 1{,}0183$ международного вольта при 20°. Современная точная электрометрия требует уже знания пятого знака после запятой, к-рый определяется путем сравнения с основным эталоном вольта, хранимым в государственных метрологич. лабораториях. Этот пятый знак не одинаков у различных элементов. Одним из главных достоинств Н. э. является его малый $t°$-ный коэф. Для определения эдс нормального элемента при различных температурах между 0 и 40° Лондонской конференцией 1908 г. принята следующая формула:

$$E_t = E_{20} - 0{,}0000406(t-20) - \\ -0{,}00000095\,(t-20)^2 + 0{,}00000001\,(t-20)^3.$$

Ф-ла применима только в том случае, когда обе ветви находятся при одной и той же $t°$; это объясняется тем, что обе ветви имеют большие температурные коэф-ты, почти одинаковые по величине, действующие на эдс в конечном счете компенсирующе. Внутреннее сопротивление Н. э. колеблется в пределах 500÷1 000 Ω.

Основным эталоном международного вольта в Главной палате мер и весов служила группа из 20 Н. э., приготовленных в 1910 г. В 1922 г. входящие в эту группу элементы были отобраны из числа наиболее устойчивых, сохранившихся к тому времени. Их эдс установлена на основании сравнения с элементами Национальной физической лаборатории в Англии, эдс к-рых была определена по серебряным *вольтаметрам* (см.) Технич. комиссии 1910 г. в Вашингтоне, а также на основании непосредственных определений их эдс по серебряному вольтаметру в Главной палате в 1910 и 1912 гг. С марта месяца 1929 г. значение международного вольта, определяемое указанной выше группой, перенесено на вторую эталонную группу, образованную в 1928 г. из 20 Н. э., приготовленных в Главной палате в период времени с сентября 1927 г. по апрель 1928 г.; эта группа т. о. и является в настоящее время (1930 г.) хранителем величины международного вольта СССР.

Кроме чисто метрологич. области применения международные Н. э. получили широкое распространение в качестве рабочих эталонов в исследовательских лабораториях, особенно в связи с увеличением применения в лабораторной практике компенсационных приборов для измерения эдс и силы тока.

Величина их эдс при бережном обращении с ними остается постоянной в течение довольно продолжительного промежутка времени, достигающего десятка лет; затем она начинает падать.

Главная палата рекомендует нижеследующие меры предосторожности при работе с Н. э.: 1) через Н. э. нельзя пропускать или брать от него ток более, чем в 0,000001 А.; 2) температура окружающей Н. э. среды не должна подвергаться резким колебаниям; 3) катодные и анодные электроды Н. э. должны находиться при одинаковой $t°$; 4) Н. э. должен предохраняться от прямого действия солнечных лучей, а также от действия сильных источников света и тепла; 5) при точных работах необходимо погружать Н. э., находящийся в металлическом футляре, в трансформаторное масло, причем последнее д. б. совершенно сухим; 6) не рекомендуется работать с Н. э. при $t°$ ниже 8° и выше 30°; 7) Н. э. рекомендуется периодически через год поверять в Главной палате мер и весов.

Кадмиевый элемент Вестона, в отличие от описанного выше международного Н. э., не содержит при обычной комнатной темп-ре кристаллов $CdSO_4 \cdot {}^8/_3 H_2O$; в качестве электролита служит раствор $CdSO_4$, насыщенный при 4°, а следовательно не насыщенный при более высокой темп-ре. Этот элемент, строго говоря, не может считаться Н. э., т. к. от действия электрического тока изменяется концентрация его электролита, а следовательно и эдс. Воспроизводимость и устойчивость кадмиевого элемента значительно ниже, нежели международного Н. э. Средняя эдс кадмиевого элемента, непосредственно по его изготовлении, составляет ок. 1,0186 международного вольта с колебаниями в ту или другую сторону на величину порядка 10^{-4} V. Уменьшение эдс с течением времени достигает у многих элементов $8 \cdot 10^{-5}$ V в год. Преимущества кадмиевого элемента заключаются в сравнительно небольшом и одинаковом сопротивлении порядка 300 Ω и в очень малом $t°$-ном коэф-те, меньшем 10^{-5} V, которым можно в большинстве случаев пренебрегать. Кадмиевый элемент пользуется большим распространением в лабораторной практике, мало по малу уступая свое место международному нормальному элементу.

Кадмиевый элемент Вестона появился в 1892 году, когда Эдвард Вестон взял на него патент. С 1900 г. он подвергался детальному изучению в Национальной физич. лаборатории в Англии, Физико-технич. ин-те в Германии, в Бюро стандартов в США и в других метрологич. лабораториях. В результате изучения был выработан тип международного Н. э. Вестона, к-рый был рекомендован Лондонской конференцией 1908 г. и с этого времени введен в практику. До того в качестве эталона употреблялся Н. э. Латимера Кларка, в к-ром вместо Cd и его соли применялся Zn и его сернокислая соль; в настоящее время Н. э. Латимера Кларка вышел из употребления.

Лит.: Маликов М. Ф., Эталон международного вольта, «Временник Главной палаты мер и весов», Л., 1925, вып. 1 (13); Колосов А. К., Международный нормальный элемент Вестона, там же, 1929, вып. 3 (15); Маликов М. Ф., Новая форма нормальных элементов Вестона, там же; Jaeger W. und Lindeck St., Untersuchungen über Normal-Elemente, insbesondere über d. Westonische Kadmium-Elemente, «Ztschr. für Instrumentenkunde», B., 1901, B. 21; Wolff F. A. and Waters C. E., Clark and Weston Standard Cell, «Bull. of Bureau of Standards», Waschington, 1907, v. 4; Smith F. E., The Normal Weston Cadmium Cell, «National Physical Laboratory Collected Researches», London, 1908, v. 4; Janet P. et Jouaust R., L'élément étalon au cadmium, «Travaux du Laboratoire Central d'Électricité», P., 1912, t. 2; v. Steinwehr H. u. Schulze A., Nachprüfung d. E. M. K. d. internationalen Westonelements mit Hilfe d. Silbervoltameters, «Ztschr. für Instrumentenkunde», B., 1922, B. 42; Eppley M., Standard Electrical Cells, «Journ. of the Franklin Institute», Philadelphia, 1926, v. 201. **А. Колосов и М. Маликов.**

НОРМИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ заключается в определении тех затрат времени, которые необходимо произвести для выполнения данного рабочего процесса, а также в определении способов и условий работы, при которых достигается наивысшая производительность, посредством наилучшего использования человеческого труда и машинного оборудования и улучшения обстановки работы. Н. т. дает материал: а) для рационализации, т. е. для внесения соответствующих коррективов в рабочий процесс и построения стандартной его нормы, и б) для нормирования, т. е. для установления нормы выработки. Под нормою выработки следует понимать ту максимальную практически возможную производительность, которая получается при условиях: наличия исправной машины (или аппарата), использования высшей допустимой мощности ее, доброкачественного инструмента, нормального качества материалов, в условиях надлежащего организационного режима и наличия хорошего работника соответствующей квалификации, добросовестно работающего без какого бы то ни было ущерба для его здоровья, с возможностью восстановления в процессе нормального отдыха потраченной за время работы энергии. Созванная ВЦСПС в конце 1930 года конференция по техническому нормированию установила равнение на «ударника» как на представителя добросовестной работы. Нормы м. б. двух родов: а) лабораторная норма, определяемая при специальных научно-исследовательских работах с методологическими и аналитическими целями в условиях, гарантирующих достижение максимальной производительности (см. выше); б) цеховая норма выработки, определяемая как типовая по результатам фактической работы в цеху при наличном оборудовании и существующих санитарно-гигиенич. условиях; при выборе объекта рекомендуется — как выше было указано — взять равнение на ударника. Полученные таким путем нормы сохраняют практич. значение, пока в цеху не происходит никаких изменений. Всякое изменение условий и обстановки работ или организационного режима, рационализация методов производства, установка более совершенного оборудования — естественно влекут за собой дальнейшее изучение отражения всего этого на производительности труда и следовательно нормы выработки.

Составные части нормы времени. Затраты времени, которые необходимо произвести для выполнения заданного рабочего процесса, в целях детального научного исследования д. б. разделены на свои составные части. Сюда входят: а) время подготовки к работе, или так наз. установочное время, которое тратится на установку, подготовку рабочего места, механизма и инструмента, получение наряда, чертежей указаний, материалов, инструментов и т. д., в категорию подготовительного времени включают и время на приведение в порядок рабочего места по окончании работы; б) время выполнения самой работы, или так наз. штучное время, которое слагается из

основного времени, необходимого на изготовление изделия, т. е. на такого рода изменение формы изделия, его положения или состояния, к-рое оставляет на изделии определенные следы произведенной работы в соответствии с заданием; вспомогательного, или подсобного времени, расходуемого на ряд действий, связанных с процессом изготовления изделия, но (в отличие от основного времени) не оставляющих на изделии каких-либо отличительных следов этой работы (переустановка предмета, измерения, проверка и т. д.); в) прибавочное время, к-рое слагается как из неизбежных задержек (простоя), возникающих в производстве, так и из необходимых прибавок на отдых, отправление физиологических потребностей и перерывы, установленные Кодексом законов о труде; прибавочное время может иметь место как в процессе выполнения самой работы, так и в процессе подготовки. Основное время подразделяется: а) на машинное время, т. е. время самостоятельной работы машины, в том числе и холостой ее ход, если работа производится механическим путем, а не от руки (в последнем случае это время относится к подсобному времени), а также необходимый пробег инструмента до и после соприкосновения с изделием; б) ручное время, т. е. время, затраченное рабочим на изготовление изделия одновременно с машиной, или же время работы одного рабочего. Вспомогательное время м. б. не только ручным, но и машинным (работа крана). Вспомогательное время м. б. регулярным, если оно периодически повторяется при изготовлении каждой штуки, и нерегулярным, если оно затрачивается эпизодически (смена поломанного инструмента, смазка станка, регулировка и проч.). Машинное время может быть определено либо непосредственным измерением, как среднее из ряда наблюдений, либо путем математического расчета с надбавкой обычно на колебания в ходе механизма. Ручное время устанавливается путем массового наблюдения и измерения (фотография рабочего дня, хронометраж). Что же касается величин вспомогательного времени, затрачиваемого на операции регулярного характера, то таковые определяются (при данном оборудовании) для определенного периода и сводятся в таблицы, которыми пользуются впредь до пересмотра вследствие изменения условий производства.

Фотография рабочего дня. Простейшим методом изучения рабочего времени (человека или машины) является фотография работы, т. е. фиксация трудового процесса во времени в порядке последовательного выполнения работы на протяжении либо всего рабочего дня либо определенной части его. Фотография работы имеет целью дать представление обо всем ходе рабочего процесса, именно установить: а) содержание и распределение времени в течение рабочего дня или процесса работы; б) фактическую продолжительность процесса; в) все виды перерывов в ходе работы; г) степень использования рабочего времени; д) степень использования оборудования. Данные наблюдения, полученные при фотографии рабочего дня, разбиваются по группам, характеризующим рабочие процессы, после чего выводятся балансы времени работы исполнителя и механизма до рационализации (фактический баланс) по следующей примерно схеме (см. табл. 1 и 2):

Табл. 1.—Баланс времени работы исполнителя.

Элементы баланса	Индекс
I. Полезная работа	11
а) подготовительная	111
б) вспомогательная	112
в) основная	113
II. Бесполезная работа	120
а) зависящая от исполнителя	121
б) не зависящая от исполнителя	122
III. Перерывы	130
а) зависящие от рабочего	131
аа) регламентированные	1311
аб) прочие	1312
б) не зависящие от рабочего	132
ба) по причинам организ. характера	1321
бб) по причинам технич. характера	1322

Табл. 2.—Баланс времени работы механизма.

Элементы баланса	Индекс
I. Работа	21
а) эффективная	211
б) холостая	212
ба) регулярная	2121
бб) случайная	2122
II. Простои	220
а) по причинам организ. характера	221
аа) регулярные	2211
аб) случайные	2212
б) по причинам технич. характера	231
ба) связанные с процессом работы	2311
бб) связанные с механизмом	2312
в) по прич. зависящим от исполнителя	241
ва) регламентированные	2411
вб) прочие	2412

В результате анализа фотографии рабочего дня вычисляется целый ряд показателей (коэфициентов).

Коэф. полезной работы исполнителя представляет собой отношение времени всей полезной работы исполнителя в течение рабочего дня к номинальной длительности последнего. Коэфициент занятости исполнителя—отношение времени фактической загрузки исполнителя в течение всего дня (время полезной работы плюс время бесполезной работы, не зависящей от исполнителя, плюс время перерывов, не зависящих от исполнителя) к номинальной длительности рабочего дня.

Коэфициент использования механизма (или аппарата)—отношение суммы времени эффективной работы механизма и регулярной (неустранимой) холостой его работы к номинальной длительности рабочего дня. Коэф. загруженности механизма—отношение к номинальной длительности рабочего дня суммы времени эффективной работы, регулярной (неустранимой) холостой работы и всех неустранимых простоев механизма. Коэфициент возможного самоуплотнения исполнителя — отношение к номинальной длительности рабочего дня суммы времени бесполезной работы исполнителя, перерывов, зависящих от исполнителя, но не относящихся к категории регламентированных, плюс превышения размера подготовительного и вспомогательного времени по фактич. балансу над этим же временем по нормальн.

балансу. Коэф. максимальной оргаемкости производства — отношение суммы времени перерывов и бесполезной работы, не зависящих от исполнителя, к номинальной длительности рабочего дня. Заключительной стадией обработки данных фотографии рабочего дня является проектирование нормального баланса рабочего времени. После проектирования нормального баланса рабочего времени полезно построить графики нормального и фактического баланса. Эти графики значительно облегчают сравнение результатов и дают наглядную картину изменения построения режима работы.

Хронометражное наблюдение заключается в следующем: 1) разложение каждого приема операции на отдельные элементы, его составляющие; при несложных процессах можно рассматривать переходы или даже целые операции; 2) составление бланка соответствующего образца и заполнение его перечнем тех элементов, которые приходится наблюдать, в порядке их последовательного протекания, а также заполнение заголовка бланка всеми необходимыми сведениями; 3) замер продолжительности каждого элемента, с проведением одновременно ряда опытов; 4) установление числа опытов, необходимого и достаточного для достижения объективности наблюдений и устойчивости найденных рядов; 5) обработка данных результатов хронометража; 6) анализ и изучение этих результатов, в целях рационализации производственного процесса; 7) корректирование производственного процесса и установление нормального процесса; 8) проверка нормализованного процесса опытными испытаниями и замерами; 9) окончательное конструирование нормализованного процесса; 10) составление инструкции и инструктаж работника; 11) периодическая проверка соответствия установленного процесса и учет результатов.

Разложение на элементы. Германская государственная комиссия по изучению рабочего времени (Refa) установила следующую классификацию моментов процесса изготовления. Заказ — полное изготовление предмета. План работ — совокупность всех операций по изготовлению отдельной детали или всего изделия. Операция—совокупность нескольких рабочих переходов, производимых на одном рабочем месте одним рабочим или одной органически связанной группой рабочих—рабочей бригадой. Переход—совокупность отдельных рабочих приемов, происходящих на одном рабочем месте или на одной машине, без освобождения изготовляемого предмета во время этой работы. Прием — отдельное законченное действие рабочего, состоящее из нескольких элементарных движений по изготовлению предмета или по подготовке инструмента или машины к работе. Элемент приема — наименьшее измеримое и законченное движение рабочего. Разумеется, процесс во всех деталях должен быть продуман заранее и последовательное его протекание установлено до приступа к хронометражу, чтобы нормальный ход наблюдения ничем не нарушался.

Документация. Хронометражному наблюдению предшествует подробное описание операции, которое производится на специальном бланке. Данные этого описания—отдельные элементы операции в порядке их выполнения—служат материалом для дальнейшего наблюдения. Расчленение операции при описании д. б. доведено до элементов приема и даже отдельных движений, независимо от того, что практическим пределом разложения операции в целях наблюдения в большинстве случаев будут рабочие приемы. Это необходимо как для последующих анализа и синтеза операции, так и для установления признаков, которые сигнализировали бы наблюдателю моменты окончания и начала рабочих приемов. Первичным документом хронометража является наблюдательный лист хронометража. Заглавная часть этого документа отводится характеристике объекта хронометража, а остальная — записи наблюдений и отсчетов времени. На оборотной стороне наблюдательного листа помещаются решетки для вывода всех величин, необходимых при обработке данных хронометража. Использование хронометражного материала для целей нормирования и рационализации концентрируется в особом документе—хронометражно-нормировочной карте. На первой странице этого документа полезно разместить данные, являющиеся результатом последнего этапа обработки данных хронометража, а именно: описание нормального режима операции и сводку данных для нормирования. В практической работе именно к этим данным приходится обращаться чаще всего. На первой же странице помещается краткое описание объекта наблюдения и эскиз обработки. Вся вторая и вся третья страницы карты отведены для классификационной группировки материала. Наконец на последней странице дано место для помещения рабочей инструкции и всех дополнительных замечаний. Все те графы бланков, которые могут быть заполнены до приступа к наблюдению, нужно заполнить своевременно (заголовок, перечень элементов). Хронометражное наблюдение, как требующее особой точности и связанное с наблюдением весьма малых отрезков времени, осуществляется предпочтительно при помощи секундомера; практику выполнения наблюдений и инструменты—см. *Хронометраж*.

Существует три способа производства самих замеров: а) по результативному времени, б) по текущему времени, в) цикловой, способ. Первый способ заключается в том, что в конце каждого элемента застопоривается стрелка секундомера, снимается и записывается показание, стрелка возвращается к нулю и пускается вновь (все это надо научиться проделывать очень быстро). При замере по «текущему» времени в течение всего наблюдения (или, по крайней мере, насколько позволяет конструкция) секундомер не останавливается, а в конце каждого регистрируемого элемента снимается показание всего времени, прошедшего с момента пуска в ход секундомера; последующее вычитание из каждо-

го показания предыдущего показания (обработка материала) дает время продолжительности элемента. Первый способ удобен тем, что он прост, не требует многих арифметич. действий, дает возможность установить сумму пауз между элементами (разница между продолжительностью опыта по часам и суммой длительности всех элементов), которые при регистрации по текущему времени автоматически включаются в продолжительность элемента (разумеется, перерывы всякого рода в работе, независимо от способа замера, обязательно д. б. учтены). Зато при способе замера по текущему времени вероятность ошибки в замере значительно меньше, так как ошибочная съемка показания в отношении одного элемента компенсируется в следующем. Кроме того способ замеров по текущему времени гарантирует большую точность работы, так как частые остановки стрелки, возврат ее в исходное положение и пуск ее вновь в ход отнимают время, отражаясь на точности регистрации, что особенно чувствительно при замере элементов весьма малой протяженности. Поэтому удобнее всего производить замеры по текущему времени. В том случае, когда длительность отдельных элементов столь мала, что невозможно *снять точно показание секундомера*, приходится соединять по два или по несколько элементов, замерять их сумму и расчетом выводить продолжительность каждого в отдельности (т. н. цикловой способ). Обычно проделывают серию в 5—40 хронометражных наблюдений согласно следующему примерно расчету:

Длительность элементов в минутах	Число повторных наблюдений
До 0,5	40
От 0,5 до 1	20
От 1 до 3	10
Выше 3	7—5

Однако для гарантии объективности наблюдения и большей точности вычисленной арифметич. средней необходимо проверить достаточность числа наблюдений по формуле

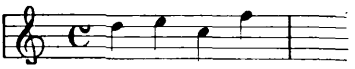
$$n = \left(\frac{a\sigma}{m}\right)^2,$$

где n—искомое число замеров; σ—среднее квадратич. отклонение для данного хронометражного ряда; m—квадратич. ошибка или заданная точность (5—10% от средней арифметической), выраженная в абсолютной величине (в долях времени); a—в зависимости от желаемой степени достоверности опыта — принимается равным 1—3. К установленной путем хронометража норме добавляется так называемое прибавочное время. На машинное время, установленное аналитич. путем, набавляется обычно 5—10% (если машинное время установлено посредством хронометража, прибавочное время не начисляется). Надбавка на ручное время дается в разных размерах, в зависимости от интенсивности каждой данной работы и степени вызываемого этой работой утомления. Н. т. в условиях капиталистической рационализации сознательно недоучитывает степени утомления рабочего и устанавливает такие нормы, какие содействуют максимальной эксплоатации рабочей силы. В условиях СССР Н. т. строится на принципиально иных основах, изложенных выше.

Кроме того, независимо от приведенных выше методов определения прибавки на неизбежные потери и на утомление, надо иметь в виду необходимость установления подчас и специальных прибавок, например надбавки вследствие уменьшения величины партии против принятого при первоначальном расчете (компенсация на потерю темпа), надбавка на худшее против расчетного качество материала или инструмента и пр. Размер прибавки в данных случаях должен устанавливаться после специального исследования и учета всех обстоятельств.

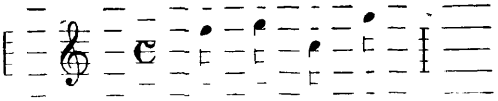
Лит.: Методика и техника изучения рабочего времени наблюдением, М., 1929; Файнглуз П. П., Техн. нормирование производств. процессов, Киев, 1930; Пирожков Б. А. и Осьминкин А. И., Технич. нормирование станочных работ в механич. цехах, Л., 1930; Иоффе В. М., Новый метод нормирования ручных приемов массовых и крупносерийных работ, Л., 1930; Слонимский З. А., Методы и схемы рационализации производства и технич. нормирования в металлургии, Харьков, 1927; Тильман Г., Технич. нормирование в литейном деле, Харьков, 1929; Бек О., Нормы выработки на деревообделочных станках, Л., 1929; Методология и нормирование строительных рабочих процессов, М., 1928; Смирнов И. Н., Краткий курс нормирования в текстильной промышленности, М.—Л., 1930; Auerswald O., Moderne Zeitkalkulation, B., 1927; Beck O., Die Stückzeitberechnung für Holzbearbeitungsmaschinen, B., 1926; Gottwein K., Schlosserei- u. Montage-Arbeitszeitermittlung u. Zeitbedarfverwandter Handarbeiten, Schriften d. Arbeitsgemeinschaft deutscher Betrieb, B. 5, B., 1928; Hegner K., Lehrbuch d. Vorkalkulation von Bearbeitungszeiten, 2 Aufl., Berlin, 1927; Hellmuth F. u. Wernli Fr., Neuzeitliche Vorkalkulation im Maschinenbau, Berlin, 1924; Kresta Fr., Die Vorkalkulation im Maschinen- u. Elektromotorenbau nach neuzeitlich-wissenschaftlichen Grundlagen, B., 1927; Kresta Fr., Lehrbuch d. zeitgemässen Vorkalkulation im Maschinenbau, 2 Aufl., Berlin, 1928; Kummer H., Zeitstudien bei Einzelfertigung, B., 1926; Lauke H., Die Leistungsabstimmung bei Fliessarbeit, Mch.—B., 1928; Michel E., Arbeitsvorbereitung als Mittel zur Verbilligung d. Produktion, B., 1924; Nimbach A., Die Arbeitsintensivierung im Industriellen Grossbetrieb, B., 1926; Lowry S. Maynard H. a. Stegemerten G., Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentives, N. Y., 1927. **П. Файнглуз.**

НОТОПЕЧАТАНИЕ, воспроизведение в целях размножения музыкального нотного письма. Н. производится тремя способами: автографическим, металлографическим (в обоих случаях с литографским печатанием)



Фиг. 1.

и наборно-типографским. Выбор способа обусловливается характером издания и экономической стороной дела. Во всех случаях собственно печатный процесс ничем не отличается от обычной книжной или литографской печати. На фиг. 1 приведен пример нот-

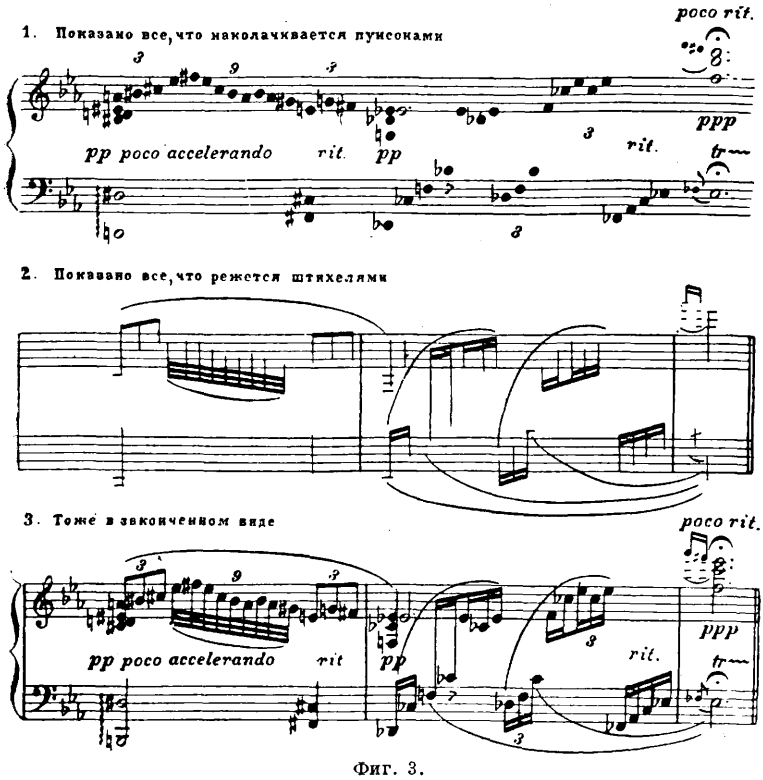


Фиг. 2.

ного набора, выполненного «нотным шрифтом», на фиг. 2—тот же набор, разделенный на отдельные знаки. Но весьма сложна в Н. подготовка печатной формы.

Наиболее просто и дешево Н. осуществляется автографическим способом, для чего ноты просто переписывают б. или м. тщательно и на листах надлежащего размера специальными автографич. чернилами или литографской тушью на специально же гуммированной бумаге. Написанное затем переводится на камень и печатается обычным литографским способом (см. *Литография*). Этот способ применяется при небольших тиражах для размножения отдельных оркестровых партий, он обходится дешево, но страдает обычными дефектами ручного нотного письма—недостаточной четкостью и плохой графикой.

Для издания крупных и сложных музыкальных произведений (партитур, фортепианных пьес, вокальных партий с фортепианным аккомпанементом) нотопечатание возможно и экономически целесообразно лишь по металлографич. способу. Фиг. 3 дает пример выполнения этим способом. Подготовка печатной формы при этом производится на металлич. пластинках толщиною несколько более 1 *мм*, отливаемых из специального сплава: 75% свинца, 15% олова и 10% сурьмы. На тщательно отшлифованной пластинке размера нотной страницы специальным прибором углубленно гравируются сначала нотные линейки (н о т н ы й с т а н), и при помощи маленькой металлич. рейсшины и стальной иглы производится предварительная наметка расположения всех нотных знаков. Затем на этих линейках стальными пунсонами—штемпелями молотком наколачиваются (частично гравируются) нотные знаки (в обратном виде). Работа нотного гравера требует большой специализации и в виду постоянного соприкосновения со свинцом относится к разряду вредных. С полученной т. о. углубленной гравюры, набив ее краской, делают оттиск. После корректуры производят новые гравировки и исправления на досках путем выколачивания исправляемых мест с обратной стороны пластинки и заглаживания этих мест с лицевой стороны, что возможно благодаря мягкости металла; затем с досок делают оттиски на китайской бумаге и переводят их на камень или же на цинк, располагая отдельные оттиски в порядке нотного листа. Печать производится на обыкновенных плоских или ротационных литографских машинах. Гравировка нотной доски большого нотного формата (примерно 20×28 *см*) сложного музыкального письма обходится в среднем 6—10 р. Награвированные доски сохраняются в качестве оригиналов, с которых в любой момент могут быть снова сделаны литографские переводы для печатания нового издания или для получения оттисков отдельных партий. Это обстоятельство является большим преимуществом металлографич. способа (помимо изящной нотной графики), позволяя издателю ограничиться печатанием небольших тиражей, не увеличивая своего «мертвого капитала» лишними затратами на бумагу и складские расходы, т. к. большие нотные издания расходятся сравнительно медленно.



Фиг. 3.

При Н. небольших повторных изданий за последние годы стали прибегать к помощи фототехники. С нотной страницы делают фотографический снимок, с которого затем после соответствующей обработки делается литографский перевод или клише на цинке. Для этого целесообразно еще при исполнении оригинальных досок делать с них хорошие оттиски на одной стороне бумаги и тщательно сохранять их для будущего перевода.

Н. при помощи типографского набора изобретено еще в конце 15 века. Оно претерпело большую эволюцию и до настоящего совершенства доведено гл. обр. И. Брейткопфом в Лейпциге (около 1745 г.), к-рый усовершенствовал многочисленные комбинации нотного шрифта. Т. наз. нотный шрифт настоящего времени (фиг. 4) включает в себе около 360 фигур, представляющих отдельные элементы нотных знаков, линий и т. п. Но и при таком обилии их типографский нотный набор не является достаточно совершенным для воспроизведения всех деталей сложного музыкального письма. Поэтому

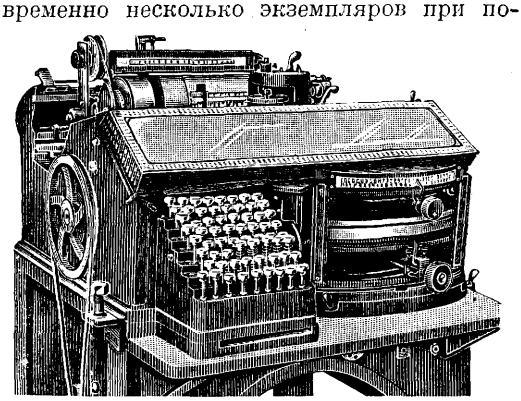
он пригоден лишь для выполнения простых голосовых пьес без музыкального сопровождения (или в простейшей его форме), а также для набора нотных примеров, встречающихся в тексте музыкальных сочинений и учебников. Лишь в этих случаях Н.

Фиг. 4.

типографским способом м. б. рентабельным. По выполнении крайне сложного набора, с него с большими предосторожностями делается *стереотип* (см.), с к-рого и производится печатание на типографских машинах. К стереотипу прибегают для сохранения дорого стоящего нотного шрифта (стоимость его в 4—6 раз дороже обыкновенного), очень хрупкого и при тонких штрихах отличающегося сильной изнашиваемостью.

Н.—довольно слабая отрасль полиграфич. промышленности в довоенное время, получило большое развитие в советских условиях, в особенности за последние годы. Так, продукция Музсектора Госиздата в 1929 году выражалась 6 500 000 нотных листов по четыре страницы (разных форматов, приведенных к единице нормального формата), в 1930 г.—11 млн. листов, наметка на 1931 г.—21 млн. Рост Н. в наших условиях идет в значительной части за счет развития массовой нотной литературы (популяризация классиков и творчества новых композиторов, ноты для народных инструментов и хоров, самоучитель нотной грамоты), что в % к общей продукции Н. выражается в таких цифрах: за 1929 г.—30%, 1930 г.—33% и 1931 г.—60%. Остальная нотная продукция относится к профессионально-художественной и педагогич. музыкальной литературе.

С технической стороны Н. представляет довольно отсталое производство: в общем оно оперирует теми же приемами, что и в начале 19 в., если не считать весьма слабого применения фототехники, которая не может помочь в главной трудности—воспроизведении нотных страниц. В целях преодоления этих трудностей усилия изобретателей давно уже направлены к попыткам механизации этих процессов. До сих пор они были безуспешны. Но в самое последнее время (1930 г.) в специальных иностранных журналах появились известия об изобретении новой нотопишущей и нотопечатной машины. Изобретение принадлежит итал. капельмейстеру и композитору Андреа Феррето, к-рый работал над ним десятки лет и проделал массу весьма кропотливой работы и сложных расчетов, пока ему удалось соответствующим образом разложить существующую нотную систему для возможности разрешения проблемы механического нотопечатания. Машина Феррето сконструирована наподобие пишущей машины (фиг. 5). Клавиатура служит для письма или набора нот и для непосредственного печатания, причем накатывание краски на стальные пунсоны производится действующим автоматически красочным механизмом. Точно так же автоматически устанавливается печатный барабан, который обтягивается прозрачной бумагой для нанесения на нее нотного текста; имеется отдельный шрифтовый магазин для набора. Для заключения текста в конце строк имеется тактовый счетчик—контролер. Машина эта дает различную продукцию. Напечатанный на соответствующей бумаге нотный текст может служить либо в качестве законченного для непосредственного употребления нотного листа либо в качестве перевода для размножения литографским способом. Так же как и на обыкновенной пишущей машине, на ней можно печатать одновременно несколько экземпляров при помощи копировальной бумаги, хотя имеются указания, что полученные таким способом копии не так отчетливы, как оригинал, но все же они пригодны к употреблению; можно печатать также на восковке и оловянной фольге для размножения на *множительных аппаратах* (см.). Для работы на новой машине прежде всего нужны обширные знания нотной системы. Но в то же самое время техника «набора» будто бы настолько проста, что м. б. усвоена после короткого инструктажа, так что для любителя музыки и педагога машина является инструментом, при помощи к-рого писание нот м. б. произ-

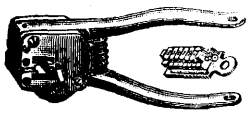


Фиг. 5.

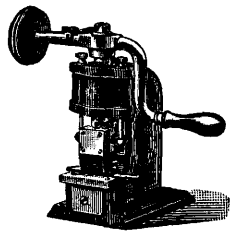
ведено быстрее, чем до сих пор. Из имеющихся данных пока не видно, насколько удачно новая машина разрешает проблему массового Н., т. е. заготовки печатной формы.

Лит.: Юргенсон Б. П., Очерк истории нотопечатания, М., 1928; Зейберлих О., Основы книгопечатного дела, перевод с нем., М.—Л., 1929; Bass J., Das Buchdruckerbuch, Stg., 1930; Niel R., Satztechnisches Taschen-Lexikon, 2 Aufl., W., 1927; «Deutscher Drucker», B., 1930. **С. Михайлов.**

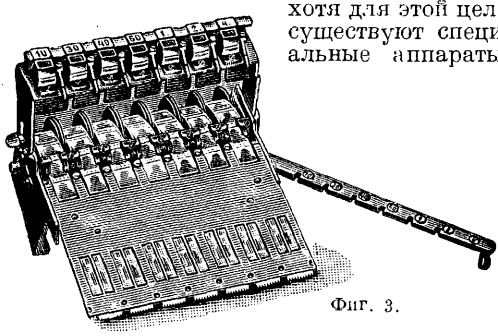
НУМЕРОВАЛЬНЫЕ АППАРАТЫ, аппараты, служащие для проставления на документе цифрового знака, остающегося постоянным или изменяющегося в зависимости от числа оборотов машины, времени, количества пропущенных документов и т. п. К группе Н. а. можно отнести нижеследующие приборы. 1) Простые штемпельные и перфорирующие (т. е. пробивающие) приспособления, например клещи для компостирования, прессы для гашения документов и т. п. 2) Франкировальные аппараты и машины, к-рые служат для снабжения почтовых отправлений марками; такие машины могут перфорировать марки и налагать на них штемпеля. 3) Штемпельные приспособления с переставляемыми от руки знаками и цифрами. 4) Нумераторы в узком смысле этого слова, т. е. аппараты с автоматически переставляющимися цифрами; цифры эти отштемпелевываются или же служат для перфорации. 5) Нумераторы, отмечающие время; эти приспособления могут быть применены также для контроля рабочего времени, хотя для этой цели существуют специальные аппараты.



Фиг. 1.



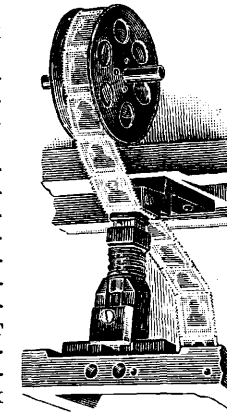
Фиг. 2.



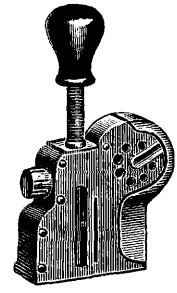
Фиг. 3.

1. Перфорирующий и штемпелюющий аппарат в простейшем виде представляют компостирующие клещи, применяемые кондукторами (фиг. 1); аналогичные приспособления применяются в конторах и канцеляриях для гашения документов, отметки пакетов и т. п. Одновременно с датой они могут отпечатывать отдельные слова, напр. «уплачено», «погашено», «входящий» и т. п. Часто эти аппараты снабжают приспособлением, позволяющим сделать перестановку от руки путем поворота круглой литеры, числа и других знаков, выбиваемых нумератором. Исполняются они обычно небольшого размера, хотя иногда их делают в форме пресса (винтового или эксцентрикового), и тогда он может служить для перфорации до 20 слоев бумаги общей толщиной $^1/_2$ *мм* и более (фиг. 2).

2. Большое распространение в учреждениях, ведущих обширную корреспонденцию, находит второй тип нумераторов — франкировальные машины. Назначение этих машин — производить оплату почтового отправления, снабжая его маркой. Машины эти могут снабжать пакеты марками, одновременно перфорируя на последних те или иные знаки, а также производить гашение штемпелем почтовых отправлений. Подлежащие франкировке пакеты вкладываются в аппарат и после поворота ручки снабженные наклеенными марками выходят с передней стороны машины. Машина закрыта кожухом, который может открываться только специальным ключом. Открытие кожуха требуется только при замене использованных рулонов марок новыми. Следует отметить, что попытки создания машины, работающей марками, находящимися в листах или вкладываемыми в стопки, до настоящего времени не увенчались успехом. Рулоны марок со счетными аппаратами изображены на фиг. 3. Каждому рулону марок соответствует свой счетчик, отмечающий число израсходованных марок. Все рулоны с марками и счетчики находятся на подвижной каретке, которая ставится т. о., чтобы против надлежащего места пакета была нужная марка. После того как эта установка выполнена, поворачивают ручку; в это время происходят следующие операции: а) собственно франкирование (оплата)—марка подается, смачивается водой, отделяется от ленты и прижимается к пакету; б) перфорация марки—снабжение каждой марки перед тем, как она покинет машину, знаками, обычно буквами (перфорирующее приспособление изображено на фиг. 4); в) подсчет марок, пропускаемых через аппарат; результат подсчета указывается счетчиком. С целью предохранения от хищения марок, аппарат снабжен секретным контрольным счетчиком, регистрирующим непосредственно движения приводного вала. Чтобы нельзя было производить одновременный поворот обоих счетчиков при пустом рулоне, аппарат снабжается особым устройством, не позволяющим производить вращение вала, если в каком-либо барабане нет марок. Производительность аппарата ок. 3 000 отправлений в час. Для этой же цели существуют и более простые аппараты, напоминающие



Фиг. 4.

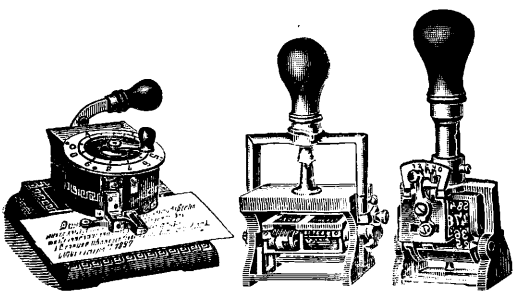


Фиг. 5.

по виду нумеровальные штемпеля (фиг. 5) для одного сорта марок. Марки закладываются в аппарат также в виде рулона; они смачиваются, приклеиваются к конверту и подсчитываются аппаратом.

3. Штемпельные нумераторы (фиг. 6) с перестанавливающимися знаками и цифрами применяются с целью отметки путем перфорации на денежных документах различных знаков, напр.: год, месяц, дата, а также каких-либо необходимых отличительных слов. Нужный набор цифр и знаков производится горизонтальной ручкой, а сама перфорация — ручкой, находящейся сзади аппарата.

4. Нумераторы в узком смысле слова представляют собой штемпеля, в которых перестановка цифр производится автоматически, после каждого штемпелевания. Нумераторы применяются для простановки ряда последовательных чисел, знаков на страницах, листах бумаги, входящих доку-

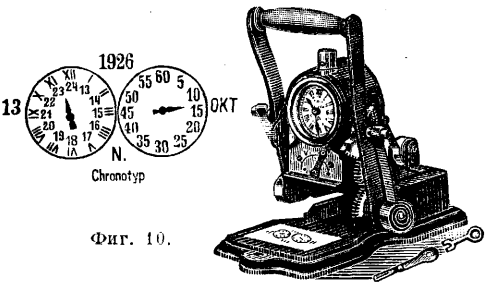


Фиг. 6. Фиг. 7. Фиг. 8.

ментах, знаков контроля и т. п. В этих аппаратах имеется счетчик, автоматически переставляющийся на единицу при каждом штемпелевании. Размер цифр, отпечатываемых нумераторами, бывает 2÷10 *мм*. Одновременно с цифрами нумераторы могут отпечатывать отдельные слова, год, месяц, дату и т. п. На фиг. 7 изображен нумератор обычного типа, переставляющий счетчик после каждого нажима на единицу. На фиг. 8 представлен универсальный нумератор, снабженный приспособлением, дающим возможность печатать: 1) постоянно одно и то же число, 2) число, последовательно изменяющееся, 3) каждое число по два, три и четыре раза, после чего нумератор автоматически переставляется на единицу, 4) последовательный ряд четных или нечетных чисел, т. е. 1, 3, 5 и т. д., 5) то же, но по два раза каждую цифру. Вращающиеся литеры м. б. снабжены пропусками, так что можно печатать как с ними, так и без них. Нумераторы в настоящее время могут быть снабжены сквозной десятичной передачей, и печатают без перерыва и перестановки с № 1 до № 9999.

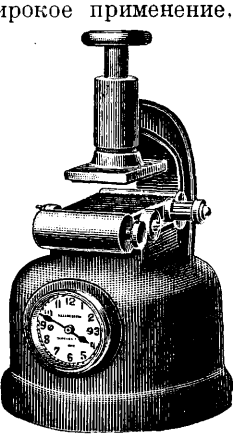
Фиг. 9.

5. Нумераторы, отмечающие время. В последнее время в связи с развитием контроля и необходимостью внесения в него элемента времени, а равно вследствие больших успехов в производстве часовых механизмов, позволивших выпускать таковые в



Фиг. 10.

массовом порядке, нумераторы стали снабжать часами, соединяя при помощи передаточного механизма часовой и печатающий механизмы. На фиг. 9 представлен оттиск одного из самых простых нумераторов этого типа системы «Joslin». Аппарат дает возможность наносить на документ год, месяц, число, час, а также любой текст. В более совершенных Н. а. печатающее устройство отделено от механизма часов, почему при штемпелевании часовой механизм подвергается сотрясениям в значительно меньшей степени. Конечно такое устройство удорожает прибор, но зато значительно повышает надежность его работы. На фиг. 10 представлен нумератор марки «Chronotyp», дающий оттиск года, месяца, числа и минуты, а равно указания «до полудня» или «после полудня» и постоянный текст; по желанию этот Н. а. снабжают автоматическим пятизначным нумератором. В настоящее время аппараты эти получают широкое применение, вытесняя в нек-рых случаях более дорогие регистрирующие аппараты (часы), служащие для отметки рабочего времени. Нумератор времени, к-рый служит для производства именно такой операции, представлен на фиг. 11. Аппарат работает при посредстве красочной ленты и кроме даты, часа и минут и постоянного текста может отпечатывать до семи различных слов, помещаемых на особом вращающемся валике. Часовой механизм в нумераторах времени снабжают заводом до 6—8 дн. Нельзя конечно еще сказать, что нумераторы могут вытеснить регистрирующие контрольные часы, представляющие собой неразрывное целое со всей системой принятого контроля и учета рабочего времени на предприятии, но можно полагать, что в небольших учреждениях нумераторы времени найдут широкое применение и при разработке общей системы контроля времени работы они должны быть учтены как необходимые механические приборы.



Фиг. 11.

Лит.: Handb. der Büromaschinen, hrsg. v. Verlag der «Büro-Industrie», Berlin, s. a.; Illustriertes Orga-Handbuch erprobter Büromaschinen, hrsg. v. L. Brauner und V. Vogt, Berlin, 1921.

В. Дроздов.

НУТАЦИЯ, гармоническое эллиптически поляризованное колебательное движение оси *волчка* (см.), которое, складываясь с прецессионным невозмущенным движением ее, дает истинное движение последней (см. *Прецессия*). С явлениями Н. особенно часто приходится встречаться в астрономии и в баллистике.

Н. в астрономии. Притяжение луной и солнцем земного сфероида дает пару сил, стремящуюся повернуть землю в такое положение, чтобы плоскость земного экватора проходила через центры этих светил. Соединяясь с жироскопическим эффектом вращения земли, действие такой пары сил вызывает двоякого рода колебание оси вращения земли, состоящее из медленного прогрессивного прецессионного движения оси по конусу с углом при вершине в 23° и полным периодом обращения ее около 26 000 лет, и мелких вибраций оси с амплитудой в 9″ около своего среднего положения с периодом в 18,6 года, равным периоду обращения узлов лунной орбиты. Последнее движение, представляющее явление нутации земной оси, обусловлено тем обстоятельством, что склонение луны, в зависимости от положения узлов ее орбиты, колеблется в различных пределах, изменяющихся от ±18 до ±28°. Вызывая колебание плоскости земного экватора, нутация влияет на склонение светил, а через перемещение точки весеннего равноденствия изменяет прямые восхождения и долготы; кроме того меняется и наклонность эклиптики к экватору. Вследствие этого различают: Н. по прямому восхождению, Н. по склонению, Н. по долготе и нутацию по наклонности. Математические формулы для практических вычислений нутации довольно сложны.

Лит.: D'Alembert J., Recherches sur la précession des équinoxes et sur la nutation de l'axe de la terre, Paris, 1749; Tisserand F., Traité de Méchanique céleste, t. 2. Paris, 1891; Oppolzer Th., Lehrbuch d. Bahnbestimmung, d. Kometen u. Planeten, B. 1, Wien, 1882; Ball L., Lehrbuch d. sphärischen Astronomie, Leipzig, 1912. **А. Михайлов.**

Н. в баллистике. В *баллистике* (см.) с явлением нутации встречаются при определении величины угла между осью фигуры летящего снаряда и касательной к траектории его центра тяжести. Нутация артиллерийского снаряда является одним из факторов, отрицательно влияющих на однообразие полета нескольких выстреленных последовательно снарядов, вследствие чего для повышения меткости снаряда добиваются исключения причин, вызывающих нутацию. Важнейшими из этих причин являются: расположение ц. т. снаряда не в точности на оси его фигуры (эксцентриситет массы снаряда), недостаточн. центрирование снаряда при движении его по каналу орудия и претерпеваемые снарядом резкие толчки в момент вылета из канала орудия. Эти причины создают несовпадение мгновенной оси вращения, сообщаемого снаряду, с осью его фигуры, к-рая т. о. к своему вращательному движению вокруг касательной к траектории ц. т. получит еще нек-рое добавочное движение циклоидального характера. Изучение вопросов вращательного движения артиллерийского снаряда современной конструкции дает указание на то, что Н. носит характер затухающего явления и т. о. имеет наибольшую величину на начальном участке траектории. **В. Шелков.**

Лит.: см. *Прецессия*.

О

ОБВАЛ, быстрое перемещение масс горных пород, образующих преимущественно крутые склоны долин. При падении оторвавшаяся от склона масса пород разбивается на отдельные глыбы, к-рые, в свою очередь дробясь на более мелкие части, засыпают дно долины. Если по долине протекала река, то обвалившиеся массы, образуя запруду, дают начало долинному озеру. О. склонов речных долин вызываются подмывом реки, особенно в половодье. В высокогорных областях причиной обвалов обычно служат появляющиеся трещины, которые, пропитываясь водой (и особенно при замерзании воды), увеличиваются в ширину и глубину до тех пор, пока отделяемая трещиной масса от какого-нибудь толчка (землетрясение) или после сильного дождя (особо сильное пропитывание трещины водой) или же какой-нибудь иной причины, иногда искусственной (напр. проведение ж.-д. выемки или карьера у подножья склона), не преодолеет сопротивления удерживающих ее пород и не обрушится в долину. Величина обвала варьирует в самых широких пределах, начиная от обрушения от склонов небольших обломков пород, которые, накопляясь на более пологих участках склонов, образуют т. н. о с ы п и, и до обвала огромных масс, измеряемых млн. $м^3$, представляющих в культурных странах огромные бедствия. У подножья всех крутых склонов гор всегда можно видеть обвалившиеся сверху камни, причем в участках, особо благоприятных для накопления их, эти камни покрывают сплошь иногда значительные площади (так называемый «хаос» в Алупке на Крымском побережьи, подножье горы Таганай на Южном Урале и т. д.).

При проектировке ж.-д. трасы в горах необходимо особо внимательно выяснять участки, неблагополучные по О., и, если можно, их обходить. При закладке в склонах карьеров и проведении выемок всегда следует производить осмотр всего склона, изучая характер и напластование пород, направление трещин, отдельностей, чтобы разработка карьера не нарушила устойчивости вышележащих пород. При проведении дорог особо крутые склоны закладываются штучным камнем насухо или на цементе. Надо иметь в виду, что каолинизация, хлоритизация и серицитация пород увеличивает начальное скольжение пород (сравнительно с неизмененными породами), и выемки в подобных породах должны быть особо тщательно ограждены от возможных О.

В высокогорных областях, выше снеговой линии, приходится часто считаться со снежными обвалами. Они возникают на крутых склонах, откуда накопившийся и часто слежавшийся снег периодически скатывается вниз. В районах снежных обвалов не следует возводить поселков, дороги необходимо защищать крытыми галлереями, и на склонах производить лесные насаждения, удерживающие лучше всего снег от сползания. Районы снежных обвалов необходимо устанавливать из опроса местных жителей, причем необходимо исследовать: 1) направление и путь О., 2) периодичность их, 3) время О. и 4) размеры пространства, заполненного упавшим снегом.

Совершенно другого рода обвалы в районах распространения горных пород, легко выщелачиваемых водой (известняки, доломиты, гипсы, каменная соль). Просачивающаяся с поверхности вода весьма часто в этих породах выщелачивает большие пустоты (пещеры), и если такая пещера образовалась близ земной поверхности, то по достижении большого объема потолок пещеры обваливается, а на поверхности земли образуется впадина (в о р о н к а, п р о в а л); иногда эти впадины заполняются водой, и образуются так наз. «провальные озера». Подобные явления характерны для многих районов, где распространены соответствующие породы. В этих районах при сооружении капитальных построек (зданий и ж. д.) на месте каждой постройки необходимо производить исследование грунта, во избежание разрушения построенных зданий. Игнорирование подобных явлений вызывает впоследствии необходимость постоянного ремонта пути, влекущего большие расходы (участок жел. д. близ гор. Уфы). В этих районах труднее разрешать вопросы водоснабжения, поиска и подсчетов запасов воды, а также производство гидротехнич. сооружений. Направление подземных водных потоков крайне прихотливо; сооружение плотин и выемки канав в таких местах могут послужить причиной возникновения процессов выщелачивания пород, до того защищенных сня-

тыми искусственно породами. Провалы наблюдаются также в пределах каменоломен и рудников, благодаря обрушению кровли пород над выработанными пространствами. Для предупреждения разрушения построек необходимо под ними производить закладку выработанного пространства, или же оставлять нетронутыми целики разрабатываемых пород

Лит.: Иванов А., Уфимские воронки, Сборн. инж. путей сообщения, СПБ, 1892; Борисяк А., О горных обвалах в Крыму, Сборник памяти И. В. Мушкетова, СПБ, 1905; Каракаш Н. И., Геологич. очерк проектирования жел.-дор. линии Пермь—Курган, СПБ, 1906; Козьменко А., Провальные и оползневые образования в Тульской губ., «Землеведение», М., 1909, кн. 3 и 4; Соболев Н., О карстовых явлениях Онежско-Двинского водораздела, «Известия Геогр. об-ва», СПБ, 1899, т. 35, 5; Сокович Е. А., Ж.-д. работы в неустойчивых грунтах, «Инж. дело», СПБ, 1905, 2—3; Beischlag F., Wert d. Geologie f. die Praxis besonders f. d. Eisenbahnbau, Berlin, 1902.

П. Топольницкий.

ОБВАЛОВАНИЕ, способ защиты валами—*дамбами* (см.) поемных земель от затопления весенними и летними паводками или высокими морскими приливами в том случае, если обычные приемы регулирования стока паводков технически трудны и экономически невыгодны. Береговые дамбы строятся на одном берегу, если второй берег не заливается высокими водами, или на обоих берегах, если оба берега поемные и

Фиг. 1.

заливаются. Расстояние между осями валов, проектируемое по двум берегам, зависит от максимальной величины паводков. Расстояние между дамбами B определяется из соотношения:

$$\frac{B}{b} = \left(\frac{t}{T}\right)^{\frac{2}{3}},$$

где b—ширина затопленной паводком поймы, t—величина подъема воды в пойме во время паводка, T—глубина воды в обвалованном русле. Величина повышения уровня воды в обвалованной реке выбирается в зависимости от желательной высоты валов и равна (фиг. 1):

$$Z = \frac{4(\Delta F_1 v_1 + \Delta F_3 v_3)}{5(x_1 v_1 + b_2 v_2 + x_3 v_3)},$$

где: ΔF_1—площадь живого сечения реки между левым берегом и валом, v_1—средняя скорость для площади ΔF_1, ΔF_3—площадь живого сечения реки между правым берегом и валом, v_3—средняя скорость для площади ΔF_3, x_1 и x_3—ширина предвальев и b_2—ширина главного русла поверху. Скорости v_1, v_2 и v_3 обычно определяются по формулам Германека (см. *Движение воды*). Валы, ограждающие пойму от разлива весенних вод, называются весенними валами, а защищающие пойму от летних паводков—летними валами.

При проектировании дамб необходимо соблюдать следующие условия: 1) дамба д. б. возведена на прочном и надежном грунте; 2) оси дамб д. б. параллельны между собой и параллельны стрежню потока паводковых вод; 3) необходимо избегать крутых закруглений и внезапных сужений и уширений живого сечения реки; 4) на поворотах оси дамб должны иметь плавное очертание; 5) дамбы концами должны прилегать к возвышенностям коренных берегов; 6) в местах поворота русла дамбы проектируются ближе к вогнутому берегу; 7) в целях уменьшения длины дамб необходимо использовать естественные возвышения; 8) пониженные места поймы должны быть внутри ограждаемой валами местности в целях возможности их кальматирования. Профили валов рекомендуется проверять—в целях предупреждения размягчения и усиленной фильтрации—при помощи линии депрессии. Линия депрессии (фиг. 2), будучи проведе-

Фиг. 2.

на на профиле дамбы от точки пересечения наружного—речного откоса ее с уровнем высокой воды, с уклоном внутрь тела дамбы: от 1 : 6 до 1 : 5 для песчаных валов и от $1^1/_2$ до $1 : 3^1/_2$ для других водопроницаемых материалов, а для глин $1 : 2^1/_2$, не должна выходить из подошвы внутреннего откоса; в противном случае вал делают с банкетом и кроме того оставляют берму из нетронутой земли (фиг. 2). Ширина бермы обычно берется с внутренней стороны 4—6 *м*, а с внешней 5—10 *м*. Банкет делается по внутреннему откосу шириной 3—4 *м* и высотой над поверхностью земли 1—2 *м*. Канав вдоль валов избегают делать; если же в них встречается необходимость (осушение поймы), то их располагают не ближе 20 *м* от дамб. Для въезда на валы устраивают рампы—мощеные въезды шириной 2,5 *м*, с уклоном по оси 1:12 и под острым углом к оси вала. Лучшим материалом для вала является глина с примесью 40—50% песка. Мало пригодны болотные земли. Растительный грунт лучше, но подвергается порче кротами и сусликами. Материал для вала обычно берется в пределах предвалья и отдельных мелких котлованов вдоль бровки откоса. Если же грунт под валом водопроницаемый, делают — в целях предупреждения фильтрации — глиняный замок (см. *Земляные плотины*). При насыпке валов из песка или другого водопроницаемого материала делают глиняное ядро шириной понизу 1—1,5 *м* и поверху 0,5—0,75 *м*. Вместо ядра внешний—речной—откос дамбы иногда покрывают слоем глины толщиной 0,5—1,0 *м*, упирающимся в заделанную глиной канаву. Одежда речного откоса б. ч. состоит из дерна, а на участках с вогнутыми берегами откос м. б. укреплен более капитальным материалом. На участках вала, подвергающихся размыву и разрушению (на вогнутом и низком берегу), кроме крепления откосов прибегают иногда к устройству так наз. шпор или пят защитных дамб для того, чтобы от подошвы откоса удалить динамическую ось потока. В целях предотвращения обвалованного участка от заболачивания водами поверхностного стока, а также фильтраци-

онными почвенными и грунтовыми водами его снабжают обычно осушительной сетью (см. *Осушение*). Модуль стока (см. *Гидромодуль*) берут при этом в пределах от 0,5 до 1,0 *л/ск* с 1 *га*. Система осушительных каналов на обвалованной площади имеет внутренний магистральный канал, подведенный к *шлюзу* (см.), через который он соединяется при помощи наружного магистрального канала с водоприемником. Для выпуска воды из пределов обвалованной площади устраиваются водоспускные отверстия в виде: а) труб и галлерей, проходящих через тело дамбы, б) щитовых или шандорных шлюзов, в) двустворчатых ворот, запирающихся при избыточном давлении с наружной стороны дамбы. В СССР работы по О. кроме низменных территорий населенных пунктов приходится вести гл. обр. при осушении затопляемых низменностей, так наз. плавней, представляющих весьма плодородные почвы (кубанские, днестровские, днепровские и другие плавни).

Лит.: Костяков А., Основы мелиорации, М., 1927; Рейхман С., Инструкция по постройке, содержанию и ремонту оградительных валов, М., 1925; Pickels G. W., Drainage and Flood Control Engineering, N. Y., 1925. **А. Калабугин.**

ОБЕЗЖИРИВАНИЕ применяется гл. обр. для получения жиров растительного или животного происхождения (см. *Маслобойное производство* и *Маслоэкстракционное производство*). Экстракционный способ получения жира применяется в *кожевенном производстве* (см.) или овчинном производстве. Как кожа, так и волос животного содержат жир в различных количествах. Наиболее богаты жиром овечьи шкуры (овчины). Количество жира в шкурах взрослых овец колеблется в больших пределах в зависимости от породы и корма. Шкуры русских овец обычно содержат 8—35% жира, шкуры ордынских и монгольских 12—60% жира, считая на вес сухой кожи без волоса. Перед О. шкуры размачивают в воде (отмока), после чего подкожный слой жира вместе с подкожной клетчаткой механически сдирают: или вручную, тупым ножом, мездряком, либо при помощи мездрильных машин. Этот процесс (мездрение) не дает полного О., для достижения к-рого употребляют дополнительно ряд других способов, из которых наиболее распространенным в З. Европе является экстракционный способ. При этом способе растворителями являются трихлорэтилен, бензин, четыреххлористый углерод. Бензин менее ядовит, нежели трихлорэтилен, но последний зато менее опасен, чем бензин. Четыреххлористый углерод является наиболее дорогим растворителем.

О. производят в аппаратах различных систем, но построенных по одному и тому же принципу. Обычно экстракционный аппарат состоит: 1) из экстрактора, в который завешивают сухие квашеные или же пикелованные шкуры, 2) резервуаров для растворителя и насосов к ним, 3) компрессора, продувающего воздух через калорифер и экстрактор, 4) холодильников, которые улавливают пары растворителя, унесенные из экстрактора воздухом, 5) перегонного куба для регенерации растворителя. В СССР в добавление к такому аппарату предложен *скруббер* (см.) для более полного улавливания паров растворителя. Обычная емкость экстрактора равна 10 $м^3$. Для О. овчин в экстрактор с завешенными в нем сухими шкурами заливается растворитель, в течение нескольких часов насосами производится перемешивание, а также смена одной порции растворителя другой порцией, менее насыщенной жиром; после этого растворитель с извлеченным жиром поступает в перегонный куб, в котором растворитель отгоняется от извлеченного жира. Экстрактор со шкурами после слива растворителя продувают воздухом, нагретым в калорифере до 40°. Унесенные воздухом пары растворителя улавливаются в холодильнике. При О. бензином следует употреблять легко кипящие сорта бензина, дающие возможность быстрее и тщательнее производить удаление его из шкур. Необходимым условием экономичности О. является тщательная регенерация растворителя. При нормальной работе следует считать потерю бензина не выше чем 100 *г* на овчину среднего размера. Чрезмерное извлечение жира из шкур вредно отражается на качестве готовых изделий, поэтому не следует уменьшать содержание жира в шкуре ниже 6%, считая на вес сухой кожи без волоса. При О. шкур растворителями наблюдается понижение эластичности волоса, к-рый делается хрупким и ломким. Для устранения этого явления рекомендуют в последней порции растворителя, употребляемого для экстракции, не понижать содержание жира ниже 7—8%. Более простым и удобным способом явился бы способ О. в барабанах эмульсиями, составленными из бензина, скипидара или иного растворителя в смеси с водой и эмульсаторами. В качестве последних могут употребляться натровые соли сульфонафтеновых кислот (см. *Контакт*), смесь натровых солей нафтеновых и сульфонафтеновых кислот (мылонафт, ализариновое масло и др.). В барабан с такой эмульсией загружают шкуры и вращают барабан 3—4 часа, после чего сливают эмульсию вместе с извлеченным жиром и промывают шкуры тепловатой водой. Жировую эмульсию подвергают регенерации: для этого эмульсию подкисляют, нагревают и отделяют всплывающий наверх слой жира с эмульсатором. Этим способом получается менее полное извлечение жира из шкуры, чем экстракционным способом, но при наличии нек-рых технологич. и экономич. данных эмульсирование может иметь применение в промышленности. Впервые в СССР этот способ был предложен проф. Ланговым. Наименее совершенным является обезжиривание шкур глиной. Для этого употребляют глину, размешанную с водой в пасту, к-рую намазывают на бахтарму шкуры и завешивают шкуры в сушила. Во время высушивания (обычно при $t°$ 45—50°) глина, намазанная на шкуры, теряет влагу и абсорбирует жир из шкуры. Сухую глину удаляют со шкуры и затем процесс повторяют снова. Обычно для О. глиной требуется повторение намазки и сушки 3—5 раз. Этот способ в настоящее время вытесняется способом экстракции жира растворителя-

ми. Волос мелких животных: кошки, песчанника, сурка и пр. обычно обезжиривают намазью слабым раствором нашатырного спирта. Волос мерлушки, кролика, зайца обезжиривается растворами едкого натра 0,6—0,7° Bé или же растворами углекислого натра 8 *г* на 1 *л* воды. После такого О. шкуры промывают теплой водой. Очень жирные шкуры тюленя обезжиривают 0,5—1%-ным раствором едкого натра в барабане при начальной темп-ре в 50° в течение 1 часа. Если обезжиривание недостаточно, его повторяют, но с меньшей концентрацией едкого натра. Полученная смесь эмульгированного жира вместе с частично образовавшимся мылом утилизируется. **Н. Щеколдин и К. Зяблов.**

ОБЕРТОНЫ, чистые тона с синусоидальными колебаниями, входящие в состав сложного музыкального звука, обладающие частотами бо́льшими, нежели частота основного тона. Всякая периодическая ф-ия времени с периодом T м. б. разложена на составные гармонич. колебания и представлена в виде ряда Фурье (см. *Фурье теорема*). Т. о. всякий колебательный процесс (акустический, электрический, механический) м. б. представлен в виде суммы простых колебаний с частотой, соответствующей $f = \frac{1}{T}$, и частотами, кратными f. Гармонич. колебания, соответствующие члену ряда с наибольшим периодом $T = \frac{1}{f}$, представляют собой основной тон (колебания основной частоты), остальные—с периодами $\frac{T}{2}, \frac{T}{3}, \frac{T}{4}$ — являются его первым, вторым, третьим... обертонами (или верхними гармоническими колебаниями). Частоты колебаний основного тона и его гармонич. О. относятся как 1:2:3:4:... Наличие тех или других О. в составе звука, а также относительная интенсивность О. обусловливают тембр звука. Вообще говоря, интенсивности О. уменьшаются вместе с их номерами. В струне при ее колебаниях могут возникать все О.; относительная интенсивность возникающих в струне О. зависит от способа приведения ее в колебание. В открытых органных трубах, как и в струнах, могут возникать все О., а в закрытых—лишь четные; в последнем случае числа колебаний основного тона и его О. относятся как 1:3:5:7:... Электрич. О., возникающие в проводах, где существуют электрич. колебания, соответствуют О. в закрытых или открытых трубах, смотря по характеру колебаний, существующих в проводе. Опыты Флетчера показали, что разборчивость речи сильно падает при устранении из звуков голоса присущих ему наиболее высоких О., несмотря на то, что они обладают весьма малой интенсивностью. **П. Беликов.**

ОБЕССЕРИВАНИЕ, процесс выделения серы из металла в шлак. Этот процесс имеет огромное значение в доменном производстве и при переделе чугуна в железо и сталь. Несмотря на то, что при благоприятных условиях передела он принимает значительное развитие, все же стараются дать такой чугун, к-рый позволял бы получить достаточно чистую в отношении серы сталь, не прибегая к особым приемам работы, удорожающим производство. Это осуществляется подбором материалов для доменной плавки. При работе на древесном угле обессеривание в доменной печи не может итти далеко, т. к. кислые шлаки уводят с собой не более $^1/_2$ всей серы шихты; вследствие этого сернистые руды тщательно обжигают (в Швеции), а богатые серой руды подвергают магнитному обогащению для отделения пирита (FeS_2—главный, но не единственный источник серы в руде), концентрат же обжигают для удаления остатков серы. При выплавке чугуна на коксе или антраците сера, содержащаяся в минеральном горючем, попадает в шихту (максимум—в донецком минеральном горючем—2—$2^1/_2$% S); при работе же на сильно основных (известковых) шлаках сера переводится в шлак в количестве 96% содержания ее в шихте, но в таком случае всякое охлаждение горна дает сильно сернистый продукт (см. *Доменное производство*). Невозможность удаления серы из шихты (до известного предела) делает необходимым возможно полное удаление серы из чугуна путем выдерживания его (6—8 ч.) в *миксере* (см.), где продолжается процесс О. при пониженной темп-ре, а затем переделом его в основных печах, где удается удалять до $^2/_3$ всей серы шихты в шлак (см. *Мартеновское производство*). **М. Павлов.**

ОБЖИГ в керамике, см. *Фарфоровое производство*.

ОБЖИГ РУД, прокаливание руд при $t°$ ниже темп-ры их плавления, с целью изменения химич. состава, а именно: 1) удаления влаги, гидратной воды и углекислоты; 2) перевода низшей степени окисления металла в высшую; 3) удаления серы, мышьяка и сурьмы окислением их; 4) перевода окисных и сернистых соединений в хлористые (т. н. хлорирующий обжиг). Попутно достигается и другая цель—изменение физич. состояния руды. От нагревания и охлаждения она становится более пористой и трещиноватой, хрупкой, легко дробящейся на мелкие куски.

Наиболее простой является операция обжига бурого железняка для удаления воды, т. к. окисления при этом не происходит, но удаление углекислоты уже вызывает побочные химич. реакции, меняющие состав продукта разложения. Напр. обжиг сидеритов при доступе воздуха дает в продукте окись железа, образующуюся от окисления магнитной окиси железа как продукта разложения углежелезной соли по ур-иям:

$$3\,FeCO_3 = Fe_3O_4 + CO + 2\,CO_2,$$
$$2\,Fe_3O_4 + O = 3\,Fe_2O_3.$$

Переход в окись обычно не бывает полным; сопровождающая углежелезную соль изоморфная соль марганца переходит только в окисел Mn_3O_4. Обжиг магнитного железняка сопровождается и окислением серы, если приток воздуха регулируется правильно, и в печи устанавливается окислительная атмосфера. Происходящий при этом процесс довольно сложен, т. к. сернистое соединение железа (обычная вредная примесь руд) сопровождается сернистыми соединениями Cu, Zn и иногда Pb. Эти соединения теряют серу, окисляясь в окислы, но сера, переходя сначала в сернистый газ, превращается затем, под ка-

талитич. влиянием окислов металлов, в серный ангидрид, образующий с окислами или закисями металлов сернокислые соли, к-рые всегда получаются как промежуточные продукты обжигания в нек-рой части печи. В области наивысшей $t°$, при опускании руды вниз в шахтных печах или при передвижении к топке в отражательных, сернокислые соли разлагаются на серный ангидрид и окисел металла. Эти последовательные стадии хода процесса окислительного обжига м. б. представлены так:

$$MeS + O_3 = MeO + SO_2,$$
$$SO_2 + O + (MeO \text{ или } SiO_2) = SO_3 + (MeO \text{ или } SiO_2),$$
$$SO_3 + MeO \rightleftarrows MeSO_4.$$

Серебро дает сернокислую соль. Сернистая ртуть дает не соль, а металл:

$$HgS + O_2 = SO_2 + Hg.$$

Из сернокислых металлов при наиболее низкой $t°$ (500°) разлагается серножелезная соль, за ней следуют соли меди (700°) цинка (760°) и серебра (925°); соль свинца не разлагается при $t°$ обжига. Аналогичный процесс происходит и с мышьяковистыми соединениями при О. р. цветных металлов, содержащих мышьяк наряду с серой: получается окисел металла и летучий мышьяковистый ангидрид (As_2O_3), часть к-рого переходит в высшую степень окисления (As_2O_5), образующую с окислами металлов мышьяковистые соли, не разлагаемые при $t°$ обжига. Т. о. полное удаление мышьяка при обжиге (без восстановителей) не достигается. Сурьмянистые соединения при обжиге дают соединения, аналогичные мышьяковистым, но окислы Sb_2O_3 и Sb_2O_5, соединяясь между собою, дают прочный окисел SbO_2, неизвестный для мышьяковистых соединений.

Хлорирующий обжиг ведется в присутствии поваренной соли, к-рая дает хлор и (с водяными парами) соляную к-ту для перевода в хлористые соединения окислов металлов и их сернистых соединений по ур-иям:

$$2NaCl + 2SO_3 = Na_2SO_4 + SO_2 + Cl_2$$
$$2NaCl + SiO_2 + O = Na_2SiO_3 + Cl_2$$
$$2NaCl + SO_3 + H_2O = Na_2SO_4 + 2HCl$$
$$2NaCl + SiO_2 + H_2O = Na_2SiO_3 + 2HCl$$
$$Ag_2 + Cl_2 = 2AgCl$$
$$Au + Cl_3 = AuCl_3$$
$$Cu_2S + 2Cl_2 + O_3 = 2CuCl_2 + SO_3$$
$$Cu_2S + O_3 + 2HCl = Cu_2Cl_2 + SO_2 + H_2O.$$

Во избежание сплавления О. р. ведется при довольно низкой $t°$, равной 600÷800°; для бурых железняков достаточна более низкая $t°$ (400°), но ее трудно осуществить. Исключение составляет О. р. на дутье, сопряженный со спеканием,—в этом случае $t°$ достигает 1 000—1 100°.

О. р. ведется в *печах* (см.), размеры и конструкция к-рых отличаются крайним разнообразием, так как находятся в зависимости: 1) от целей, преследуемых обжигом, 2) состояния, в каком находится руда (куски, мелкие зерна, порошок или пыль), 3) химического состава руды (степень окисления, содержание серы), 4) назначения газообразных продуктов обжига.

Удаление летучих веществ (H_2O и CO_2) может достигаться в простейших печах костровых или же кучах; оно практикуется на рудниках, если вблизи их имеется лес и расстояние перевозки руды до завода велико (перевозка балласта слишком удорожает руду). В кучах обжигается и богатая серой руда (медная), если она кусковая. Шахтные печи применяются для окислительного обжига магнитных железняков и полиметаллич. руд, обходящихся часто без горючего (теплота дается выгорающей серой). Пламенные (отражательные) печи применяют для обжига порошковатой руды; в настоящее время уже сравнительно редко прибегают к обыкновенным печам этого типа с ручным передвижением материала: обычно ставят пламенные многоэтажные печи с механическим передвижением обжигаемой руды (печи типа Герресгофа и их видоизменения). Наконец, если применяются газообразные продукты обжига для производства серной к-ты (если в них не меньше 4% SO_2), то приходится прибегать к муфельным печам; они требуют порошковатой руды с неспекающейся пустой породой.

Из сказанного вытекает, что результаты работы печей, в которых производится О р., должны быть крайне разнообразны как в отношении расхода горючего, так и производительности—абсолютной (в сутки) и по отношению к размерам печи (объему шахтных печей и площади пода отражательных). Для сравнения приводится несколько примеров. При О. р. в кучах расходуется дров (в СССР) от 20 до 16% веса обжигаемой руды, если ведется удаление воды и углекислоты; богатые серой руды (12—30%) обжигаются без топлива как в кучах, так и в многоэтажных печах. Производительность обжига руд в кучах находится в зависимости от размеров кучи и от длительности операции: и то и другое меняется в значительных пределах (кучи медных руд обжигаются по нескольку месяцев, а бурых железняков—по нескольку дней). В шахтных печах обжигается 1 *т* железной руды в сутки на 2—3 *м*³ вместимости печи при расходе каменноугольной и коксовой мелочи 4—5%. Размеры пламенных печей с обыкновенной топкой и перемешиванием вручную допускают выход сернистой руды 70÷140 *кг* в сутки на 1 *м*² площади пода при расходе каменного угля от 10 до 30% веса руды. В печах с механич. передвижением руды (типа Герресгофа) получается около $2^1/_2$ *т* на 1 *м*² площади пода в сутки. В спекательных машинах системы Дуайт-Ллойда количество обжигаемой железной руды на 1 *м*² площади корыт в 4 раза больше, чем в печах; расход горючего—от 7 до 10% веса руды.

I. Обжиг железных руд. В настоящее время обжиг железных руд является довольно редкой операцией, применяемой к очень незначительному количеству некоторых руд—главн. обр. для удаления серы из магнитного железняка при одновременном окислении его для переплавки на древесном угле (Швеция, газовые печи Вестмана); в коксовых доменных печах магнитный железняк переплавляется без обжига. Шпатоватый железняк и сидериты обжигаются во избежание перевозки углекислоты (из Испании например в Англию); но вблизи месторождений эти руды частью поступают в печи сырыми (напр. з-д

Эйзенэрц у горы Эрцберг в Штирии). Очень бедный кливлендский сидерит обжигается весь в целях уменьшения расхода горючего (обожженная руда имеет только 38% железа и дает до 1,7 шлака на единицу чугуна). Обжиг ведется в печах Джерса. **М. Павлов.**

О. р. цветных металлов. По характеру протекающих при О. р. химич. реакций и физич. изменений различают следующие разновидности обжига: диссоциирующий (кальцинация), восстановительный, окислительный, сульфатизирующий, хлорирующий, обжиг со спеканием, с улетучиванием и шлакующий. Отдельные виды обжига руд обыкновенно комбинируются в одном процессе друг с другом, поэтому резкой грани между ними провести невозможно.

О. р. диссоциирующий чаще всего носит название кальцинации, т. к. раньше всего он стал применяться для получения извести. Процесс заключается в разложении (диссоциации) при нагревании ряда минералов или веществ, имеющихся в обжигаемом материале. Чаще всего этим путем удаляют гидратную или кристаллизационную воду и углекислоту из карбонатов. При обработке окисленных цинковых руд, содержащих цинковый шпат ($ZnCO_3$), руды нагревают до $t°$ порядка 500°, причем цинковый шпат разлагается согласно ур-ию $ZnCO_3 = ZnO + CO_2$. Обожженная руда затем поступает на дистилляцию. При подготовке боксита ($Al_2O_3 \cdot 2H_2O$) для последующего выщелачивания глинозема его обжигают при $t°$ от 350—1 000° в зависимости от желаемой полноты дегидратации, причем боксит теряет 14—30% по весу воды (в зависимости от чистоты, влажности и полноты дегидратации). Одновременно идет окисление органич. примесей, обычно содержащихся в боксите. Водная окись алюминия—конечный продукт переработки боксита на глинозем—в таком виде непригодна для производства алюминия; поэтому она поступает в обжиг при $t°$ порядка 1 500°; в результате этого получается безводный и негигроскопичный глинозем. Нагревание до 700—800° в нейтральной атмосфере руды, содержащей пирит, приводит к расщеплению его на магнитный колчедан и серу: $7\,FeS_2 = Fe_7S_8 + 6\,S$. Полученный продукт м. б. подвергнут магнитному обогащению, причем отделяется магнитный сульфид железа. Такой процесс в свое время предполагалось поставить для обогащения садонских и дзансульских руд. Обжиг этого рода для крупнокусковых материалов можно вести в кильнах—невысоких шахтных печах с колосниками того же типа, что применяются для обжига извести. Более мелкий материал обычно обжигают во вращающихся печах, которые иногда также называют кильнами. В прежнее время обыкновенно такой обжиг производился в кучах или стойлах.

Восстановительный О. р. заключается в нагревании материала достаточно измельченного либо в восстановительной атмосфере, напр. генераторного газа, либо с примесью мелкого угля—штыба. Такой обжиг иногда применяется для окисленных медных руд, особенно содержащих медь в виде хризоколлы ($CuSiO_3 \cdot 2H_2O$). Предварительная кальцинация освобождает руду от воды и углекислоты (из малахита и азурита). Затем руда нагревается в струе генераторного газа при $t°$ 1 000—1 200°. Хризоколла восстанавливается и при этом образуется металлическая медь:

$$CuSiO_3 + CO = Cu + CO_2 + SiO_2.$$

Аналогично восстанавливаются и другие окисленные соединения меди. Обожженная руда либо подвергается выщелачиванию аммиаком и углекислым аммонием либо флотируется. Более широко восстановительный обжиг применяется для извлечения цинка из убогих окисленных руд или иных цинксодержащих продуктов, как то: пыль, реймовка, шлаки, хвосты от выщелачивания и пр. В этом случае измельченный материал смешивается с угольным штыбом и нагревается примерно до 1 200°. При этой темп-ре цинк восстанавливается в толще шихты, испаряется и в газовой среде печи окисляется вновь в окись, увлекаемую из печи вместе с продуктами горения в пылеуловительные устройства:

$$ZnO + C = Zn + CO;\quad Zn + CO_2 = ZnO + CO.$$

Одновременно с цинком улетучиваются свинец, кадмий и др. Такой О. р. обыкновенно проводится во вращающихся печах и в применении к цинксодержащим материалам носит название вельцевания.

Окислительный О. р. применяется чаще всего для подготовки сульфидных руд. Обыкновенно пирит, а также руды, богатые пиритом, могут окисляться почти нацело (намертво) в кусках 5—6 *см* в поперечнике. Для кускового пирита, медных, никелевых и других руд, богатых сульфидами железа, а также штейнов применялся обжиг в кучах и стойлах. С развитием сернокислотного производства кусковый пирит стали обжигать в кильнах; обожженный огарок при этом проваливается через колосники. Это давало возможность лучше использовать сернистый газ. Разновидностью обжига кусковых колчеданистых медных руд являлся обжиг на ядро. При обжиге кусков медь стягивается к середине кусков, образуя богатое ядро сульфидов и практически не содержащую меди оболочку, гл. обр. из окиси железа. Ядра отделялись вручную и поступали в плавку на медь. Обжиг пирита и богатых пиритом руд не требует затраты топлива и идет до конца, до полного (практически) удаления серы в виду высокой теплотворной способности сульфидов железа. При О. р. в стойлах или в кучах топливо требовалось лишь для разжигания руды. Другие сульфиды окисляются труднее и потому обжигаются всегда в измельченном виде (величина зерна 2—3 *мм* и ниже). Так как теплота реакции окисления их меньше, то в обычных условиях они не могут обжигаться намертво без затраты горючего. Поэтому например цинковые концентраты, содержащие 30—35% серы, в этих условиях удается обжечь лишь до содержания серы 8—12%. Для окислительного обжига мелких руд в свое время были предложены и применялись обжигательные печи самых разнообразных конструкций. Грубо их можно разделить на два типа: печи с ручным перегребанием и печи механические. Первые сохранились еще

до настоящего времени, так как при квалифицированных рабочих они дают весьма хорошие результаты; типичной печью этого рода является печь Малетра. Типичными современными механич. печами, чаще всего применяемыми в практике, являются печи Веджа (см. *Веджа печь*) и Герресгофа. Окислительный обжиг применяется также для руд свинцовых, никелевых, молибденовых, мышьяковых, сурьмяных и пр. В последнее время у нас усиленно работают над проблемой О. р. во взвешенном состоянии в применении к ряду сульфидных концентратов. Идея процесса заключается в утилизации теплоты горения сульфидов, к-рые во взвешенном состоянии распыливаются форсунками в пламенном пространстве печи и, интенсивно окисляясь, повышают темп ру настолько, что отдельные частицы начинают плавиться и дают в печи нормальные продукты плавки.

Сульфатизирующий О. р. Окисление сульфидов можно вести так, чтобы сульфатов данных металлов в продукте О. р. не было, или же наоборот, чтобы максимальное количество данного металла получилось в форме сульфата. В первом случае мы будем иметь окислительный О. р., во втором—сульфатизирующий. Хорошим примером сульфатизирующего О. р. может служить старый процесс Цирфогеля для извлечения серебра из штейнов медной плавки. Штейны обжигаются при $t^\circ > 750^\circ$. В этих условиях нацело разлагаются сульфаты железа и меди, сульфат же серебра остается неразложенным и выщелачивается затем из обожженного материала горячей водой. Сульфатизирующий обжиг руд применим также для получения сернокислого цинка при обжиге цинковых концентратов. Раствор сернокислого цинка после выщелачивания обожженного продукта применяется как реагент при флотации или же может быть применен на производство литопона.

Хлорирующий О. р. При обработке пиритных огарков с целью извлечения меди или при подготовке серебряных руд к выщелачиванию, а также в ряде других случаев, ценные составные части обрабатываемых материалов переводят в хлориды. При достаточно высокой t° образующиеся хлориды могут б. или м. полно улетучиваться. На этом основано много патентованных процессов извлечения металлов из руд. Но и при нормальном хлорирующем О. р. всегда имело место улетучивание части ценных металлов в виде хлоридов, которые должны быть уловлены из обжиговых газов. Как видно, хлорирующий обжиг руд тесно связан, с одной стороны, с обжигом окислительным и сульфатизирующим, с другой стороны, с обжигом с улетучиванием.

О. р. со спеканием применяется в тех случаях, когда шихту необходимо агломерировать или же когда необходимо заставить два или большее число компонентов шихты прореагировать друг с другом в твердом состоянии. Агломерация может осуществляться путем нагревания шихты во вращающихся печах, в результате чего получается окатанный продукт, напоминающий по виду клинкер цементных печей. В этом случае целью процесса является придание обжигаемому материалу формы, пригодной для загрузки в шахтные печи. Такой процесс применяется иногда для подготовки к плавке пыли шахтных печей. Обыкновенно агломерация связывается с окислительным обжигом мелких сульфатов—концентратов. В этом случае пользуются обжигом с дутьем или с просасыванием воздуха через слой шихты, предварительно нагретой до воспламенения. Благодаря интенсивному притоку воздуха шихта быстро окисляется, а сера выгорает; t° шихты быстро возрастает настолько, что частицы ее склеиваются образующимися в небольшом количестве легкоплавкими соединениями (силикатами) и дают прочный пористый агломерат. Для проведения обжига такого рода применяют чаще всего машины Дуайт-Ллойда. Прежде широко пользовались котлами или решетами. Агломерирующий обжиг или обжиг с дутьем применяется для обжига мелких медных руд, пыли шахтных печей, цинковых, свинцовых концентратов, для спекания шихты перед плавкой в электропечах в процессе Кузнецова, Жуковского (извлечение глинозема из кремнистых бокситов) и т. д. В тех случаях, когда спекание имеет целью реакцию между твердыми компонентами шихты, обычно применяют вращающиеся печи. Примером может служить спекание шихты для получения алюмината натра при извлечении глинозема из бокситов. В этом случае обожженный боксит смешивают с содой и с известью и обжигают при t° 1 000—1 200°. Известь образует силикат, а сода с окисью алюминия и окисью железа соответственно алюминат и феррит. Сходный процесс спекания осуществляется при обработке вольфрамовых концентратов во вращающихся печах с содой. Продуктом О. р. является спекающийся продукт, состоящий гл. обр. из вольфрамовокислого натра.

О. р. с улетучиванием, как показывает само название, основан на свойствах нек-рых металлов и их соединений улетучиваться при нагревании. При вельцевании (восстановительный О. р.) наряду с цинком улетучиваются свинец, кадмий. При окислительном обжиге сульфидных руд происходит улетучивание цинка, кадмия, свинца, сурьмы, мышьяка и др., но обычно это имеет второстепенное значение. В противоположность этому весьма часто при обработке мышьяковых и сурьмяных руд пользуются окислительным О. р., чтобы получить возможность отогнать образующиеся летучие окислы этих металлов (As_2O_3 и Sb_2O_3), которые затем улавливаются из газов, отходящих из печи; так. обр. получается обжиг с улетучиванием, в сочетании с окислительным обжигом. Примером О. р. с улетучиванием в чистом виде может служить разделение смеси окиси цинка и окиси свинца, получаемых при вельцевании, путем нагревания во вращающихся печах без восстановителя. При этих условиях летучая окись свинца отгоняется и уходит вместе с газами из печи в пылеуловительные устройства, а окись цинка остается и выходит из печи б. или м. спекшейся в комочки. О. р. с улетучиванием применяется широко для извле-

чения ртути из руды (киновари). Такая руда нагревается во вращающейся печи в присутствии восстановителя и извести. Киноварь при этом разлагается и образует ртуть, улавливаемую из газов в холодильниках:

$$HgS + CaO + C = Hg + CaS + CO.$$

В последнее время область применения процессов, основанных на улетучивании, и в частности обжиг с улетучиванием начинают применяться все чаще. Это стоит в значительной мере в связи с улучшением конструкции и удешевлением пылеуловительных устройств, от совершенства работы которых зависит всецело успех процесса.

Шлакующий О. р. применялся прежде для полного удаления сульфатной серы из руд, богатых англезитом, для чего материал нагревался в пламенной печи с прибавлением кварца. Последний образовывал силикат свинца, стекавший в виде шлака, а SO_3 уходил с топочными газами:

$$PbSO_4 + SiO_2 = PbOSiO_2 + SO_3.$$

Полученный шлак шел в нормальную плавку. В этом случае О. р. переходит в процесс плавки.

Процессы О. р. в цветной металлургии весьма разнообразны и являются весьма важным звеном в цикле металлургической обработки различных руд. В зависимости от химических и физич. свойств руды выбирается тот или иной процесс О. р. и та или иная аппаратура.

Лит.: Лукьянов П. М., Обжигательные печи, П., 1920; Plattner C. F., Die metallurgischen Röstprozesse, Freiberg, 1856; Hofman H. O., General Mettallurgy, p. 402—432, N. Y., 1913; Liddell D. M., Handbook of the Non-ferrous Metallurgy, vol. 1, chapt. 10, Roasting and Sintering, p. 295, New York, 1926.

В. Пазухин.

ОБЛАГОРАЖИВАНИЕ волокнистых материалов, совокупность химических и отчасти механич. операций, улучшающих качество, вид, а иногда также изменяющих свойства волокнистых материалов. Облагораживание производится в разных стадиях механич. обработки волокон, но чаще всего в виде непряденого материала, пряжи, тканей, трикотажа и др. Главными отраслями облагораживания являются беление, мерсеризация, крашение, печатание и отделка волокнистых материалов, т. е. все отрасли, относящиеся к химич. технологии волокнистых веществ, называемой поэтому также технологией О. Некоторые авторы (В. Г. Шапошников) рассматривают облагораживание значительно у́же, относя к последнему лишь беление и мерсеризацию.

Беление (см.) в широком смысле имеет целью очистить, улучшить качество и вид волокнистых материалов, а также подготовить их к крашению и печати и отделке. В большинстве случаев процессы беления заключаются в обработке материалов кипящими или горячими щелочами [при *бучении* (см.), варке хлопка и льна], теплыми (45—50°) мыльными или слабощелочными (содовыми) растворами (при мытье шерсти) или наконец горячими мыльными растворами (при отварке, обесклеивании шелка); при этом происходит почти полное удаление всех примесей, за исключением красящих веществ; последние удаляются или переводятся в бесцветные соединения при собственно белении—обесцвечивании, заключающемся в обработке окислителями (перекисью натра, гипохлоритами натрия, кальция) или восстановителями (SO_2, Na_2SO_4 и др.).

Мерсеризация (см.)—обработка конц. растворами едкого натра (20,5—26%) хлопка в виде ткани и пряжи при натяжении с целью сообщения ему блеска, к-рый напоминает блеск шелка. Попутно при этом несколько увеличивается крепость, плотность, а также повышается способность фиксировать красители. Изменение физич. свойств мерсеризованного хлопка дает возможность получать одинаковый колористический эффект с меньшим количеством красителя (до 40%) по сравнению с немерсеризованным.

Крашение (см.) имеет целью сообщить равномерную сквозную окраску волокнистым материалам и заключается в обработке в водных (гл. обр.) растворах или суспензиях красителей; последние «выбираются» волокном и закрепляются с достаточной в практич. отношении степенью прочности, сообщая волокнам окраску.

Печатание имеет целью воспроизвести расцветку на белых или окрашенных волокнистых материалах, главным образом тканях, а иногда и пряже и камвольной ленте (печать Вигуре). Печатание представляет как бы местное крашение, но является более поверхностным, достигается оно нанесением на волокна печатных красок, представляющих загущенные (при помощи загусток) водные растворы или суспензии красителей, и закреплением последних при последующих операциях запаривания, зреления и друг. Нанесение печатных красок происходит при ручной набивке при помощи ручных формманер или при механич. печати на печатных машинах при помощи печатных *валов* (см.), имеющих углубленную гравюру или рельефную поверхность. Различают гладкое непосредственное печатание, заключающееся в печати узоров по беленым или окрашенным тканям, а также печатание *вытравок* (см.) и резервов. Разновидностью печати является печатание батика — резервов, получаемых при помощи сплавов воска и канифоли с последующим крашением, а также аэрографная расцветка (см. *Аэрографный способ расцветки*) путем пульверизации или разбрызгивания растворов или суспензов красителей (см. *Ситцепечатание*).

Аппретирование или отделка (см. *Аппретура текстильных изделий*) состоит в большинстве случаев из ряда заключительных операций (крахмаления, отдувки, ширения—«эгализирования», катания, колочения, каландрения, ворсования, стрижки, декатировки, валки, карбонизации, бастовки, лощения, прессовки и др.), производимых с волокнистыми материалами (гл. обр. в виде тканей, пряжи, трикотажа и др.) с целью сообщения им того вида и свойств, которые требуются потребителем. К специальным видам отделки относится сообщение водоупорности, водонепроницаемости, газонепроницаемости тканям (хлопковым, льняным, шерстяным и шелковым), сообщение, гл. обр. растительным волокнам, невоспламеняемости и обработка шерстяных тканей различными препаратами (эйланом, хинин-

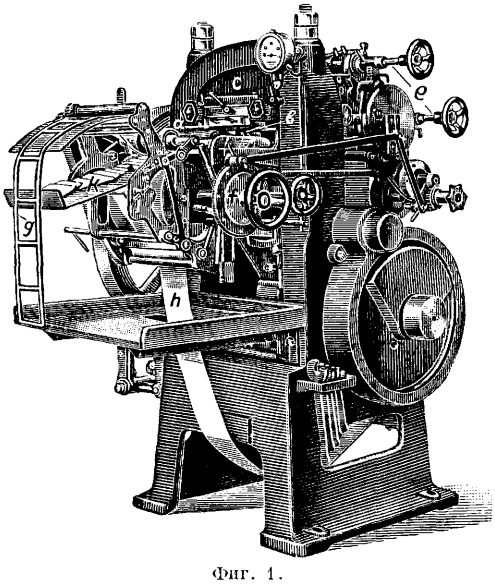
ными препаратами и друг.) с целью предохранить их от разрушения личинками моли.

Кроме перечисленных главных отраслей облагораживания необходимо отметить также: а) химическую чистку—ряд разнообразных операций (весьма распространенных за границей), имеющих целью очистить, окрасить или обновить, гл. обр. ношенные текстильные изделия, б) *котонизацию* (см.)—ряд химич. и отчасти механич. и биологич. обработок лубяных волокон (льна, пеньки и др.), приводящих технич. волокна к элементарным, по линейным размерам, близким к хлопку, в) сообщение нек-рым видам хлопковых тканей, сработанным из высоких номеров египетского хлопка, «опаловой», «швейцарской», «стеклянной», «пергаментной» отделок путем чередующихся кратковременных обработок серной к-той при 52° Bé (65,5%) и конц. щелочами (мерсеризация) и г) филанирование—сообщение некоторым сортам хлопковых тканей «шерстянистого» вида путем кратковременной обработки конц. азотной к-той (концентрация не ниже 65%).

Лит.: Шапошников В. Г., Общая технология волокнистых и красящих веществ, стр. 247—301, Москва—Киев, 1926; Линник Я., К химич. технологии лубовых волокон: состав, котонизация и облагорожение, «Известия Общества для содействия улучшению и развитию мануфактурной промышленности», М., 1914, стр. 513—520; Викторов П., О новых способах облагораживания хл.-бум. волокон, «ИТПТ», 1925, *11*, стр. 20; Шварц К., Новые способы облагораживания текстильных материалов, там же, 1925, *46—47*, стр. 29; Heermann, Technologie d. Textilveredelung, 2 Aufl., B., 1926. **Д. Грибоедов.**

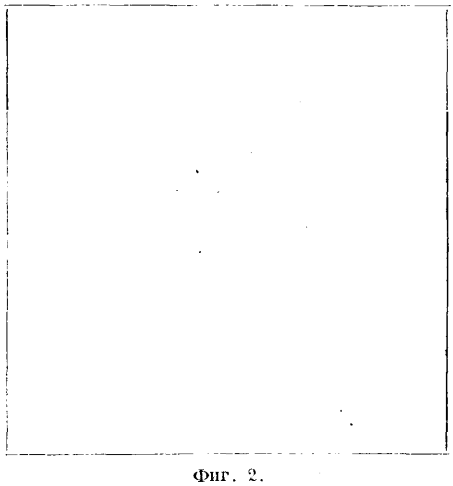
О. твердого топлива, см. *Топливо*.

ОБЛАТОЧНЫЕ МАШИНЫ, машины, изготовляющие всевозможные наклейки, этикеты, ярлыки, выкройки — высечки для изготовления маленьких складных коробочек



Фиг. 1.

и т. п. изделия разн. фасонов из бумаги или тонкого картона, отпечатанные в одну или две краски, золотом, а также с конгревным тиснением (см. *Конгревное печатание*). При этом О. м. за один рабочий ход печатает, делает тиснение, высекает, считает и собирает. Для получения заданного изделия приготовляют специальное клише, к-рое представляет стальную пластинку с выгравированным рисунком по способу высок. печати. Если кроме того требуется конгревное тиснение, тогда еще приготовляется матрица. По контуру изделия, конфигурация к-рого м. б. весьма разнообразна, на самом клише



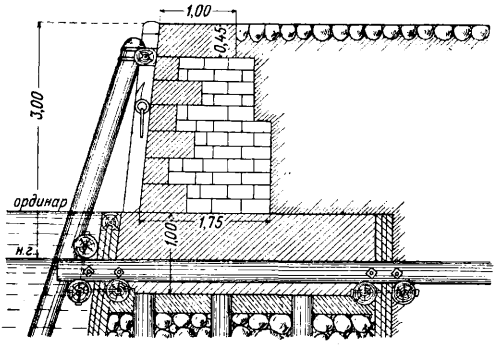
Фиг. 2.

делают высекальный нож, к-рый обязательно д. б. в одной плоскости с клише. Приготовленное таким способом клише заключают в рамку, вставляемую в верхнюю головку *a* машины. На нижнюю, подвижную подушку закрепляют матрицу, которая должна точно совпадать с клише, закрепленным на верхней головке. О. м. (фиг. 1) состоит из чугунной верхней головки *c* и из нижней чугун. подушки, имеющей движение вверх и вниз посредством кривошипного механизма, из красочных аппаратов *e* для наката краской клише и из тянущего ролевую бумагу механизма *f*; последний устроен т. обр., что дает возможность продвигать бумагу на различную величину в зависимости от установленного формата клише. Между клише и матрицей проходит бесконечная резиновая лента *h*, поверх которой проводится бумага, сматывающаяся с катушки. Работа машины происходит следующим образом: клише закатывается краской, после чего нижняя подушка с матрицей поднимается, производя при этом сильное давление на проходящую между ними бумагу; одновременно с этим стальным фигурным ножом клише высекаются отдельные экземпляры благодаря упругости находящейся под бумагой резиновой ленты. После каждого натиска бумага тянущим механизмом продвигается вперед на формат изделия. Просеченная бумажная лента *g* после высечки отводится отдельно, а высеченное изделие (фиг. 2) вместе с резиновой лентой продвигается вперед, и изделия с ленты высыпаются в подставленную коробку *k*. Производительность машины может быть доведена до 3 000 нажимов в час, причем в зависимости от величины изделия при каждом нажиме может быть высечено несколько экземпляров. Наибольший размер печатных оттисков в зависимости от формата машины доходит до 165×180 *мм*. Потребная мощность—в пределах 1 HP. **В. Билжо.**

ОБЛЕПИХА (Hippophaë rhamnoides L.), невысокий, сильно ветвистый, с комочками на верхушках ветвей, кустарник или небольшое деревцо высотою 4—6 *м* из семейства Eleagnaceae. Произрастает в Сибири, Туркменистане, Персии, на Кавказе и в Закавказьи, поднимаясь здесь в горы до высоты 1 800 *м* над уровнем моря, а также встречается в Финляндии, Бессарабии и Зап. Европе. О. предпочитает влажные, супесчаные почвы; это растение — двудомное. Размножается корневыми отпрысками, отводками и семенами. Она пригодна для разведения в местах, требующих скрепления почвы, напр. на песках, обрывах, оврагах; разводят О. и как декоративное растение и в живых изгородях. Древесина О. мелкослойная плотная и твердая, желтоватого цвета с бурым ядром, объемный вес 0,70 (в сухом состоянии), употребляется для мелких столярных и токарных изделий. Плоды облепихи—ложная ягода золотистожелтого цвета с бурыми крапинками, приятного кислого ананасного вкуса, идет на приготовление варенья, настоек и наливок. Молодые побеги и листья с солями железа дают черную краску, ягоды—желтую краску.

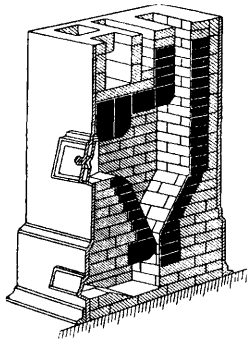
Лит.: Пеньковский В. М., Деревья и кустарники, как разводимые, так и дико растущие в Европ. России, на Кавказе и в Сибири, ч. 2, Херсон, 1901; Медведев Я. С., Деревья и кустарники Кавказа, Тифлис, 1919. **Н. Кобранов.**

ОБЛИЦОВКА, покрытие основного материала, из к-рого возведено сооружение, другим строительным материалом, более ценным, для придания возведенному сооружению или его части большей прочности или более красивой поверхности. Например производят О. набережной приморских гаваней (фиг. 1),

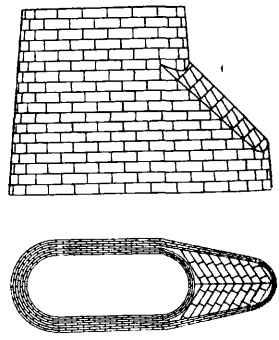


Фиг. 1.

мостового устоя, мавзолея, памятника, общественного здания. В жилых зданиях стены подвальных помещений, сложенные из бутового камня, облицовывают красным или силикатным кирпичом на растворе. Наружные поверхности стен жилых зданий покрывают О. в виде тесаного камня или специальным глазурованным кирпичом. Железные колонны в фабричных зданиях покрывают изолирующим материалом для защиты от пожара. Печи облицовывают кафлями, а топливники печей (фиг. 2)—огнеупорным кирпичом. Мостовые быки и ледорезы кладут обыкновенно из бутового камня и лишь облицовывают тесаным камнем (фиг. 3). Бутовая кладка ведется из крупного постелистого камня на цементном растворе 1 : 3 с прокладкой рядов из тесаного камня для лучшей связи быка с ледорезом и укрепления кладки. Углы и выступающие части бутовой и кирпичной кладки, подвергающиеся ударам и большему действию атмосферных влия-



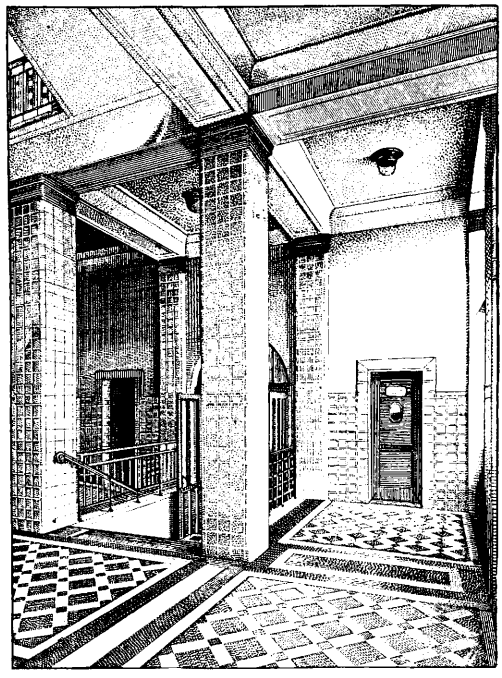
Фиг. 2.



Фиг. 3.

ний, обделывают тесаным камнем. В бутовых массивах значительной высоты вводятся прокладные кирпичные или тесаные слои.

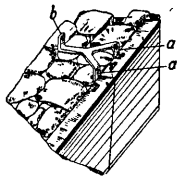
О. имеет двоякое назначение—эстетическое и конструктивное. В инженерных сооружениях пользуются О. по преимуществу в виду ее конструктивного значения, а в архитектурных—в виду эстетического. О. может состоять из тесаного камня, кирпича, бетона. Внутренние части здания, подверженные быстрому износу (полы кухонь и



Фиг. 4.

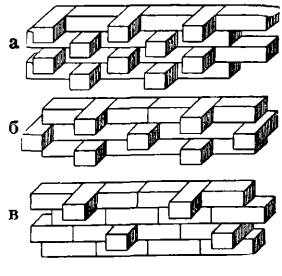
помещений санитарного назначения, вестибюли, лестничные клетки, магазины, школьные здания, больничные здания, помещения магазинов, ф-к и т. п.), облицовывают плитками на растворе (фиг. 4). Можно встретить потолки, облицованные стеклом.

Тесовая О. Бутовую и кирпичную кладки покрывают постелистым камнем естественной породы. О. ведут плитами незначительной толщины, вытесанными из дорогих сравнительно сортов камня. Основную кладку (забутку), подлежащую О., ведут с соблюдением правильных граней. Наружная поверхность О.—обыкновенно чистой тески, внутренняя со стороны кладки—допускается грубой тески. Скрепление О. со стеной производят при помощи металлических скоб (фиг. 5), шипы *a* и *a* к-рых входят в гнезда О., а шип *b*—в шов забутки. Шипы заливаются цементом. Скобы другого типа состоят из двух частей с проушинами, через к-рые пропускаются вертикальные стержни. Одна скоба заделывается в О., а другая в стену сооружения. Устройство подобного рода дает возможность свободного передвижения скоб в вертикальном направлении по стержню; при этом скобы О. и основной кладки могут иметь совершенно не зависящие друг от друга осадки. Другой способ закрепления О.—применение тычковых камней специальной выделки. Последние входят в тело забутки или укрепляются дополнительно при помощи металлич. скоб. Поверхностная О. имеет почти исключительно эстетич. значение. С целью не допустить различную осадку О. и забутки, могущую повлечь за собой поломку тычков, отслаивание О. и другие нежелательные явления, производят облицовочные работы после осадки сооружения. Если забутка успела принять полную осадку, то можно надеяться, что не произойдет расслоения между обеими кладками, т. к. сложенная на цементн. растворе и не подвергающаяся нагрузке поверхностная облицовка не дает осадки. Если по условиям производства работ нельзя произвести О. после осадки стен, то следует ей предоставить независимую от забутки осадку. Это требование м. б. исполнено или применением подвижного якоря или оставлением зазора между плитами О. и каменной кладкой на осадку.

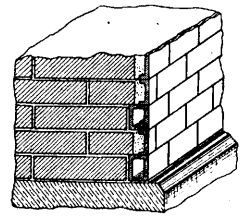


Фиг. 5.

Конструктивная О. состоит из ложковых или тычковых камней, которые входят в тело забутки. Облицовочный материал дает хорошую оболочку, а входящие тычки связывают ее с массивом. Желательно, чтобы и внутренняя поверхность О., примыкающая к кладке, была надлежаще обработана. Для удешевления работы возможна оболочка с применением тычков в каждом ряду кладки взамен тычковых рядов (фиг. 6, а). При стремлении уменьшить число облицовочных камней тычки расставляют через два ложковых камня и вперевязку между собою в последующих слоях кладки (фиг. 6, б). Дальнейшее сбережение числа тычков получится, если распределять их не в каждом слое, а через один (фиг. 6, в). Минимальное число тычков, к рые необходимы для связи с кирпичной забуткой, не поддается точному исчислению. Число их зависит от устойчивости самой О., от высоты ее и от нагрузки, приходящейся на долю облицовочного слоя. Нередки случаи, когда на один тычок приходится до пяти ложковых камней. Искусственные сооружения железных и шоссейных дорог — мосты, трубы, туннели, виадуки — покрывают камнем, отесанным в шашку. При заготовке облицовочного камня полученный из карьера камень сортируют по высоте предполагаемых рядов О.; затем отбирают тычки; ложки и камни, годные для углов; после того приступают к отделке камней в зависимости от их назначения и заданий. Толщина рядов делается ок. 35 *см* и обыкновенно не более 90 *см* (бо́льшая толщина встречается в исключительных случаях). Для цоколей зданий применяется облицовочный камень высотой не менее 20 *см*. Для тычков допускается длина камня не менее высоты *H* при длине хвоста от $1^1/_2$ до 2 *H*. Для ложков—длина не менее $1^1/_2$ *H*. Для угловых камней обыкновенно требуется, чтобы длина одной их грани была не меньше высоты ряда, а другой — не менее $1^1/_2$ высоты. Если штучные камни вырабатывают не из слоистых пород, то хвостовые их части имеют клинообразную форму. При большой нагрузке тычки обязательно чередуют с ложками. Что касается выбора забутки, соответствующей тесовой облицовке, то стараются подогнать ряды бута к слоям тесового камня т. о., чтобы слой О. соответствовал целому числу рядов бутовой кладки. В большинстве случаев О. ведется одновременно с забуткой. Сначала протягивают первый ряд О. и тщательно подкрепляют, во избежание провисания, хвостовые части камней мелким околышем и щебенкой, сажаемыми на раствор. После этого выкладывают слои забутки, подгоняя их в уровень с верхней гранью О. и укрепляя последнюю. Ведя бутовую кладку, подготовляют одновременно следующий слой облицовки, укладывая его на место вслед за окончанием первого слоя забутки, после чего бутят следующий слой забутки.

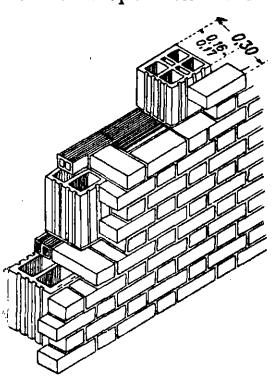


Фиг. 6.


Фиг. 7.

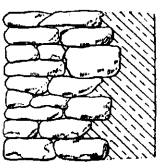
Кирпичная О. Кирпичную О. применяют при бутовой, бетонной и кирпичной кладке. В последнем случае применяют облицовочный кирпич, укладываемый по лицевым граням с полным соблюдением перевязки (фиг. 7). Размеры облицовочного кирпича несколько полнее укладываемого в забутку, почему лицевые швы делают тоньше. Если облицовочный кирпич не представляет исключительной ценности, то кирпичная кладка ведется с соблюдением правильной разрезки с тою только разницей, что верстовые кирпичи лицевой поверхности выбирают из облицовочного сорта. Целесообразным яв-

ляется применение пустотелых кирпичей, дающих оболочку меньшей звуко- и теплопроводности. Конструктивная О. требует полной перевязки с телом забутки; она является неотъемлемой частью кладки и ведется одновременно с забуткой. Кладку с облицовкой ведут с оставлением пустошовки. По окончании кладки начинают расшивку, производя ее сверху вниз с постепенной разборкой лесов. При поверхностной облицовке применяют специальные сорта пустотелого кирпича. О. ведут, устраивая перевязку между слоями забутки и О. При надлежащей работе и хорошем цементном растворе отслаивания подобной О. не замечалось, но конечно не может быть и речи о передаче ей нагрузки. На фиг. 8 показан способ кладки основной кирпичной стены толщиной в полкирпича в связи с пустотелыми кирпичными камнями. Общая толщина такой стены для жилого здания при оштукатурке с двух сторон достаточна в 30 *см*. Тело стены хорошо перевязывается тычками с пустотелой О. посредством комбинации кладки пустотелых камней, в силу чего устойчивость стен получается значительная.



Фиг. 8.

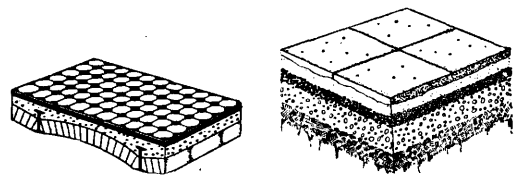
Кирпичная О. бутовой кладки. Этого рода облицовка ведется в виде уступов, высота которых приурочивается к толщине слоев бутовой кладки. Сопряжение обеих кладок обусловливается перевязью кирпичных уступов с бутовыми. Толщина слоя О. делается равной одному кирпичу; при незначительной высоте стен и забутки, сложенной из плиты, допускается уменьшение толщины О. до полкирпича. При производстве работ выкладывают сначала ряды кирпичной оболочки, соответствующей одному слою бута, после чего производят бутовую кладку в уровень с верхним рядом облицовки. Кладку ведут на цементном растворе.


Фиг. 9.

Кирпичная О. бетонной кладки. В этом случае кирпичные слои представляют форму для бетона, а связь между обеими кладками достигается втапливанием в массу забутки одиночных тычков. О. делается обычно толщиной в полкирпича, причем для производства работ выкладывается прежде всего ряд кирпича, а к нему по всему периметру подбрасывается валик бетона и осторожно трамбуется, чтобы не сдвинуть кирпичную оболочку. Далее укладывается по всей поверхности слой бетона и производится его трамбование.

Бетонная О. бутовой кладки (фиг. 9). Толщина бетонной оболочки—от 45 до 60 *см*. Работа производится после выкладки бутового массива затрамбовыванием бетона между поверхностью бута и деревянным щитом, устанавливаемым для образования лицевой грани бетона. Большие поверхности бетонной О., произведенные при разных условиях погоды и темп-ры, не имеют однородного оттенка и почти всегда покрыты сетью трещин. Нередко бывает и отслаивание бетонной О. Вот почему бетонная облицовка является нерациональной и заменяется в соответствующих случаях О. бетонными камнями.

О. полов и стен. Плиточные полы (фиг. 10 и 11) устраиваются как внутри, так и снаружи зданий (прачечные, бани, тротуары, террасы). Материалом для О. служит гранит, песчаник, известняк, бетонные плиты и керамиковые. Полы из плит кладут по подготовке из щебня или битого кирпича и слоя песка от 3 до 5 *см*; швы заливают жидким цементным раствором. Полы кирпичные делают из кирпича, уложенного плашмя или на ребро прямыми рядами или диагональю в елку. При О. полов искусственными плитами применяют плиты квадратной формы, восьмигранные, гладкие и рифленые. Плиты кладут на слой бетона. Керамиковые плитки, к-рые изготовлены под большим давлением, укладывают на цементном растворе. Работа ведется от середины помещения, чтобы иметь возможность исправить неправильности у краев. Толщ. плиток—от 18 до 25 *мм*. Применяются также цементно - песчаные плитки и мозаичные. На фиг. 12 и 13 показаны формы изразцов, применяемых в различных частях печной кладки, и крепление их: *А* — закладка, *Б* — уступ, *В* — полочка, *Г* — гладкие или стенные изразцы, *Д* — карниз и *Е* — лиштва. При тщательно произведенной пригонке и


Фиг. 10. Фиг. 11.

Фиг. 12. Фиг. 13.

опиливании кромок изразцов швы с лицевой стороны плитки должны быть почти незаметны. О. ведется одновременно с печной кладкой.

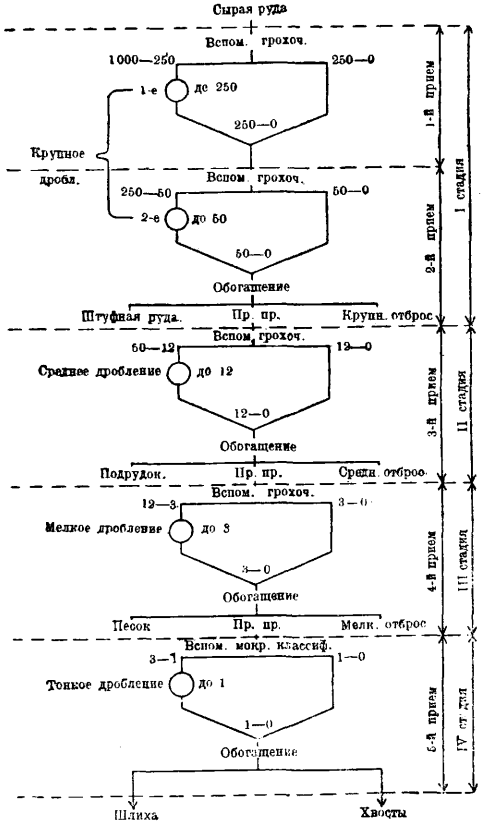
Лит.: Федорович О. М., Каменные работы, 2 изд., М., 1923; Малюков В. А., Обделка берега приморских гаваней, ч. 1, Л., 1928; Штаде Ф., Каменные сооружения, СПБ, 1913; Курдюмов В., Каменная кладка, П., 1916; Максимов В. Л., Кирпичная изба, П., 1916; Тилинский А. И., Практическая строительная памятная книжка, СПБ, 1914; Виганд К. П. и Суханов Т. Н., Мелкое жилищное строительство в Америке, Москва, 1929; Штамм Е. Л., Современное промышленное строительство в Америке, М., 1930; Современное строительство Германии, Отчет экскурсии, М., 1929; Федоров А. Т., Портовые работы, М., 1930; Удешевление строительства, М., 1915; Гальперсон В., Иогансен Л., Павлюк Н. и др., Строительный справочник для техников и десятников, перераб. изд., Л., 1929; Михайлов Р. М., Пустотелый красный кирпич, М., 1930; Борисов Н. Б., Печное дело, М.—Л., 1930. **Ф. Гаузе.**

ОБОГАЩЕНИЕ, см. *Обогащение полезных ископаемых.*

ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, механическая обработка ископаемого сырья с целью выделения из него полезных минералов. При обогащении применяются исключительно механич. (а не химич.) процессы, основанные на физических свойствах минералов, составляющих ископаемое. В результате процессов обогащения получаются два продукта, т. н. концентраты, в к-рых сосредоточены полезные минералы, и хвосты, или отходы, заключающие в себе ненужные, бесполезные минералы. Количественное соотношение полученных продуктов к исходному сырому материалу называется их выходом. Механич. обработка сырья не ограничивается разделением минеральной смеси на составные части; она включает в себя кроме того еще следующие главнейшие операции: разделение по крупности, дробление и измельчение, смешение и наконец окускование (агломерация и брикетирование). В связи с процессами механич. обработки находится целый ряд вспомогательных операций, а именно: транспорт сыпучих и полужидких материалов, сгущение и сушка последних, складские операции и пр.

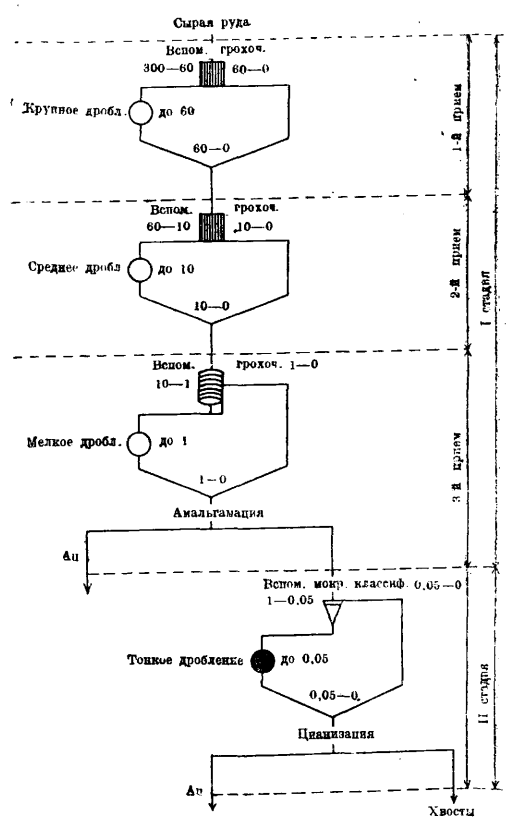
Непременным условием механическ. разделения ископаемого на составляющие минералы является разрыхленное его состояние, при к-ром каждый минерал представлен в виде отдельных зерен. В виду этого перед обогащением требуется соответствующая подготовка материала. Для ископаемых аллювиального происхождения, как например россыпей, валунчатых руд, песков и глин, эта подготовка ограничивается разрыхлением и протиркой; для вязких и твердых пород требуется *дробление* (см.) и измельчение. При наличии в ископаемом агрегатов различной крупности дробление производится в несколько приемов, обычно два приема составляют стадию. После

Общая схема обогащения руд



Фиг. 1.

Схема обработки золотых руд



Фиг. 2.

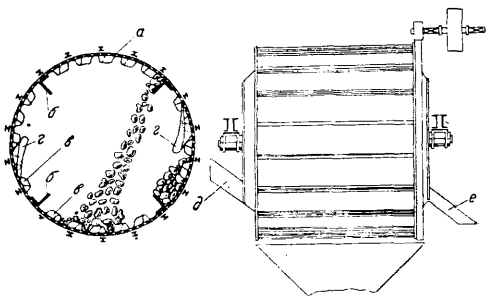
каждой стадии дробления выделяются путем обогащения минеральные зерна определенного состава, сростки же подвергаются повторному дроблению в следующей стадии. Последовательности процессов дробления и обогащения в таком случае представлены на фиг. 1. Если полезный минерал только вкраплен в породе, обогащение возможно лишь после самого мелкого дробления, которое производят постепенно, в несколько приемов, без промежуточного обогащения (на фиг. 2 представлена схема обработки золотых руд).

Ручная разборка считается простейшим видом обогащения. Операция ручной разборки состоит в том, что рабочие по внешним признакам — цвету, блеску, структуре и т. п., отличающим один минерал от другого, выбирают их из общей смеси и т. о. осуществляют требующееся разделение. Ручная разборка может частично производиться непосредственно при добыче полезного ископаемого в забое; гл. обр. она производится на поверхности в специально приспособленных фабриках. Часто ручная разборка предшествует другим механич. способам обогащения. Ручная разборка может применяться лишь для сравнительно крупных агрегатов, полученных при добыче или после дробления полезного ископаемого; поэтому перед разборкой необходимо отсеять путем грохочения мелочь. Кроме того работа по разборке облегчается, если ископаемое будет предварительно рассортировано по крупности кусков. Для удобства операции разборки ископаемое помещают в один слой на подвижные (вращающиеся) столы или же транспортные ленты, изготовляемые из резины, линолеума и т. п., или же панцырные металлические из отдельных пластин, связанных между собой по краям двумя бесконечными цепями. Скорость движения столов или лент д. б. медленной и во всяком случае не превосходить 0,25 *м/сек*.

Обогащение по крупности и избирательное дробление. Если полезное ископаемое встречается в более крупных агрегатах или, наоборот, в более мелких, нежели сопровождающая его пустая порода, и последняя легко разрыхляется, то путем простого просеивания на грохотах можно произвести обогащение. Для этой же цели можно применить мокрую или воздушную классификацию. Примером первых могут служить конкреции бурого железняка или валунчатые руды (Урал), конкреции или желваки фосфоритов, встречающиеся в более крупных агрегатах, чем содержащие их глинистые пески, и т. п. Разделяя ископаемое на грохотах, получают в крупном классе концентрат, мелочь же является отбросом, или полупродуктом, требующим еще повторного обогащения. Наоборот, россыпное золото редко образовывает крупные самородки, и обычно вся крупная галька после протирки песков представляет собой отброс, золотые же крупинки сосредоточиваются в мелких шлихах, которые являются первичным концентратом.

Иногда природные условия дают такую же возможность путем разделения по крупности осуществить обогащение для вязких и твердых пород коренных месторождений. Если один из компонентов, составляющих данное ископаемое, отличается по твердости или прочности от других, то при добыче более прочный получается в крупных агрегатах, мягкий же переходит в мелочь. Этим пользуются напр. при обогащении углей и антрацита. Некоторые курные угли мягче, чем сопровождающие их сланцы, поэтому мелкие классы являются более богатыми углем, более чистыми; с другой стороны, антрациты значительно тверже сланцев и последние при добыче переходят в мелочь, засоряя ее. Так. обр. произведя грохочение и разделив на классы или сорта уголь, можно получить продукты различного качества по зольности. Этой операцией разделения на сорта и отборкой породы в крупных классах ограничиваются на простейших углеобогатительных фабриках, носящих название сортировок.

В С. Америке распространен способ избирательного дробления для обогащения как антрацитов, так и курных углей, основывающийся на различной способности



Фиг. 3.

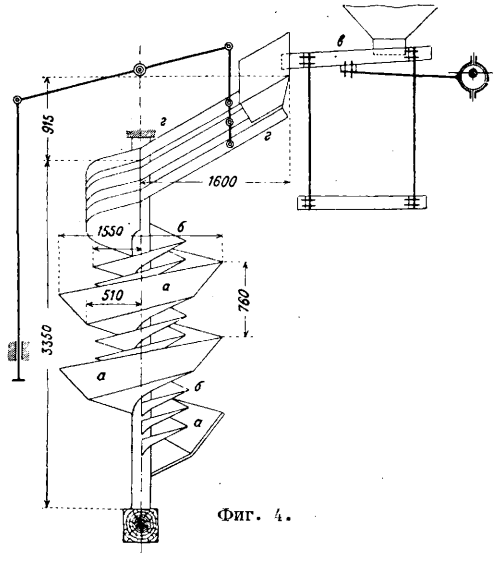
к дроблению угля и пустой породы. Для этой цели применяются так наз. барабаны Бредфорда (Bradford breaker). Барабан Бредфорда (фиг. 3) представляет собой полый цилиндр *а* из решетчатого железа, укрепленный на соответствующей раме. Барабан вращается вокруг горизонтальной оси и благодаря этому уголь, помещающийся внутри его, подхватывается помещенными на внутренних стенках его уголками железа *б*, а затем с известной высоты сбрасывается вниз и, ударяясь об острые зубцы *в*, также укрепленные на стенке барабана, разбивается. Если уголь мягче, чем сланцы, то он быстро превращается в мелочь и проваливается через отверстия барабана наружу, крепкие же сланцы остаются внутри и постепенно передаются специальными направляющими *г* от загрузочного конца *д* барабана к выгрузочному *е*. В случае обработки антрацита процесс совершается так же, но антрацит, как более прочный, остается внутри барабана, сланцы же, разбиваясь в мелочь, просеиваются через его стенки. Эти барабаны вполне пригодны для предварительного обогащения, т. к. они чрезвычайно просты по своему устройству и операция обогащения в них стоит дешево. Избирательное дробление можно применять и для других полезных ископаемых, но вообще говоря способ этот является грубым и не дает вполне надежных результатов.

Обогащение по форме и разности в трении и упругости. Случаи возможности применения обогащения на основании разности в форме агрегатов различных минералов редки и собственно ограничиваются обогащением антрацита, но вообще форма агрегатов оказывает существенное влияние на другие способы обогащения. Нек-рые антрациты при отбойке получаются в форме б. или м. округленной или призматической, сланцы же раскалываются на плиты. Благодаря этому возможно произвести разделение на специальных грохотах, из которых наиболее совершенными являются грохота Аллярда. Поверхность грохота образована рядом особой формы колосников. Между смежными колосниками остается небольшая щель. Антрацит загружается на грохот в верхнем конце и благодаря качательным движениям грохота, получаемым от эксцентрика, он постепенно передвигается вниз. Округленные куски антрацита при этом свободно скатываются по поверхности грохота, куски же плитчатых сланцев располагаются плашмя на ребрах колосников, проваливаются в щель между ними и собираются под грохотом.

Различие в форме, а также в коэф-те трения дает возможность производить обогащение на наклонной поверхности. Этот способ чаще всего применяется в антрацитовой промышленности. Зерна округленной формы (антрацита) обладают трением качения, а плитчатые сланцы — трением скольжения; коэф. трения скольжения о железо для антрацита составляет ок. 0,4, тогда как для сланца он равен 0,6. Благодаря такой разнице в трении антрацит будет двигаться по наклонной плоскости значительно быстрее сланцев.

В качестве аппарата, на к-ром осуществляется обогащение по указанному принципу, теперь применяются т. наз. спиральные сепараторы. Спиральный сепаратор (фиг. 4) представляет собой две или несколько винтовых поверхностей на вертикальной оси, расположенные одна над другой, причем поверхности имеют уклон к оси и нижние *а* несколько шире верхних *б*. Обогащаемый антрацит загружается в верху сепаратора через качающийся питатель *в* и желоба *г* на внутреннюю поверхность *б*. При своем движении вниз куски антрацита развивают центробежную силу, постепенно удаляясь от вертикальной оси. Так как трение сланцев больше, то скорость движения у них медленнее и центробежная сила меньше. Антрацит вскоре развивает такую центробежную силу, что благодаря ей перескакивает на более широкую нижнюю поверхность *а*, сланцы же остаются на верхней узкой, поэтому в нижнем конце сепаратора их можно собрать отдельно. Способ обогащения, основанный на разности в упругости минералов, широкого распространения не получил. Этим способом обогащают каменные угли и антрациты, обладающие большей упругостью, чем сланцы (при помощи аппарата Бернсфорда).

Мокрый процесс обогащения. Мокрый процесс в О. п. и. играет весьма важную роль и включает в себя: 1) мокрую классификацию, 2) отсадку, 3) концентрацию на столах и 4) сгущение шламов и осветление вод. Первые два процесса основываются на разности скоростей падения минеральных зерен в воде в зависимости от их величины и удельн. веса; концентрация на столах является процессом обогащения, основанным на разности скоростей движения минеральных зерен в текущей по наклонной плоскости струе воды. Процессы сгущения



Фиг. 4.

шламов и осветления вод являются результатом выпадения взвешенных в жидкости (воде) минеральных частиц, причем здесь мы имеем дело не только с одним механич. явлением падения, но также и с явлениями физико-химическими — разрушением коллоидов, если таковые образовались в процессах обогащения.

Закон падения тел в воде. Рассматривая падение тела в воде с точки зрения его динамики и кинематики, можно с известным приближением, достаточным для практических целей, доказать, что по истечении короткого промежутка времени скорость движения тела, в силу сопротивления жидкости, становится величиной постоянной. Шарообразное тело движется в воде под влиянием своего веса, к-рый равен

$$G = \frac{\pi d^3}{6} \cdot \delta, \qquad (1)$$

где d—диаметр шара, δ—уд. вес. По закону Архимеда вес тела в воде

$$P = \frac{\pi d^3}{6} (\delta - 1), \qquad (2)$$

где 1—уд. в. воды. При своем движении тело на основании закона Ньютона испытывает сопротивление, к-рое выражается ф-лой

$$W = \alpha F \cdot \frac{v^2}{2g}, \qquad (3)$$

где v—скорость движения тела, g—ускорение силы земного притяжения, α—коэф., зависящий от формы тела, $F = \frac{\pi d^2}{4}$ — площадь наибольшего поперечного сечения тела, нормальная к движению. Отсюда получается,

что движущая сила падения тела в воде будет

$$R = P - W = \frac{\pi d^3}{6}(\delta - 1) - a \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{v^2}{2g}. \quad (4)$$

Эта сила действует на массу тела

$$m = \frac{G}{g} = \frac{\pi d^3}{6} \cdot \frac{\delta}{g}. \quad (5)$$

Так как сила равна произведению массы на ускорение, то мы можем найти то ускорение, с к-рым движется тело в воде, а именно:

$$R = m \cdot j, \quad (6)$$

где j — искомое ускорение:

$$j = \frac{R}{m} = \frac{R}{G} \cdot g \quad (7)$$

и

$$j = \frac{\delta - 1}{\delta} \cdot g - a \cdot \frac{3v^2}{4d\delta}. \quad (8)$$

Как видно из выражения (8), ускорение j не остается постоянным и зависит от изменения скорости v; оно имеет максимум, когда $v = 0$, т. е. в начале движения; тогда

$$j_0 = \frac{\delta - 1}{\delta} \cdot g. \quad (9)$$

По мере увеличения скорости v ускорение j постепенно уменьшается и наконец оно становится равным нулю, когда

$$\frac{\delta - 1}{\delta} \cdot g = a \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{v^2}{d\delta}, \quad (10)$$

т. е. тогда, когда движущая сила уравновешивается сопротивлением. Очевидно, что если $j = 0$, то тело начинает двигаться с постоянной скоростью. Эту постоянную скорость нетрудно найти из выражения (10), а именно, называя ее через v_0, получим:

$$v_0 = \sqrt{\frac{4d(\delta - 1)}{3a} g}. \quad (11)$$

Обозначая в последнем выражении постоянную величину $\sqrt{\frac{4}{3} \cdot \frac{g}{a}}$ через K, получим следующее выражение (Риттингера) для постоянной скорости:

$$v_0 = K \sqrt{d(\delta - 1)}, \quad (12)$$

где v_0 и d в *м*; K для тел округленной формы равно 2,73, продолговатой—2,37 и плоской формы—1,97. Принимая, что в любой рудной смеси находится 50% округленных зерен, 25% продолговатых и 25% плоских, в среднем можно считать $K = 2{,}44$ и следовательно конечная скорость

$$v_0 = 2{,}44 \sqrt{d(\delta - 1)}. \quad (13)$$

Из выражения (9) видно, что в начале движения минеральные зерна большего уд. в. опережают зерна меньшего уд. в. При достижении постоянной скорости (12) минеральные зерна падают в воде со скоростями, зависящими как от их уд. в. (δ), так и от их величины (d). На этом основании мы заключаем, что: а) если мы имеем два минеральных зерна одинакового уд. веса, то большее зерно будет падать в воде с большей скоростью, б) если имеем два одинаковых по размеру зерна разного уд. веса, то зерно большего уд. веса будет падать скорее; в) можно выбрать зерна различных минералов (разного уд. веса—δ_1, δ_2 и разной величины—d_1, d_2), которые будут иметь одинаковые скорости падения; отношение их величин называется коэфициентом равнопадаемости, а сами зерна—равнопадающими. Коэфициент равнопадаемости

$$\varepsilon = \frac{d_1}{d_2} = \frac{\delta_2 - 1}{\delta_1 - 1}. \quad (14)$$

Экспериментальные исследования американца Р. Ричардса в общем подтвердили правильность выводов Риттингера, но вместе с тем показали, что для каждаго минерала д. б. внесены известные индивидуальные поправки в выражение для закона падения тел в воде. Кроме того Р. Ричардс ввел понятие т. наз. стесненного падения зерен, наблюдающегося в большинстве аппаратов, служащих для обогащения, а именно он считает, что при обработке рудной массы зерна падают скученно, мешая друг другу, и поэтому в б. или м. степени их падение отклоняется от закона Риттингера. Ричардс для условий стесненного падения зерен в воде предложил гипотезу, что падение происходит как бы в условной среде большего уд. веса и близкого к среднему арифметическому уд. веса воды и минерала, преобладающего в руде. Наибольшее отклонение от закона Риттингера наблюдается у мелких зерен, и, начиная с известного предела, падение следует закону Стукса, по которому конечная скорость падения мелких зерен выражается так:

$$v_{st} = K_{st}(\delta - 1) d^2; \quad (15)$$

коэфициент

$$K_{st} = \frac{5000 g}{9\mu}, \quad (16)$$

где μ—коэф. внутреннего трения воды, и при 20° $\mu = 0{,}01$, изменяясь на 2% на каждый градус. Если d и v_{st} выражены в *м*, то для шара $K_{st} = 545\,000$ и

$$v_0 = 545\,000(\delta - 1) d^2. \quad (17)$$

Т. о. закон Стукса указывает, что мелкие зерна испытывают кроме динамич. сопротивления воды еще и сопротивление вследствие внутреннего трения частиц воды, к-рое для крупных зерен не имеет большого значения. Следует кроме того указать, что для мелких зерен действительны те же поправки, к-рые ввел Ричардс для крупных зерен. Из ур-ия (15) видно, что заключения, сделанные выше для падения зерен на основании закона Риттингера, действительны и для мелких зерен. Коэф. равнопадаемости м. б. представлен в следующем виде:

$$\frac{d_1}{d_2} = \varepsilon_{st} = \sqrt{\frac{\delta_2 - 1}{\delta_1 - 1}}. \quad (18)$$

Имея в виду, что между законами падения мелких зерен и крупных имеется существенная разница, а именно,—что для первых конечная скорость пропорциональна квадрату диаметра, а для вторых его первой степени, легко заключить, что имеются промежуточные зерна, не подчиняющиеся ни тому ни другому закону; для них имеется несколько выражений, из к-рых можно привести ур-ие Аллена:

$$v_A = K\left[\frac{(\delta - \varrho) g}{\varrho}\right]^{2/3} \cdot \frac{a - ha'}{r^{1/3}}, \quad (19)$$

где K и h—постоянные величины, a'—наибольший радиус зерна, подчиняющегося за-

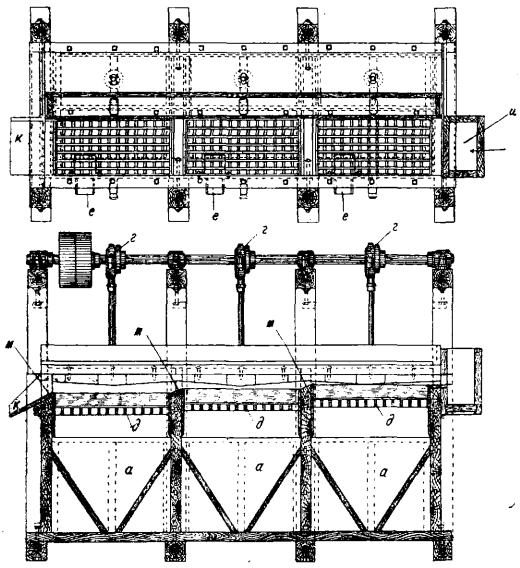
кону Стукса, r—кинематический коэф. трения μ, a—радиус падающего шарообразного зерна, ϱ—уд. в. жидкости, для воды = 1. Упрощенное выражение закона Аллена при v_A и d, выраженных в *мм*, будет

$$v_A = 95\, d^{0,83} \text{ для кварца,}$$

$$v_A = 263\, d^{0,60} \text{ для свинцового блеска.}$$

Рассмотрим теперь приложение законов падения тел в воде к процессам обогащения.

Мокрая классификация есть разделение смеси минеральных зерен на группы или классы равнопадающих зерен по скоростям падения. Она осуществляется в т. наз.

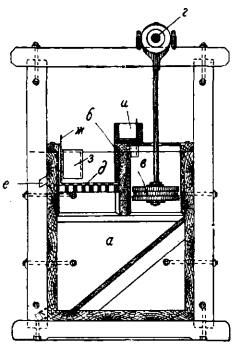


Фиг. 5.

классификаторах (см.). Как обогатительный процесс мокрая классификация является операцией подготовительной перед концентрацией на столах и вспомогательной при дроблении. В последнем случае при помощи мокрой классификации производится разделение по крупности на основании первого следствия из приведенных выше законов падения.

Отсадка. Процесс отсадки заключается в разделении смеси минеральных зерен по уд. весу на основании разности в скоростях падения в восходящей струе воды. Для успешности отсадки необходима предварительная подготовка при помощи т. наз. сухой классификации на классы приблизительно равных по величине зерен. Сухая классификация осуществляется на грохотах (см. *Грохочение*).

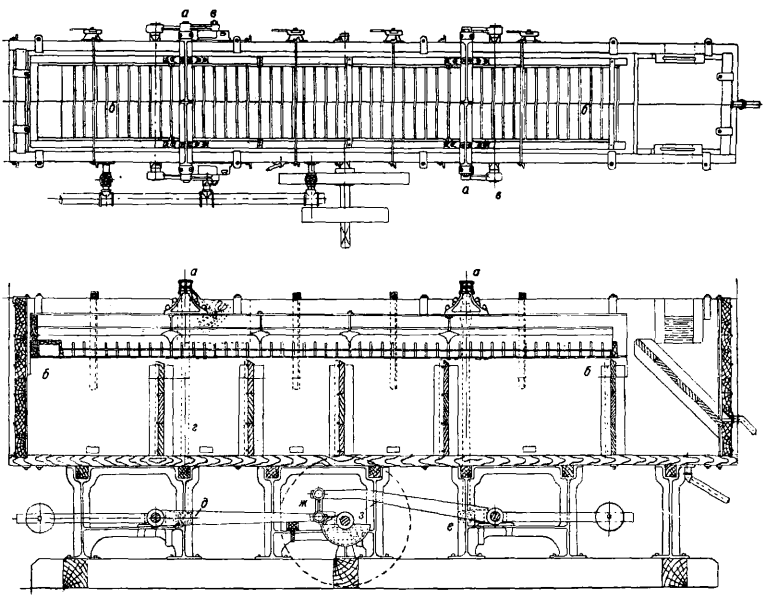
Для отсадки служат так называемые отсадочные машины. Отсадочная машина гарцовского типа (гарцовское решето) представлена на фиг. 5; она состоит из трех соединенных последовательно отсадочных машин. Каждая машина представляет собой деревянный (или металлический) ящик *а*, суживающийся книзу и разделенный не доходящей до дна перегородкой *б* на две части. В одной из них находится поршень *в*, получающий движение от эксцентрика *г*, в другой помещено решето *д*. Ящик заполняется водой, которая покрывает решето. На это последнее загружается обогащаемая руда. Благодаря качаниям поршня вода получает движение под решетом; происходит смена восходящих и нисходящих струй. Это движение передается находящейся на решете руде. От движения воды вверх руда поднимается, и скорость движения отдельных зерен ее будет равнодействующей из скорости струи воды и скорости падения зерна, т. е. равна их разности. При этом, если руда соответственно подготовлена, зерна минерала более легкого будут подняты выше, чем зерна тяжелого минерала. Обратное движение поршня вызовет движение воды вниз, и руда также устремится вниз, причем между отдельными ее зернами будет приблизительно сохраняться то расстояние, которое было достигнуто при подъеме. Т. о. на решето сперва ляжет слой минерала с большим уд. весом, выше—более легкий. Удаление нижнего слоя в машинах для крупных классов (больше 4 *мм*) происходит через порог в отверстие, имеющееся в боковой стенке *е*, прикрытое заслонкой *ж* и щитком *з* П-образной формы, края к-рого не доходят до поверхности решета. В пространство между щитком и стенкой машины непрерывно поступает нижний слой более тяжелого минерала, выдавливаемый весом находящихся на нем частиц, а оттуда он направляется в отверстие в боковой стенке. Верхний слой более легкого минерала идет вместе с водой в направлении, перпендикулярном к первому, вдоль последовательно расположенных отсадочных машин от загрузочного жолоба *и* к выгрузочному лотку *к*, проходя через постепенно понижающиеся уступами решета *д* и пороги *м*.



Смысл установки последовательно нескольких машин состоит в том, что не успевшие полностью расслоиться минералы на первом решете добавочно обрабатываются на втором и т. д. Кроме того в сгруппированных машинах возможно получать продукты разного минералогич. состава; так, в случае обработки комплексной руды, состоящей из PbS, Zn · S и SiO_2, с первого решета получается в виде концентрата PbS, со второго—ZnS, с третьего—промежуточный продукт—сростки с кварцем и наконец с лотка *к* хвосты—кварц и т. п. Машины для обработки мелких классов (ниже 4 *мм* до 1 *мм* в поперечнике) отличаются тем, что удаление концентратов в них (более тяжелого минерала) происходит через постель. Постель представляет собой слой зерен какого-либо минерала или материала, укладываемого непосредственно на решете, а уже на него затем загружается обрабатываемая руда. Отслоившийся вследствие работы поршня внизу более тяжелый минерал просачивает-

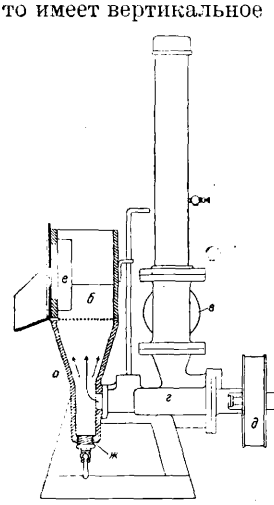
ся сквозь каналы, остающиеся в неплотно сложенной постели, в нижнюю часть отсадочной машины и оттуда разгружается периодически через особое отверстие; верхний слой легкого минерала направляется вдоль машины, как и для крупных классов. Гарцевские отсадочные машины относятся к типу поршневых машин.

Другую группу отсадочных машин составляют машины с подвижным решетом; к ним относится машина Ханкока



Фиг. 6.

(фиг. 6). В длинном прямоугольном ящике подвешено на коротких рычагах *аа* решето *бб*, качающееся около центров *вв*. Под ящиком помещен приводной механизм, передающий качания системой уравновешенных рычагов *г*, *д*, *е*, и *ж* от кулачного привода на валу. Решето имеет вертикальное и поступательно-возвратное движение. При опускании решета вниз загруженная на него руда подвергается действию восходящей струи воды, а при обратном движении струя действует вниз. Качательными движениями решета в воде вызывается расслоение руды. Решето снабжено поперечными перегородками для удержания зерен постели и концентрата при поступательном движении решета. Тяжелый концентрат удаляют через постель сквозь решето в нижнюю часть ящика, хвосты же передвигаются вдоль по решету вследствие поступательных движений к разгрузочному концу. Машины с подвижным решетом имеют преимущества перед поршневыми в отношении их портативности.



Фиг. 7.

Кроме описанных машин применяют еще приборы, действующие на принципе только восходящей струи. К таким приборам относится пульзатор Ричардса (фиг. 7). Рабочей частью пульзатора является чугунный ящик *а* с мелким решетом *б*, на к-рое загружается обогащаемая руда. Под решето по трубе *в* вводится струя воды от генератора давления через вращающийся кран *г*, снабженный маховичком *д*. Струя получает до 400 перерывов в 1 мин. Благодаря толчкам воды руда расслаивается на решете. Концентраты удаляются через порог *е* в боковой стенке, хвосты же выгружаются через отверстие *ж*.

Гидросепаратор Мензиса работает также с восходящей струей (фиг. 8) и применяется гл. обр. для обогащения угля и антрацита. Уголь загружается по питателю *А* на изогнутое решето *Б*, через которое бьет струя воды, подаваемая центробежным насосом; питание регулируется заслонкой *Г*. Более легкие частицы угля поднимаются кверху и удаляются из пространства *В* через отверстие, регулируемое заслонкой *Д*; тяжелые же сланцы проходят внизу через щель *Е* и транспортируются далее при помощи элеватора. Все аппараты, действующие с восходящей струей, требуют предварительной подготовки обогащаемого материала детальной классификацией, но дают сравнительно с другими отсадочными машинами большую производительность и вызывают меньший расход воды и энергии. Данные о производительности отсадочных машин приведены в табл. 1.

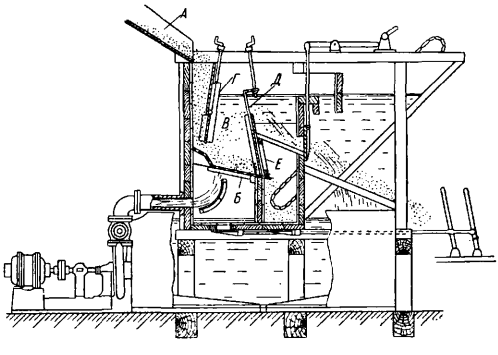
Табл. 1.—Данные о производительности отсадочных машин.

Наименование \ Типы машин	Гарцевские отсадочн. машины	Машины Hancock	Пульзатор Richards
Размер обрабатываемых зерен *d* в *мм*	2—64—100	0—12	0—12
Производительность в 24 ч. в *т*	5—20	350—500	100—530
Производительность на 1 *м*² поверхности решета в час	0,21—0,83	1,66—4	93—240
Расход воды *л/ч* на 1 *т* руды . . .	~20 000	~4 300	~4 000
Расход мощности на 1 *м*² поверхности решета . .	1—1,5	~1 IP	ничтожн.

Из табл. 1 видно явное преимущество пульзатора Ричардса по сравнению с другими машинами, но несмотря на это пульзатор не

получил широкого распространения в обогатительном деле, так как отличается большой чувствительностью к перегрузкам и изменению качества обрабатываемой руды, отражающейся на его работе.

Обогащение в жидкостях большого удельного веса весьма близко по принципу отсадки и состоит в том, что в жидкость, имеющую уд. вес больше, чем один из составляющих минералов, и меньше чем уд. вес другого минерала, погружают обогащаемое полезное ископаемое; тогда минерал более легкий всплывает, более тяжелый тонет в жидкости. Метод подробного разделения минералов имеет большое применение при исследовании обогатимости (или способности обогащаться) полезных ископаемых, в особенности углей. Путем последовательного погружения испытуемого угля в жидкости с постепенно возрастающим удельн. весом, начиная с жидкости, имеющей уд. в., близкий к уд. в. чистого угля (1,2—1,3), и кончая жидкостью с уд. в. ок. 2, разделяют данный уголь на фракции различного уд. в. и для каждой фракции определяют ее зольность. Самая легкая фракция является чистым углем, наиболее тяжелая—чистой пустой породой По характеру изменения уд. веса и зольности судят о степени обособленности частичек угля от частиц сланца и следовательно о возможности разделения его механич. способами. Резкий переход от чистых углистых фракций к золистым свидетельствует о легкой обогатимости, наоборот, постепенное плавное изменение как уд. в., так и зольности указывает, что уголь не обособлен, имеются сростки и выход чистых фракций угля и хвостов будет невелик.

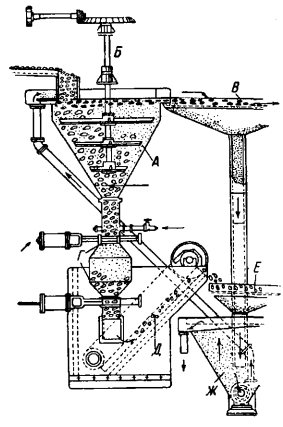


Фиг. 8.

Графич. изображение в виде кривой постепенного изменения зольности во фракциях и кумулятивного выхода носит название кривых Анри (Henry).

Разделение в жидкостях большого уд. в. встречается почти исключительно в области обогащения угля. Отделение угля от сланцев в растворе хлористого кальция по способу английской компании Clean Coal Co. происходит в больших чанах конич. формы. Всплывший уголь собирается с поверхности жидкости скребками, осевшие на дно сланцы поднимаются элеватором. Жидкость, стекающая с полученных продуктов, поступает в отстойники и затем снова пускается в кругооборот.

Способ Чанса применяется в США для обогащения антрацита, а в последнее время и курного угля. Средой большого уд. в. служит эмульсия чистого мелкого песка с водой. Аппарат Чанса представлен на фиг. 9. В конич. сосуде *А* при помощи перемешивания вертикальной мешалкой *Б* и восходящей струи воды создается взвешенное состояние песка в воде. Варьируя соотношение песка и воды в конусе, можно получить требуемый уд. вес смеси (в пределах от 1,24 до 1,80). Уголь загружается сверху, и чистые куски его всплывают на поверхность и попадают через край сосуда на решето *В*, где отдают воду и песок, стекающие вниз. Сланцы опускаются в суженную часть сосуда и проходят через клапан *Г* на конвейер *Д* и далее на сотрясательное решето *Е* для освобождения от воды и песка. Вся вода с песком собирается в резервуаре *Ж* и песочным насосом возвращается в сосуд *А*.



Фиг. 9.

Концентрация на столах. Процесс концентрации на столах состоит в разделении минеральных частиц по скоростям их движения в текущей по наклонной плоскости струе воды. Вследствие существующего трения между поверхностью наклонной плоскости и водой скорости течения воды в различных сечениях струи по высоте изменяются, постепенно убывая от ее поверхности. Если толщина слоя воды будет H и скорость на ее поверхности v, то скорость v_b на высоте h от плоскости будет:

$$v_b = \frac{hv}{H}\left(2 - \frac{h}{H}\right). \qquad (20)$$

Принимая, что частицы минералов, подвергающихся обработке на столах, испытывают трение скольжения, Финки выводит с достаточной для практических целей точностью, что скорость движения минерального зерна, текущего с водой по наклонной плоскости, м. б. выражена:

$$v = \frac{Wd}{H}\left(2 - \frac{d}{H}\right) - v_0\sqrt{\varrho - \sin\varepsilon} \qquad (21)$$

или

$$v = \frac{Wd}{H}\left(2 - \frac{d}{H}\right) - v_0'(\varrho - \sin\varepsilon), \qquad (22)$$

где d—диаметр зерна; H—толщина слоя воды; W—средняя скорость струи воды, определяемая по формуле Дарси-Базена для случая, когда ширина струи значительно превосходит ее глубину; ϱ — коэф. трения минерала о поверхность, смоченную водой; $\sin\varepsilon$ — синус угла наклона плоскости; значение v_0 прежнее (12); $v_0' = v_{st}$ (15). Для достижения разности в скоростях движения рудных зерен руду предварительно подготовляют или классификацией по крупности путем грохочения или мокрой классификацией

по скорости падения. Первая применяется для зерен крупных, вторая для мелких. Вообще обработке на столах подвергается рудная мелочь не крупнее в среднем 2—3 *мм* и лишь в редких случаях достигающая 12 *мм* (каменный уголь).

Столы-концентраторы разделяются на две группы: 1) неподвижные, периодич. действия, 2) подвижные, непрерывного действия.

Действие неподвижных столов основано на том, что благодаря большому трению часть мелких тяжелых зерен задерживается на его поверхности, образуя первичный концентрат или промежуточный продукт; крупные и обладающие меньшим удельным весом зерна сносятся струей воды в виде хвостов. Из ур-ий (21) и (22) следует, что $v = 0$, когда

$$\frac{Wd}{H}\left(2 - \frac{d}{H}\right) = v_0 \sqrt{\varrho} - \sin \varepsilon$$

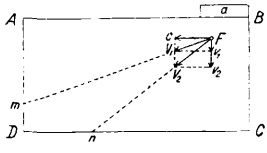
или

$$\frac{Wd}{H}\left(2 - \frac{d}{H}\right) = v_0' (\varrho - \sin \varepsilon).$$

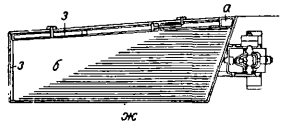
Т. к. на неподвижных столах обычно обрабатывается неклассифицированная смесь зерен различной величины, то для того, чтобы сносились крупные зерна, необходимо придать достаточно большую скорость струе воды; но чтобы не сносились при этом и мелкие частицы, необходимо увеличить трение нижних слоев воды путем укладки на стол какой-либо ткани, кокосовых матов либо дажедерна. Примером неподвижных столов служат золотопромывальные шлюзы (см. *Гидравлические разработки*, *Дражное дело*), *Американка* (см.), *Вашгерд* (см.) и т. п.

Значительно большее распространение имеют подвижные столы непрерывного действия. Введение их в практику обогащения дало возможность значительно удешевить мокрый процесс и сократить потери. Подвижные столы разделяются на песковые и иловые в зависимости от крупности обрабатываемого материала; затем по характеру движения столы бывают: качающиеся, ленточные и вращающиеся.

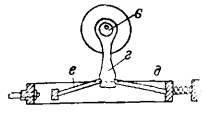
Качающиеся столы. Типичным для столов этого рода является стол Вильфлея. Схематически действие качающихся столов можно представить след. образом (фиг. 10). Пусть $ABCD$ есть наклонная плоскость с наклоном от края AB к краю CD под небольшим углом (ок. 4°). В правом верхнем углу из резервуара a непрерывно на стол вместе с водой поступает руда в виде мелких зерен. Вода стремится течь по наклону стола и унести с собой рудные частицы к краю DC; качательн. движениями стола в направлении перпендикулярном к его наклону частицы руды передвигаются от края BC к краю AD. Т. обр. каждое минеральное зерно участвует в двух движениях: одно—от действия струи воды и другое—от качаний стола. Пусть в месте F стола находятся два зерна, скорости движения которых в струе воды будут различны: v_1 и v_2, причем $v_1 < v_2$; если принять, что скорости c в направлении движения стола одинаковы, тогда равнодействующая скоростей v_1 и c будет V_1, а равнодействующая скоростей v_2 и c будет V_2; поэтому первое зерно попадет в точку m на краю стола AD, второе же—в точку n. Так как соответствующей подготовкой рудной смеси мы можем достичь того, чтобы зерна различных минералов имели различные скорости в текущей струе воды, то обработкой на столе мы по краю AD стола соберем зерна одного минерала большего уд. в., т. к. для них скорость v_1 будет меньше, чем скорость v_2 зерен меньшего уд. в., к-рые пойдут по направлению Fn. По краям стола поставлены желоба, в к-рые стекают полученные продукты. Стол Вильфлея имеет форму неправильного четырехугольника, близкую к трапеции (фиг. 11а,б). Поверхность стола покрыта линолеумом и имеет уклон к стороне *ж*; загрузка производится в верхнем правом углу *а*. Для лучшего разрыхления и расслоения смеси минеральных зерен и для направления находящихся в нижнем слое зерен тяжелого минерала при качаниях стола в сторону, перпендикулярную к направлению



Фиг. 10.



Фиг. 11а.

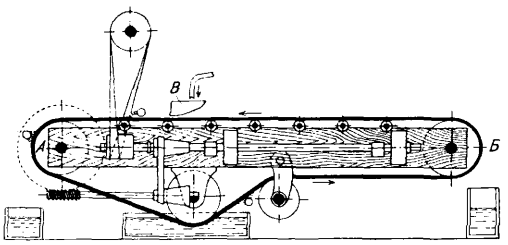


Фиг. 11б.

струи воды, поверхность стола снабжена деревянными рифлями, покрывающими большую половину его. Каждая планка рифлений имеет в сечении форму трапеции; высота планок возрастает от верхнего края стола к нижнему и все они скошены «на-нет» к диагонали, отделяющей гладкую площадку *б*, занимающую верхний левый угол стола. Движущий механизм стола помещен сбоку и состоит из эксцентрика *в*, вертикальной тяги *г*, в которую упираются два рычага *д* и *е*, образующие между собой тупой угол. При вращении эксцентрика конец рычага *е* остается неподвижным; рычаг *д* передает движение эксцентрика столу в виде поступательно-возвратных качаний. Верхняя дека стола поставлена на качающихся коротких стойках. Уклон стола можно менять при помощи особого механизма; *з*, *з*—желоба, распределяющие воду. Обрабатываемый материал под воздействием смывания водой и качаний стола расслаивается в виде веерообразных расходящихся полос от места загрузки к краю стола и попадает в соответствующие желоба. Неразделившийся промежуточный продукт возвращается для повторной обработки. Стол Вильфлея является типичным песковым столом. К этой категории столов относятся столы Дейстера, Гумбольдта и др. Иловые качающиеся столы отличаются гладкой поверхностью, в остальном они схожи с песковыми.

Ленточные столы, или ваннеры, служат б. ч. для обработки илов. Ленточные столы (Frue Vanner) представляют собой довольно широкую бесконечную ленту из линолеума, перекинутую (фиг. 12) через два

ролика *А* и *Б*. Поверхность ленты наклонена от *А* к *Б*, а движется она в направлении от *Б* к *А*. Под столом помещены два натяжных ролика. Кроме поступательного движения ленты весь стол, подвешенный на особых тягах, получает качательные движения в по-

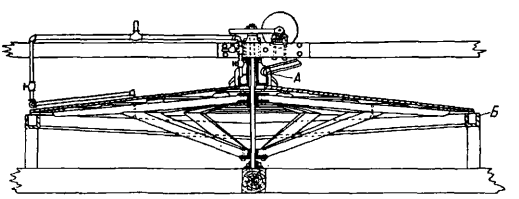


Фиг. 12.

перечном направлении от специального механизма. Загрузка рудной мути происходит равномерно по всей ширине ленты из резервуара *В*. Действие ваннера схематически можно представить след. обр.: частицы руды должны уноситься с водой по направлению уклона ленты (к ролику *Б*), но те из них, скорость движения к-рых будет равна нулю или меньше поступательной скорости ленты, будут отнесены лентой назад к ролику *А* и тут смыты дополнительной струей воды. Т. о. в конце *А* получается тяжелый концентрат, в конце *Б*—легкие хвосты.

Круглые вращающиеся столы также являются иловыми. Америк. вращающийся стол (фиг. 13) имеет форму пологого конуса, вращающегося около вертикальной оси. В вершине конуса поставлен загрузочный резервуар *А*, имеющий форму стакана. Загрузка рудной мути на стол происходит через отверстие в стенке стакана и всегда направлена в одну сторону, почему муть, вытекая на конус, расходится по его поверхности веером. Медленно двигающиеся частицы будут отнесены столом на большее расстояние, быстро движущиеся—сойдут с его поверхности почти по радиальному направлению. Разгородив соответствующим образом жолоб *Б*, окружающий стол по краю, можно собрать в отделения его разделенные продукты. Работа столов может быть охарактеризована следующими цифрами (табл. 2).

Реомойка относится к категории аппаратов, действующих на основе разделения в текущей струе воды; она служит для обогащения угля. Реомойка представляет собой длинный узкий (по сравнению со столами) жолоб *а* (фиг. 14, 15), в котором происходит расслоение угля, причем более тяжелые сланцы идут по дну жолоба. Благодаря большему коэф-ту трения и своей плоской форме сланцы *б* медленно двигаются по жолобу, уголь же *в* быстро идет в верхнем слое, уносясь к концу жолоба вместе с водой, поступающей в приемник под нек-рым напором из бака *г*. Для улавливания сланцев и неотмытого угля в дне жолоба имеются щели *д*, под к-рыми поставлены приемники, в виде продолговатых ящиков, из к-рых материал поступает на элеваторы *е* и *ж*. В реожелобах, служащих для обработки крупного угля, имеется в приемниках качающийся затвор *з*, периодически пропускающий накапливающиеся сланцы. В реожелобах для обработки мелочи угля меньше 10 *мм* в поперечнике щелей и приемников ставятся значительно больше и обработка идет последовательно на ряде желобов, поставленных один под другим. Обычно реомойка может обрабатывать уголь неподготовленный классификацией или же разделенный только на два класса: крупный размером больше 10 *мм* и мелочь ниже 10 *мм*. В сравнении с другими способами обогащения, требующими предварительной классификации, это является преимуществом. Кроме того реомойка требует меньшего расхода энергии, так как в ней почти нет подвижных



Фиг. 13.

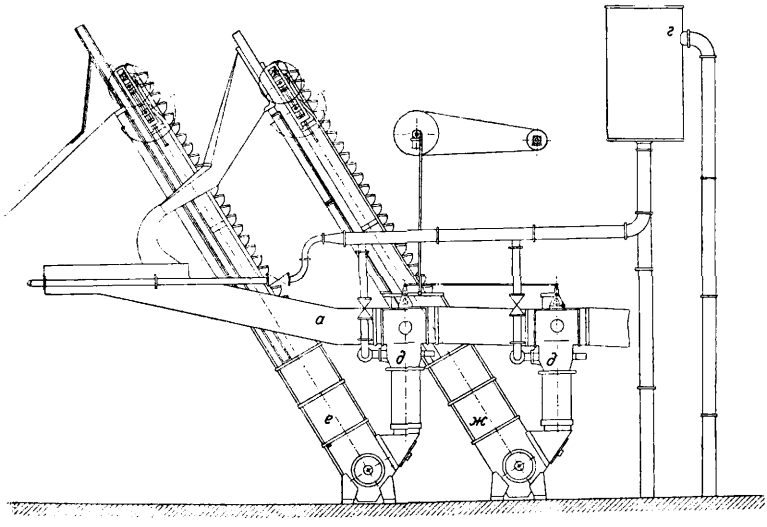
частей, расход воды в ней также ниже, нежели у других аппаратов, и она занимает значительно меньше места.

Воздушное, или пневматическое, обогащение по существу подобно мокрому,

Табл. 2.—Производительность столов-концентраторов.

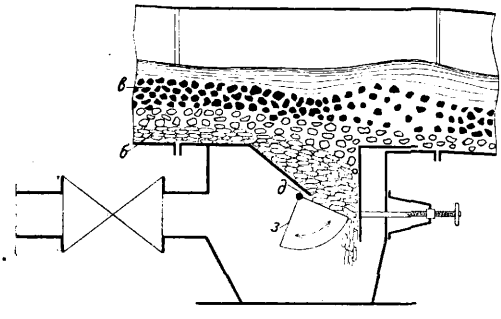
Тип стола	Диам. обработ. зерен, *мм*	Характер движения	Уклон	Расход воды, $м^3/ч$	Производит., *т/ч*	Размер стола, *м*	Работа в IP
Вильфлей	0,8—2,5	Качаний 230—280 в мин.; ход 16—25 *мм*	1—5°	0,3—9,6	0,6—4	Длина 1,85; ширина 4,81	0,75—1
Иловой стол Дейстера	0,5	Качаний 275—295 в мин.; ход 10—12 *мм*	5°	0,3—0,8	0,3—0,8	Длина 3; ширина 1,8	1
Frue Vanner	0,8	Скорость ленты 0,5—4 *м/мин*; качаний 170—240 в мин.	½—4°	0,14—0,9	0,16—1,0	Длина 2,7; ширина 1,2	½
Круглый американский стол	0,5	1 оборот в 2—4 мин.	~6°	0,3—0,9	0,5—0,6	Диаметр ≅6	½

с той лишь разницей, что средой, в которой происходит разделение минералов, является не вода, а воздух (см. *Воздушное обогащение*). Особенное развитие этого способа наблюдается лишь в последнее время в области обогащения угля.



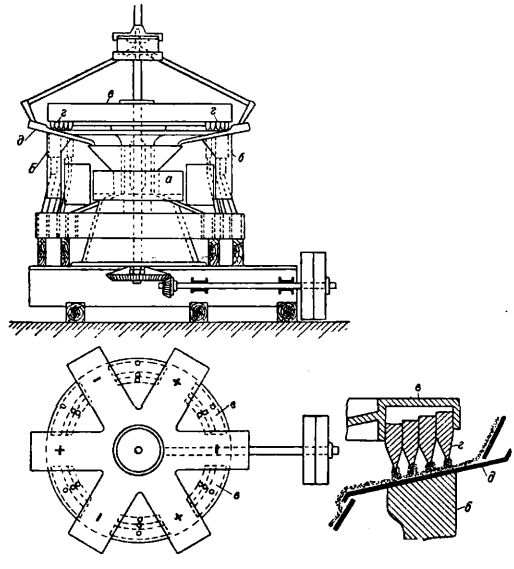
Фиг. 14.

Магнитное обогащение основано на действии магнитного поля на минеральные частицы, обладающие различной магнитной проницаемостью. Минералы, обладающие большой магнитной проницаемостью, при введении в магнитное поле притягиваются магнитом и благодаря этому м. б. выделены из рудной смеси. К таким минералам относится большинство железных руд: самородное железо, магнетит, франклинит и ильменит; меньшей магнитной проницаемостью обладают: магнитный колчедан, сидерит, гематит, циркон, лимонит, корунд, пиролюзит и пр.; эти минералы являются парамагнитными. Большинство горных пород, сопровождающих первые, обладают значительно меньшей магнитной проницаемостью и не притягиваются даже сильными магнитами. Магнитное обогащение применяется гл. образом для выделения магнитного железняка. Приборы, служащие для магнитного обогащения, носят название магнитных сепараторов. Для создания магнитного поля в настоящее время применяются исключительно электромагниты. Смотря по характеру руды сепараторы м. б. с сильными или со слабыми магнитами. Т. к. во всякой руде встречаются кроме обособленных минералов сростки магнитных зерен с пустой породой, то для получения однородных продуктов перед обогащением требуется подготовка руды классификацией по крупности, в противном случае мелкие сросшиеся зерна м. б. притянуты сильным магнитом и попасть в концентрат. Магнитные сепараторы можно подразделить на следующие группы: сепараторы с подвижными магнитами и сепараторы с неподвижными магнитами.



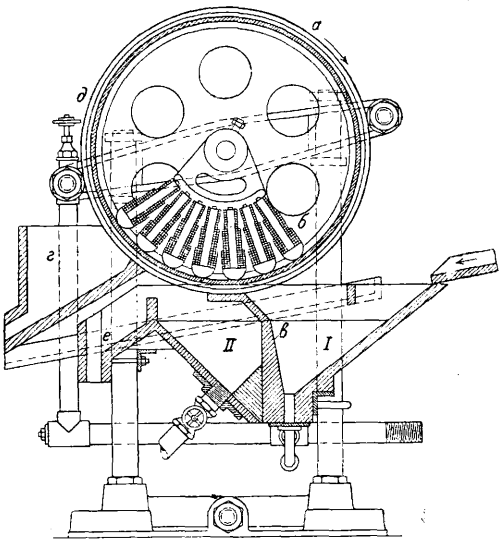
Фиг. 15.

Сепаратор Ульриха относится к первой группе; он служит для обработки сухой руды или для дополнительной обработки продуктов мокрого обогащения (фиг. 16). Сепаратор состоит из шестиполюсного электромагнита *а*, полюсы к-рого *б* расположены звездообразно и обращены кверху. Над полюсами вращается кольцевая обойма *в*, в к-рой помещены с промежутками сегменты *г* из мягкого железа, заостренные книзу. При прохождении над полюсом в сегментах индуцируется магнетизм, и к концам их притягиваются магнитные частицы руды, текущие струей по желобам *д*, непосредственно помещенным над полюсами. При повороте обоймы на некоторый угол сердечники теряют свою намагниченность, и от них отстают магнитные частицы, падая в желоба, установленные между полюсами. Немагнитные минералы остаются над полюсами.



Фиг. 16.

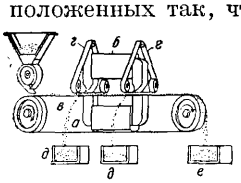
Большинство современных магнитных сепараторов относится ко второй группе— с неподвижными магнитами. В сепараторе Грендаля для мокрого обогащения (фиг. 17) многополюсный магнит помещен внутри полого вращающегося барабана *а*, изготовленного из какого-либо диамагнитного вещества.



Фиг. 17.

Полюсы магнита *б* все обращены в одну сторону и занимают нек-рую часть по окружности барабана. Барабан погружен своей нижней частью в сосуд, имеющий форму корыта, разгороженного перегородкой *в* на две части *I* и *II*. В части *I* производится загрузка обогащаемой руды, разбавленной водой. Благодаря действию магнита взвешенные в воде частицы прилипают к поверхности барабана и переносятся при его вращении по часовой стрелке к жолобу, где начиная с точки *д* выходят из сильного магнитного поля и отстают от барабана, падая в жолоб *г*. Немагнитные минералы выносятся вместе с водой в часть *II* корыта и удаляются по трубе *е* из сепаратора.

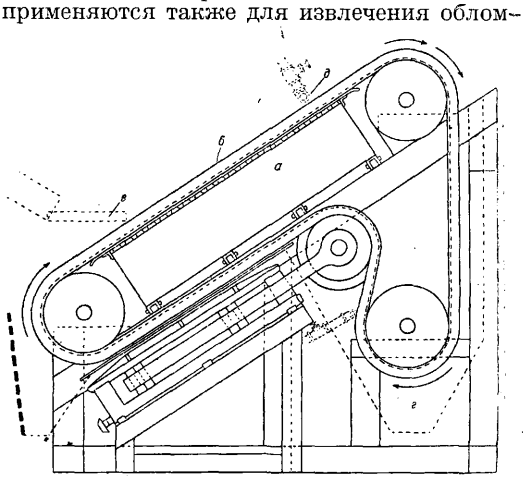
Сепаратор Везерила (Wetherill) для сухого обогащения (фиг. 18) состоит из двух (или нескольких) электромагнитов *а* и *б*, расположенных так, что разноименные их полюсы обращены друг к другу. Между этими магнитами проходит транспортная лента *в*, на которую из питательной воронки ровным слоем разгружается руда. Кроме того между транспортной лентой и полюсами верхнего магнита движутся в перпендикулярном к первой направлении две ленты *г*. При прохождении руды в сильном магнитном поле между полюсами, магнитные частицы притягиваются верхним магнитом, т. к. полюсы его заострены, и в них сосредоточивается больше магнитных линий, но пристать к полюсу они не могут, а пристают только к нижним поверхностям поперечных лент *г*, движением которых и выносятся из сферы действия магнита и сбрасываются в приемники *д*. Немагнитная пустая порода попадает в приемник *е*.



Фиг. 18.

В сепараторе Дингс-Рош (Dings-Rosche) для мокрого обогащения (фиг. 19) многополюсный магнит *а* с полюсами, обращенными кверху, охватывается бесконечной резиновой лентой *б*, идущей как показано стрелками. Угол наклона сепаратора можно изменять в пределах 10—80°, обычно он ставится под углом наклона около 30°. Руда с водой загружается на ленту по жолобу *в*. Магнитные частицы под действием магнита пристают к поверхности ленты и двигаются с ней к верхнему концу сепаратора, откуда сбрасываются в приемник *г*, немагнитные смываются водой вниз. В пункте *д* на сепаратор подается дополнительная струя воды, смывающая немагнитные частицы вниз, в другой приемник.

Методы электромагнитного обогащения применяются также для извлечения обломков железа, попадающихся в руде или угле. Эта мера обязательна во избежание поломок дробилок, если ископаемое подвергается затем дроблению. Для извлечения железа на пути движения ископаемого в желобах или на лентах устанавливаются сильные электромагниты, которые притягивают железные обломки. На фиг. 20 изображен подобный сепаратор.



Фиг. 19.

Электростатическое обогащение основано на различии в электропроводности минералов. Метод пока еще не получил большого промышленного значения. Он состоит в том, что обогащаемую руду вводят в соприкосновение с электродом; зерна минералов, хорошо проводящих электричество, получат от него одноименный заряд и отскочат от электрода, остальные же зерна останутся не заряженными и не изменят направления своего движения. К хорошим проводникам относятся: самородные золото и серебро, серный колчедан и руды других сернистых металлов и пр. К плохим проводникам принадлежит большинство жильных пород: кварц, кальцит и известняк, порфиры, сланцы и т. д. Один из приборов для промышленного обогащения по вышеуказанному методу был сконструирован Хеффом для

обработки цинковой обманки, которая в чистом виде является плохим проводником, в то время как сопутствующий ей марказит— хорошим. В сепараторе Хеффа применен ряд электродов, поставленных один под другим и имеющих форму валиков *a*, как схематически представлено на фиг. 21. На них равномерно подается руда по наклонной плоскости. Попадая на заряженный валик, частицы-проводники отскакивают от него и перепрыгивают через вторую площадку, имеющую форму угольника, поставленного ребром кверху, непроводники же падают прямо вниз, где снова помещен электрод для повторного разделения руды. На втором электроде процесс повторяется и т. д. Для усиления действия электродов под разделительными поверхностями поставлена вторая серия электродов, имеющих назначением только создание более интенсивного электрич. поля в пространстве между электродами, где проходят частицы обогащаемых минералов. Обе серии электродов заряжаются положительным электричеством от

Схема магнитообогатительной фабрики.

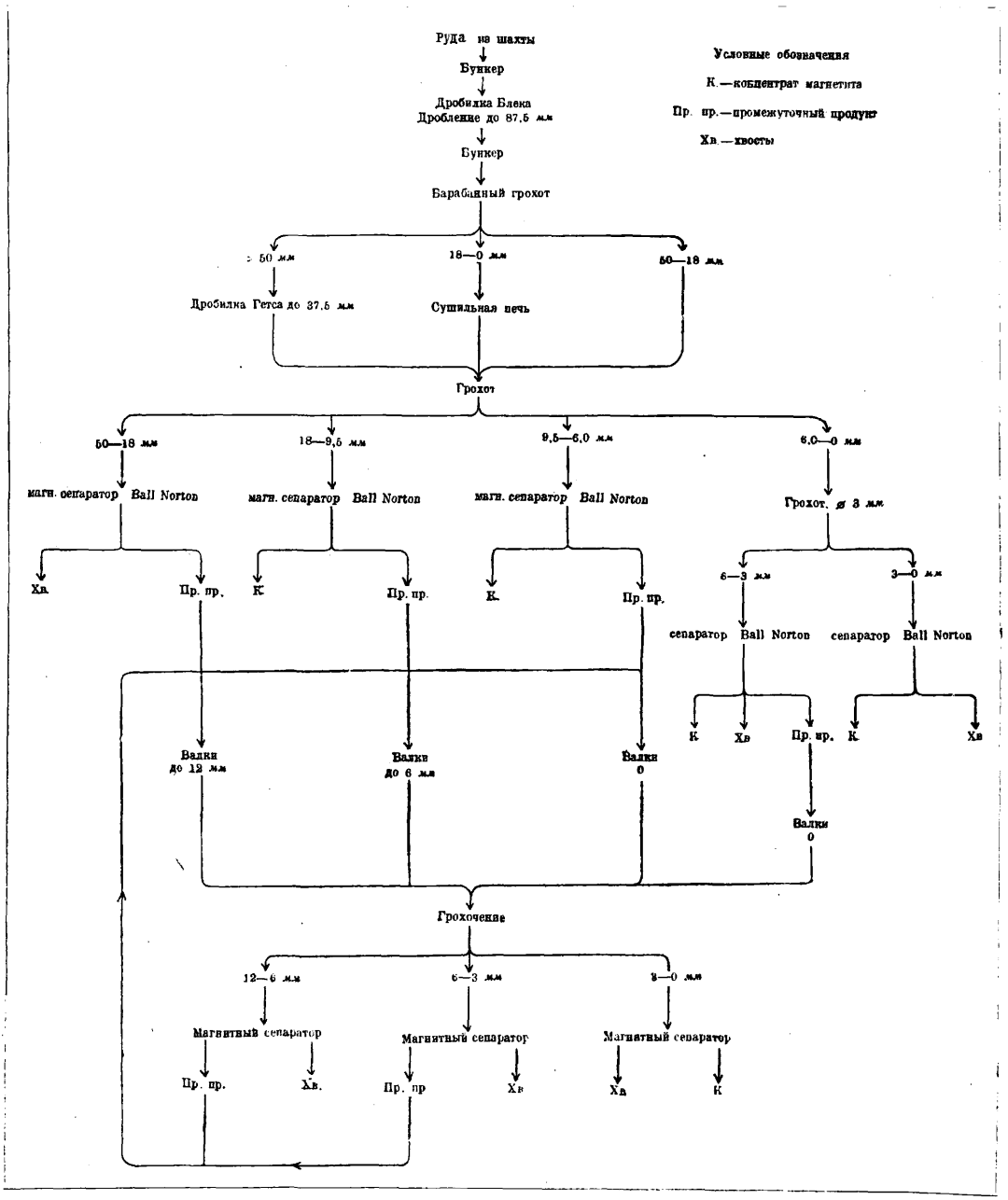


Схема сортировки и мойки для коксующихся углей.

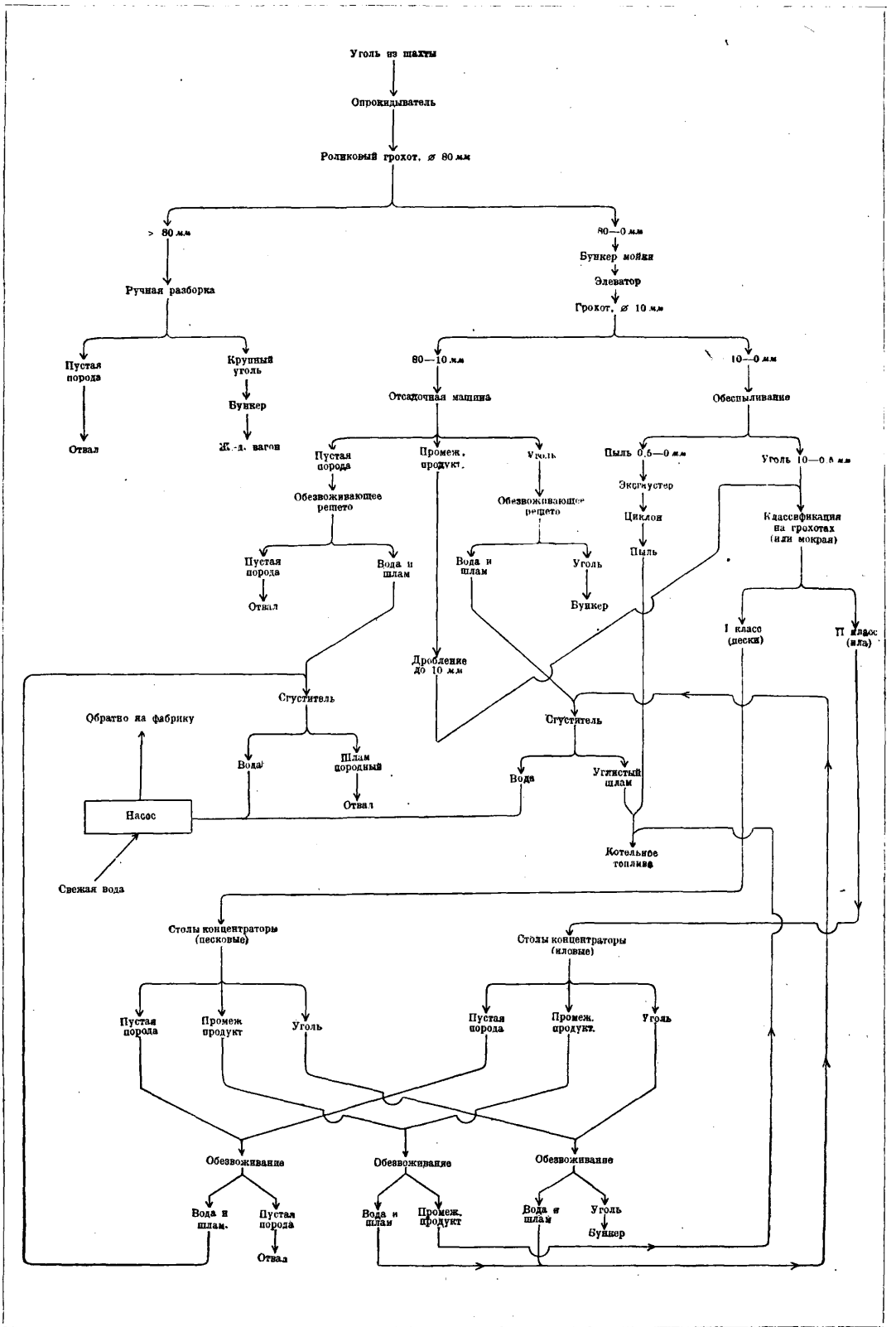
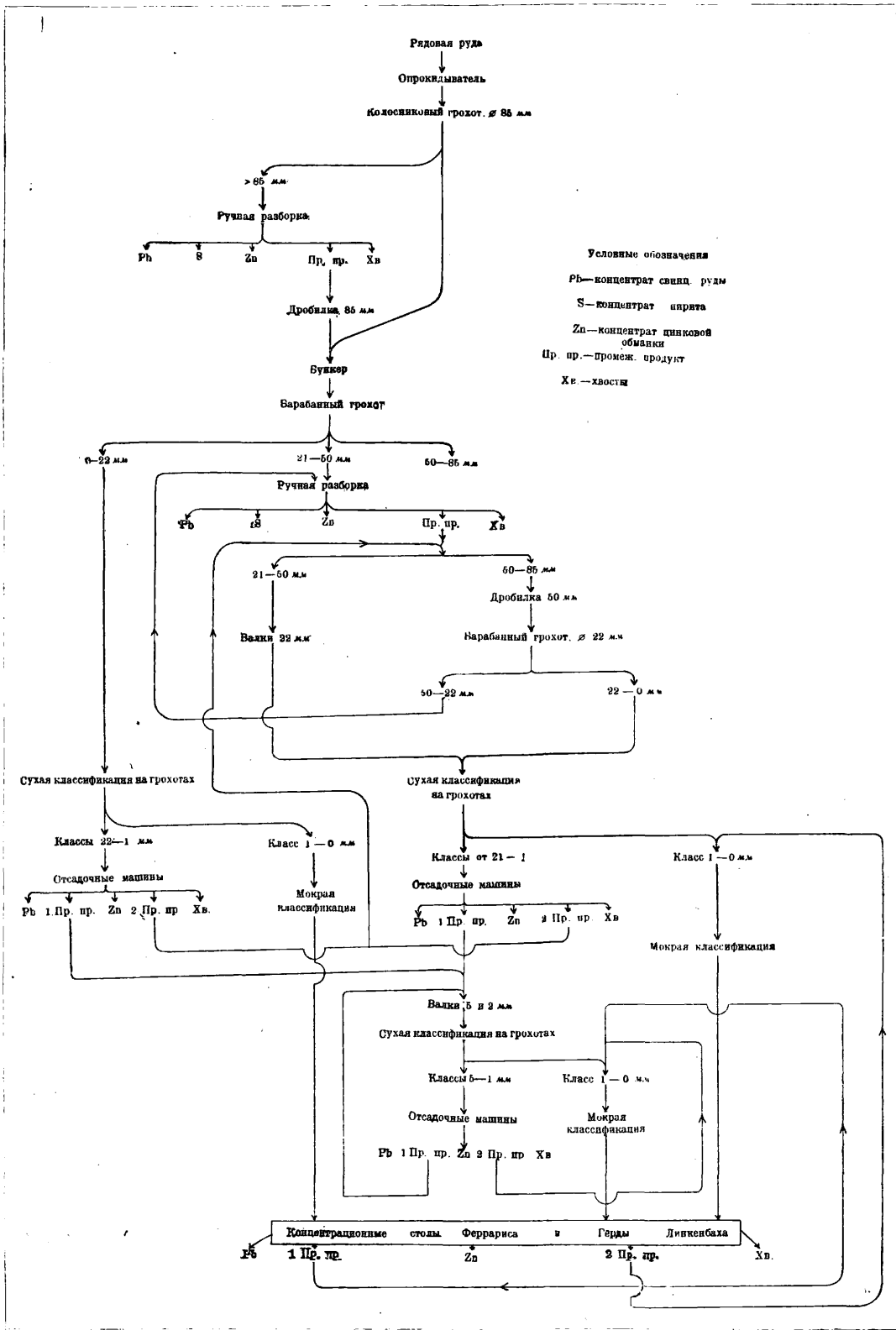
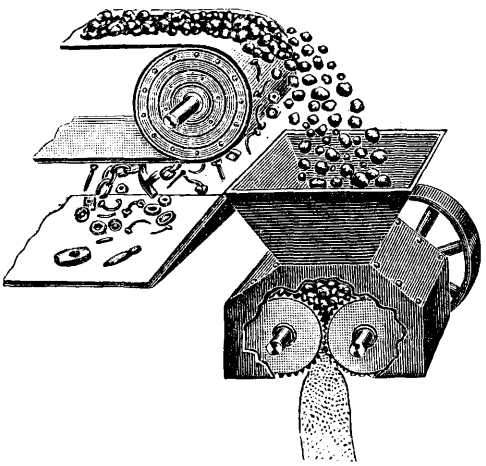


Схема свинцово-цинковой обогатительной фабрики «Neue Helene» в Силезии.



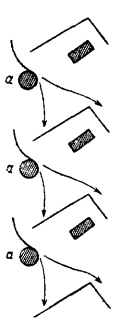
динамомашины постоянного тока напряжением от 10 000 до 25 000 V. Главным условием для электростатич. обогащения является сухость руды и незначительные размеры отдельных ее зерен (не крупнее 2—3 *мм*),



Фиг. 20.

причем все пылеобразные частицы меньше 0,02 *мм* также д. б. предварительно удалены. Производительность сепаратора Хеффа $^1/_2$—2 *т/ч*, расход мощности 3—5 kW. В настоящее время электростатич. обогащение вытесняется более экономичным и дающим лучшие результаты при обработке тех же руд флотационным методом.

Флотация, или всплывной процесс, основан на взаимодействии молекулярных сил поверхностных натяжений жидкостей, твердых минеральных частиц и газов, причем вследствие существующих электромагнитных полей на поверхностях тел, пришедших в соприкосновение, тела эти взаимно притягиваются или отталкиваются, чем и объясняется предпочтительное смачивание нек-рых минералов водой, других—маслами. Минералы, имеющие металлич. блеск, как например самородные металлы, сульфиды и нек-рые другие (графит, уголь), имеют тенденцию лучше смачиваться маслами и не смачиваться водой; наоборот, кварц, сланцы, известняки и нек-рые другие породы смачиваются водой легче, чем маслами. Руда в измельченном виде, заключающая в себе как те, так и другие минералы, погружается в эмульсию воды и масла; при этом одни минералы смачиваются водой и тонут в ней, другие же, смоченные маслом, всплывают на поверхность в виде пены или пленки и м. б. сняты с нее. В образовании пены принимает участие воздух, вдуваемый в сосуд, в котором происходит процесс, в виде мелких пузырьков; последние пристают к частицам, смоченным маслами.



Фиг. 21.

Обогатительные фабрики. Операции обогащения обычно сосредоточиваются в одном предприятии, связанном, с одной стороны, с рудником, с другой—со складочным местом для готовых продуктов обогащения. Характерной особенностью обогатительных ф-к является ступенчатое расположение отдельных ее частей для максимального использования силы тяжести при передвижении обрабатываемого материала между отдельными аппаратами. Другой особенностью обогатительных фабрик можно считать индивидуальность каждой обогатительной ф-ки, к-рая вызывается различием естественных и технич. условий того или иного горного предприятия и месторождения полезного ископаемого, минералогическим его составом и т. д. В качестве примера выше приведены три схемы ф-ки для обогащения свинцово-цинковых руд, угля и магнитного обогащения железных руд. Основными требованиями, предъявляемыми к обогатительной фабрике, являются: непрерывность отдельных операций, немедленное исключение из процесса готовых продуктов и соединение между собой одинаковых, а также раздельная обработка различных по качеству продуктов. Кроме основных операций обогащения (собственно обогащение, дробление и классификация) на каждой обогатительной фабрике имеется также и ряд вспомогательных и служебных операций (загрузка, транспорт, сушка продуктов, снабжение водой, энергией и т. п.). Благодаря указанной индивидуальности каждого процесса трудно дать типичную схему обогатительной ф-ки.

Лит.: Корзухин И. А., Механич. обработка (обогащение) полезных ископаемых, СПБ, 1908; Чечотт Г. О., Обогащение полезных ископаемых, вып. 1—7, Л., 1924—29; Обогащение угля, Сортировка и сухое обогащение угля, Сборник статей под ред. Л. Левенсона и И. Верховского, Харьков, 1930; «Труды 1 Всесоюзного горно-технич. съезда 1926 г.», Москва, 1928, т. 8; Материалы по обогащению неметаллич. полезных ископаемых, Л., 1930; «ГЖ»; «Уголь и железо», Харьков; «МС»; «Цветные металлы», Москва; Finkey J., Die wissenschaftlichen Grundlagen d. nassen Erzaufbereitung, Berlin, 1924; Schennen H. und Jüngst F., Lehrbuch der Erz- und Steinkohlenaufbereitung, 2 Aufl., Stuttgart, 1928; Jungebolt u. Eshenbruch, Kohlenaufbereitung, Essen, 1913; Rittinger P., Lehrbuch d. Aufbereitungskunde in ihren neuesten Entwicklung u. Ausbildung, systematisch dargestellt, B., 1867; Rittinger P., 1 u. 2 Nachtrag zum Lehrbuch d. Aufbereitungskunde, B., 1870—73; Ratel C., Préparation mécanique des minerals, P., 1908; Richards R., Ore Dressing, N. Y., 1908; Ladoo R. B., Non-metallic Minerals, N. Y., 1925; Louis H., The Dressing of Minerals, L., 1909; Richards R. a. Locke S., A Textbook of Ore Dressing, N. Y., 1925; Truscott S. J., A Textbook of Ore Dressing, L., 1923; Wiard E., The Theory a. Practice of Ore Dressing, N. Y., 1915; Prochaska E., Coal Washing, N. Y., 1921; Taggart A., Handbook of Ore Dressing, N. Y., 1927; Simons T., Ore Dressing Principles a. Practice, N. Y., 1924; «Glückauf», Essen; «Kohle u. Erz», B.; «Metall u. Erz», Halle a/S.; «Engineering a. Mining Journal», L.; «Trans. of the Amer. Inst. of Mining a. Metallurg. Engineers», N. Y.; «Journ. of the Amer. Inst. of Metals», N. Y.; «Coal Age», New York; «Transactions of the Institution of Mining Engineers», L.; «Colliery Guardian a. Journal of the Coal a. Iron Trade», London.

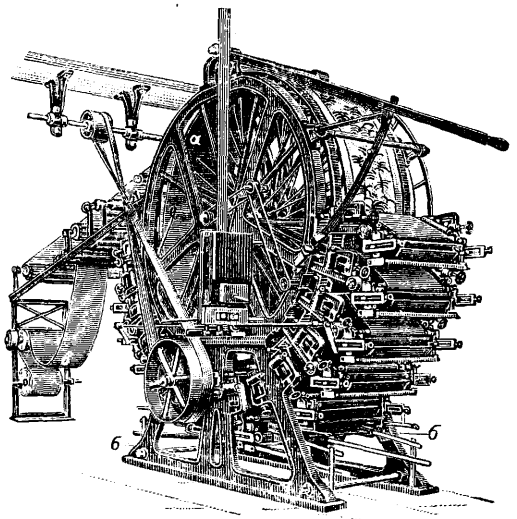
Н. Лященко.

ОБОД, см. *Колесное производство*.

ОБОИ, в точном смысле слова окрашенная бумажная полоса (лента), идущая на оклейку стен жилых помещений. Искусство покрывать стены одеждой проникло в Европу от мавров в 17 в. Бумажные О. впервые начали производить в Китае. В Европе производство бумажных О. вручную началось в Англии. С двадцатых годов 19 в. распространение бумажных О. сильно увеличивается в связи с изобретением печатной обой-

ной машины в 1823 году Пальмеером. Участие крупных художников в производстве О. оказало огромное влияние; вместо ставших обычными изображений животных и людей, художники начали давать орнаментальные композиции с удачным сочетанием цветов с мотивами преимущественно из растительного мира. Усовершенствование техники и развитие искусства оказали свое влияние и на дальнейшие успехи производства О. Машинное производство стало быстро вытеснять старый ручной способ изготовления О., который однако применяется и по настоящее время для дорогих сортов, когда требуется особо тщательное выполнение при специальных требованиях к рисунку. Ручное производство заключается в печатании О. посредством деревянных плоских досок (форма, или манера), на к-рых вырезывают требуемый рисунок. К верхней части формы прикреплена скоба (ручка). Форма предварительно прижимается к сукну с краской (красочная подушка) и переносится на упругий стол, на котором расстилается бумажная лента, предназначенная для печатания, и затем прижимается к бумаге с помощью весьма примитивного нажимного приспособления. Эту манипуляцию приходится повторять столько раз, сколько красок в узоре рисунка. После нанесения каждой краски бумажную ленту сушат, а затем снова расстилают по столу для следующей краски. Дневная производительность одного ручного печатного стола определяется в 100 кусков, длиной по 5 *м*, при 2 рабочих. Массовое производство машинных обоев выдвинуло потребность в конструировании многокрасочных (многовальных) печатных машин, отвечающих современным требованиям техники. Первое время строились лишь однокрасочные печатные машины, в настоящее время имеются машины, дающие возможность одновременно применять в рисунке до 24 красок.

Печатные машины. Современная обойная печатная машина (фиг. 1) состоит из чугунного пустотелого барабана *а*, тщательно обтянутого сукном или резиной, покоящегося на 2 стойках *б*. Длина барабана несколько больше, чем ширина бумаги, и не менее 600 *мм*, а диаметр в зависимости от количества одновременно печатающих красочных валиков колеблется от 700 до 4 500 *мм*. На оси барабана закреплены 2 больших зубчатых колеса. По барабану движется беспрерывно бесконечная бумажная лента *в*, шириной в 500 *мм*. К бумажной ленте подводятся печатные валики на особых подшипниках-супортах, винты которых могут перемещать валик в горизонтальном и вертикальном направлениях, т. е. изменять положение валиков по отношению к барабану, что необходимо для точной пригонки отдельных красок. Печатные валики получают вращение от первой большой шестерни посредством передаточных шестерен. Краска подается к печатным валикам из медных ящиков, в каждом из которых вращается вал, в свою очередь передающий краску бегающему бесконечному сукну-чулку. Каждое сукно соприкасается со своим печатным валиком и отдает ему краску для нанесения рисунка на бумажную ленту. Вся красочная передаточная система также устанавливается в подшипники-супорты и регулируется особыми винтами. Вращение



Фиг. 1.

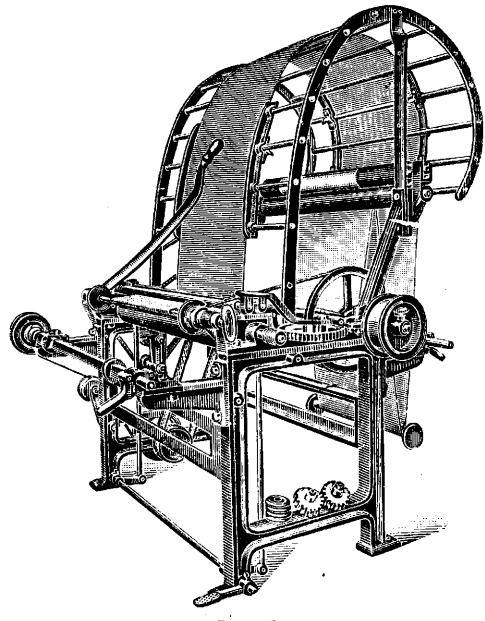
валов в ящиках и сукон производится от второй большой шестерни, насаженной на ось большого барабана. Печатные валики, ящики и сукна располагают по окружности барабана в точном соответствии с числом красок, требующихся по рисунку. Бумажная лента с катушек бумаги поступает позади машины на барабан, а затем проходит через все печатные валики и направляется в сушильный аппарат. Длина обойной ленты, вырабатываемой печатной машиной в 1 час, определяется ф-лой

$$L = a\pi Dn \cdot 60,$$

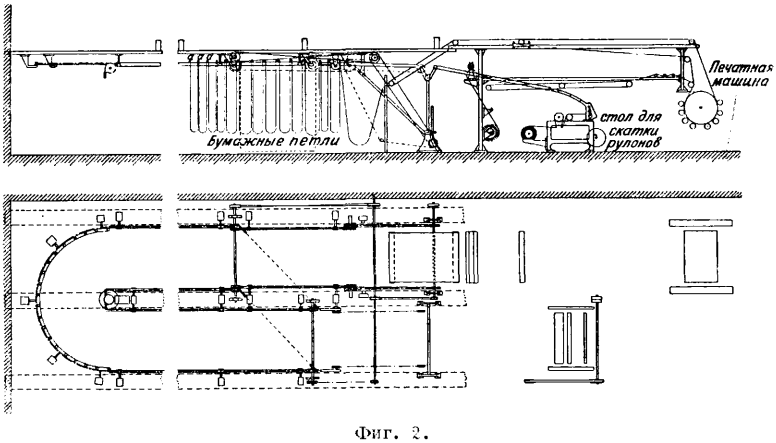
где L—число *м* О., D—диам. вала, n—число оборотов барабана, a—поправочный коэф. на скольжение бумаги (0,9—0,8). Практически дневная производительность обойной печатной машины 1 800—3 800 семиметровых кусков, в зависимости от сорта О. и характера печати.

Сушилки. Сушильные аппараты для ленты строят двух систем: крючковые (см. *Бумаги фотографические*, фиг. 2) и цепные (фиг. 2). Для тяжелого товара, т. е. для обоев, которые изготовлены на бумаге плотностью большей 80 *г/м*², оборудуются сушилки с цепными аппаратами, а для более легких обоев — с крючковыми аппаратами. Движение бумажной ленты в аппаратах цепного типа происходит передвижкой двух параллельных цепей; в гнездах последних лежат, приближаясь друг к другу, горизонтально, деревянные палочки (фиг. 2, *а*), с которых висящими петлями спускается бумажная лента. В этих аппаратах движутся одновременно с цепью палочки и О. Крючковые аппараты (немецкая система) устроены так же, как и цепные, но вместо цепей имеют направляющие с боковыми загнутыми проволоками—крючками, которые отталкивают палочки, лежащие на особого рода

т е л е ж к а х, и передвигаются прямолинейно-возвратно. При движении тележек вперед (к машине) крючки продвигают палочки, на которых висят бумажные петли, внутрь сушилки, при обратном возвращении тележек палочки остаются без перемещения. В цепных аппаратах палочки находятся в движении все время, а в крючковых аппаратах—с перерывом. Конструкция крючковых аппаратов сложнее цепных. Слипание петель в цепных аппаратах исключено, в крючковых же, при тяжелых бумагах и при большом слое красок,—возможно. Тем не менее крючковые аппараты имеют то преимущество, что при случайных задеваниях падает обычно только несколько петель бумажной ленты, тогда как в цепных аппаратах в подобных случаях возможно падение всей проводящей системы. Скорость движения сушильных аппаратов должна быть в строгом соотношении с количеством бумаги, выпускаемой печатной машиной. Располагаются аппараты почти на уровне потолка печатного корпуса. Сушильные аппараты с висящими петлями бумаги медленно проходят через все сушильное помещение и возвращаются обратно с другой стороны, т. е. опять к фронту машины, где поступают на машину для скатки. Нормальную длину сушильного аппарата рассчитывают обычно на 200—250 кусков О., длиною каждый по 7 *м*, т. е. одновременно на сушильном аппарате висит до 1 750—2 000 *м* бумаги. В сушильном помещении $t°$ допускается не выше 30° при пятикратном обмене воздуха. Время пребывания в сушильном помещении принимается в среднем до 35 мин., в зависимости от плотности бумаги и слоя краски. При входе в сушилку влажность печатной бумаги составляет 48—50% от веса сухой бумаги, после сушки же влажность не должна превышать 10%. Практическая длина сушильного аппарата определяется конструкцией здания. Установлено, что при длине здания в 24—35 *м* обычно ставят аппарат в один «поворотный круг», т. е. бумажная лента идет по 2 парам параллельных направляющих; при 45 *м* длины и больше лента идет в одном направлении без возврата, т. е. скатывание О. может производиться в противоположном конце от фронта печатной машины. При длине здания меньше 25 *м* ставятся 3 поворотных круга, и скатка О. производится также у фронта печатной машины. В зависимости от плотности бумаги и сортов О. (слоя красок) устанавливается режим в сушильном помещении и выбор аппарата той или иной системы. В виду высокой $t°$ сушильных помещений, по требованию охраны труда, помещение для печатных машин отделяется от сушилок специальн. перегородками, через которые пропускается бумажная лента.



Фиг. 3.



Фиг. 2.

С к а т к а. При печатании дешевых О., длиной в 14 *м*, в печатном отделении ставят т. наз. к а т а л к и (р у л е т к и) «на куски» (фиг. 3). Последние, принимая отпечатанную ленту, режут тут же и свертывают ее отдельными рулонами. Установка указанных станков при печатных машинах является полным завершением процесса механизированного изготовления обоев конвейерным способом. Перекатку на куски более дорогих О. производят отдельно, т. к. производство их обычно требует дополнительных процессов. Автоматич. работа всей системы зависит от четкости работы и удачного сопряжения отдельных установок, т. е. печатной машины, сушильного аппарата и каталки. Даже незначительные отклонения в отдельных частях нарушают автоматич. работу всей системы.

П е ч а т н ы е в а л и к и представляют собою деревянные (из древесины груши, клена или березы) цилиндры, на концах кото-

рых имеются железные шайбы для вставки веретена, служащего осью валика. Рисунок на печатных валиках выпуклый. Длина валика 600 *мм* при диам. 100—210 *мм*. Длина окружности валика должна соответствовать высоте (раппорту) рисунка. Печатный валик строится с латунной набивкой, или же рисунок вырезывается в дереве печатного валика. В крупные планы контура фигурчатой латуни вставляют кирзу (шляпка), к-рая предварительно обрабатывается шеллаком. Высота латунной набивки валика после обточки на специальном шлифовальном станке должна быть не менее 4 *мм*. Каждая краска из оригинала-рисунка имеет свой отдельный валик. Рисунок на О. повторяется непрерывно как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях.

Нанесение рисунка на валик производится след. обр. На кальку с одной стороны намазывают олифу в 4—5 слоев. На образовавшуюся мастику рисунок копируют ручным способом, проколами, с оригинала посредством стальной иглы. След, получившийся от иглы, покрывают черной литографской краской; краску вне контура рисунка смывают. Для передачи рисунка с кальки на деревянный валик кальку накладывают поверх валика; затем по отдельным окрашенным местам специальным молоточком постепенно отколачивают краску, в результате чего рисунок передается на валик. Контур обводят тонкими латунными пластинками. В последнее время стали изготовлять латунные пластинки механическим путем при помощи шаблонов.

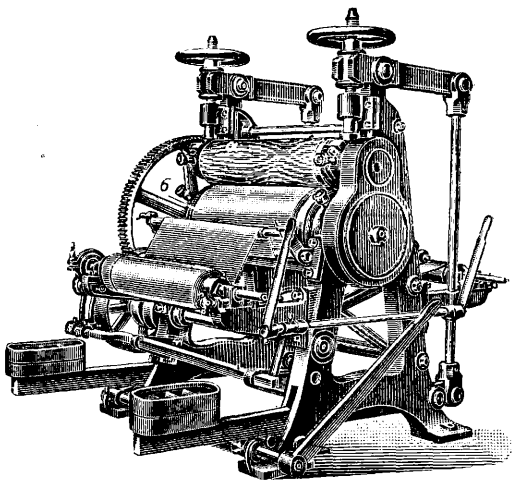
Сорта О. В существующих условиях О. делятся на 3 группы (табл. 1).

Табл. 1.—Сорта обоев.

Название сортов	Характеристика сортов
«Дешевка»	Крестьянские О., содержащие до 4 красок в рисунке Плотность бумаги до 60 *г/м²*
«Лепки»	Городские О., имеющие свыше 4 красок в рисунке. Окрашенная площадь от всей бумаги до 70% Плотность бумаги до 70 *г/м²*
«Грунты» и «под кожу»	Городские, более дорогие, и клубные по подготовленному грунту (фону) Бумага от 60 *г/м²* и выше

Нормальная длина куска О. принята в 7 *м*, однако в последнее время начали выпускать О. в кусках длиною в 14 *м*. Бордюры и фризы печатают тем же методом, что и обои. Печатают их сразу в несколько полос (1—32) при ширине бумаги в 500 *мм*. Существуют особо высокие сорта обоев (для специальных целей), которые покрываются масляным лаком. В настоящее же время у нас в СССР эти сорта не вырабатываются.

Грунтовка и гофрировка. Для «грунтовых» О. перед печатью накладывают грунт (фон) одноцветной краски, что достигается специальной *грунтовальной машиной* (см.), т. н. грунтовалкой. Бумагокрашение по отдельным процессам производства является родственным обойному. Для окраски бумаг употребляются те же грунтовальные машины, что и в обойном производстве, но рабочая ширина барабана вместо 650 *мм* обычных грунтовалок достигает до 1 500 *мм*. Для обоев, тисненных под кожу или гофрированных, строятся специальные станки, *гофрировальные машины* (см.)—гофры (фиг. 4). Станок состоит из двух валов диаметром от 300 *мм* и больше, в зависимости от высоты рисунка. Верхний металлический вал *а* имеет гравировку и прижимается винтами к нижнему валу из прессованного хлопка *б*, который принимает на себя давление верхнего узорчатого вала. Между валами пропускаются О. Глубина тиснения на О. зависит от рельефа гравировки верхнего вала. В обоях «под кожу» в местах тиснения можно нанести дополнительную окраску, для чего приспосабливается к гофре ящик с краской. Средняя часовая производительность гофрировальной машины—180 кусков, по следующей



Фиг. 4.

формуле: $S = 0{,}06\, B \cdot v \cdot p$, где B—ширина полотна бумаги, v—скорость хода в *м*, p—плотность бумаги в *г/м²*.

Краски для О., состоящие из органич. красителей и субстрата, б. ч. поступают на ф-ку в тестообразном состоянии. Субстрат обойных красок состоит из тяжелого шпата ($BaSO_4$), гидрата глинозема [$Al(OH)_3$] и *бланфикса* (см.). С анилиновыми красителями субстрат дает прочное соединение, называемое лаком. Гидрат глинозема получается осаждением сернокислого глинозема кальцинированной содой с последующей тщательной промывкой:

$$Al_2(SO_4)_3 + 3Na_2CO_3 + 3H_2O = \\ = 3Na_2SO_4 + 3CO_2 + 2Al(OH)_3,$$

после чего прибавляют хлористый барий ($BaCl_2$), т. к. последний переводит растворимые соли красителя в трудно растворимые барневые соли (см. *Бария соединения*); при этом краситель хорошо осаждается и легко отделяется от раствора. Прибавляемый в лаки тяжелый шпат увеличивает покрывную способность красок и регулирует концентрацию лаков (теста). Лаки вырабатываются также и из минеральных красок, из которых в обойном производстве в большом количестве применяются лаки желтые, получаемые из калиевого хромпика и сахарасатурна и др.:

$$2Pb(C_2H_3O_2)_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2O = \\ = 2KC_2H_3O_2 + 2HC_2H_3O_2 + 2PbCrO_4.$$

Получаемая этим путем желтая краска обходится очень дешево. Аналогичную реакцию дает и натриевый хромпик. Лаки (тесто)

поступают обыкновенно на обойные ф-ки в готовом виде. Мастерам-лабораторщикам остается лишь прибавить к тесту мел и клей и подготовить расцветку по образцу рисунка. Мел и клей являются основными ингредиентами, которые входят в состав обойных красок, вследствие чего требуется очень тщательно перемешивать указанные материалы. Для этой цели применяется горизонтально установленный деревянный цилиндр, в к-ром вращается ось, снабженная спицами. После тщательного и длительного перемешивания всю массу пропускают через мелкое сито, приспособленное непосредственно к цилиндру. Для смешивания с тестовой краской берут нужное количество пропущенной массы и хорошо растирают в особой мешалке; затем вся приготовленная масса (краска, мел и клей) вторично пропускается через мелкое сито, после чего она поступает в производство. Для ускорения производственных процессов имеются специальные механич. сита со щетками. Клеевые вещества употребляются всевозможные, в зависимости от сорта О.: мездровый, костяной клей (жидкий), казеин, декстрин, крахмал и отработанная вальцевая масса от типографских валиков. Обойная промышленность в СССР пользовалась до недавнего времени почти исключительно импортными красками. В настоящее время (1931 г.) для печатания О. с успехом применяются краски внутреннего производства.

Обойная бумага. Различают обойную бумагу 2 сортов: сорт А для работ под глубокое тиснение, сорт Б для остальных сортов обоев (см. проект стандарта обойной бумаги). Проклейка, степень проклейки, для обоих сортов не менее 0,75 *мм* при испытании штриховым методом. Ширина полотна бумажной ленты 500 *мм* при нормальном диаметре рулона 800 *мм*.

Табл. 2.—Данные из проекта стандарта на обойную бумагу.

Характеристики	Сорт А	Сорт Б			
Вес в *г/м²* (плотность)	240	100	80	60	50
Сост. по волокну в %:					
целлюлоза	70	40	40	40	40
древесн. масса . .	30	60	60	60	60
Средняя разрывная длина в *м*	3 500	3 000	3 000	2 500	2 500
Сопротивление излому (число двойных перегибов на 180°) . .	15	10	8	7	6

Экономика. В СССР работают 4 обойные фабрики (в Москве, Ленинграде, Одессе и Минске), где заняты 44 машины, из к-рых половина работает в 2 смены. Производительность этих ф-к до 1930 г. достигала 50 млн. кусков в год, при годовом потреблении бумаги ок. 14 000 *т*. За последние годы обойная промышленность сделала большие успехи в экспорте своей продукции в страны Востока и частично в лимитрофные государства. Из общего количества выработанных фабрикатов вывезено за истекший год, примерно 350 000 кусков.

Лит.: Seemann T., Die Tapete, Wien—Leipzig, 1882; Weichelt A., Buntpapier-Fabrikation, 3 Aufl., Berlin, 1927; Heuser E., Das Färben des Papiers auf der Papiermaschine, Berlin, 1914; Hauptmann J., Die Marmorierkunst, 3 Aufl., Gera, 1920.

Л. Семеновский.

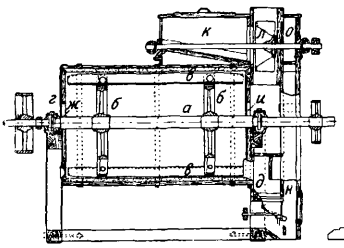
ОБОЙКА для шелушения зерна, главная машина зерноочистительного отделения мукомольной мельницы, называемого по этой машине «обоечным» или «шеретовочным» отделением, или сокращенно: обойкой или шеретовкой. Назначение О. — выбить из бороздки зерна песок и землю, обить бородку зерна, снять путем шелушения верхние оболочки зерна и наконец снять зародыш, что однако не всегда является задачей обоечного отделения. Для перечисленных целей зерно проходит последовательно 3—4 раза через О., причем кроме шелушения зерна, в самой О. производится немедленное удаление из массы зерна земли и снятых частей оболочки путем отсева их и аспирации, во избежание загрязнения этими отходами уже очищенного зерна. О. имеются различных конструкций—с вертикальным или горизонтальным валом, с терочным барабаном и кожухом, обтянутым теркой (железные или стальные листы с пробитыми трехгранными отверстиями с острыми кромками), с бичевым барабаном и кожухом, обтянутым теркой или сеткой энгранер (плетеная из толстой квадратного сечения проволоки), с бичевым барабаном и наждачным кожухом (наждачные О.) и наконец с бичевым барабаном и с кожухом из отдельных тонких чугунных сегментов с закаленной поверхностью, с углублениями и щелями для просева отходов.

Русская коническая О. состояла из деревянного конич. барабана (набранного из липовой клепки), обитого терочной сталью, на вертикальном валу и конич. кожуха, обтянутого такой же терочной сталью или железом. Зерно, попадая на верхнее дно барабана, разбрасывалось ровной сыпью и поступало между параллельными конич. поверхностями барабана и кожуха, отбрасывалось центробежной силой с поверхности барабана на кожух, отражаясь, падало ниже на барабан, опять отбрасывалось к кожуху и т. д. до выхода из машины. Зерно шелушилось об острые грани терки барабана и кожуха. Отходы центробежной силой просеивались через отверстия терки кожуха и аспирировались в пространстве между терочным и внешним сплошным кожухом из кровельного железа. Недостатком этих О. была различная обработка зерна, слишком интенсивная при свежепоставленной терочной поверхности и недостаточное шелушение при сработавшихся гранях терки. Неудобство заключалось в необходимости частой смены терочной поверхности. Русская О. с конца 19 в. (с 1898 г.) стала вытесняться наждачными обойками.

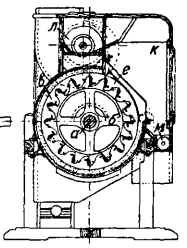
О. «Eureka» с вертикальным цилиндрическим бичевым барабаном, кожухом, набранным теркой или обтянутым плотной сеткой энгранер (проволока толщиною в $1^1/_2$ *мм*), внешним сплошным кожухом из листового железа и вентилятором на том же валу наверху машины. Недостатки те же, что и у русской О. Преимущество обеих машин—

это быстрое и энергичное отделение отходов, получающихся в процессе обивания зерна. Такие же бичевые машины, но на горизонтальном валу, под названием О. «Ричмонда», получили огромное распространение, в особенности с ситом над машиной, на небольших мельницах.

Наждачные О.—б. ч. горизонтальные машины с цилиндрическими бичевыми барабанами и наждачными кожухами. Для вывода пыли и отходов из наждачного барабана во время процесса шелушения таковые конструируются или с узкой щелью, расположенной вдоль верхней отъемной половинки кожуха, или же с сеткой из пробивных листов стали или железа (толщиной 1,5 *мм*) с отверстиями в 1,5 × ~ 20 *мм*, расположенным длинною стороною по направлению окружности кожуха. Сетка занимает вдоль кожуха около трети верхней его половины, что является потерей рабочей



Фиг. 1 А.

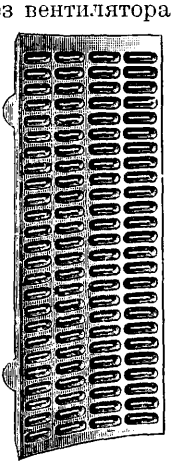


Фиг. 1 Б.

поверхности. Недостатком открытой щели считается недоказанное предположение, что проходя щель, зерно под действием центробежной силы в пределах щели углубляется и ударяется о вторую грань таковой. Нижняя грань щели имеет по этой причине скошенную под острым углом кромку, защищенную гладкой стальной полосой для устранения удара и для защиты кромки наждачного кожуха. (Кожухи со щелью имелись в обойке завода Бессера в Вене, в обойке завода Бюлера в Швейцарии и применялись в обойках, изготовлявшихся у нас до 1914 г. Германские з-ды, в том числе Зекк в Дрездене, применяют наждачные кожухи с сеткой.) На фиг. 1А и 1Б изображена наждачная О. названного завода с кожухом ⌀ 820 *мм* и длиною 1 500 *мм*. На горизонтальном валу *а* машины надеты 2 розетки *б* для прикрепления бичей *в*, имеющих в поперечном виде направление, уклоняющееся от радиального, и уклон в 10° вдоль оси машины. Поперечный уклон служит для прижима бичами массы зерна к наждачной поверхности. Уклон по длине машины служит для вывода из машины зерна, движущегося перпендикулярно к направлению бичей и описывающего винтовую линию в несколько витков. Длина пути зерна не зависит от диаметра, а только от длины кожуха и угла уклона бичей. Путь L равен произведению длины одного витка $\frac{\pi D}{\cos a}$ на число витков $\frac{l}{\pi \cdot D \cdot \operatorname{tg} a}$. Откуда получаем

$$L = \frac{l}{\sin a},$$

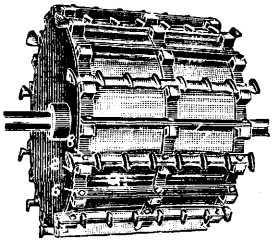
где l—длина кожуха обойки. Путь зерна в машине влияет на степень очистки зерна, производительность же машины находится в зависимости от величины рабочей поверхности, т. е. одинаково от длины и диаметра кожуха. Для крупных машин, к которым причисляется и размер данной машины, на 1 $м^2$ наждачной поверхности приходится от 15 до 18 *т* суточной производительности машины. Расстояние бичей от наждачной поверхности кожуха обычно составляет около 20 *мм*, и между бичами и кожухом размещается 5—6 слоев зерна. Бичи одновременно передвигают зерно и прижимают его к наждачной поверхности благодаря центробежной силе и наклону, дающему нормаль, направленную к кожуху. Слой зерна находящийся непосредственно на наждачной поверхности, испытывает большое сопротивление своему движению благодаря шероховатой поверхности кожуха и движется с весьма преуменьшенной скоростью. Зерно же в пределах бичей движется со скоростью таковых (ок. 18 *м/сек*). Так. обр. слои зерна между бичами и кожухом движутся с разными скоростями. Зерна перемещаются по отношению к бичам, кожуху и между собой. Шелушение происходит как от действия бичей и кожуха, так и от трения зерна в общей массе. Зерно поступает в машину через приемный ковш *г*, оно выходит через патрубок *д*. Зерно аспирируется в самой машине через отверстия сетки *е* вдоль кожуха. Воздух подводится как вместе с зерном, так и через сетки в торцевых днищах кожуха *ж* и *и* и вместе с пылью и отходами просасывается через сетку и направляется через сепаратор *к* обойки к вентилятору *л*, оставляя в сепараторе тяжелые относы, собираемые транспортным винтом *м*. При выходе из машины зерно аспирируется воздухом, проходящим по трубе *н* через свой сепаратор *о* к общему вентилятору машины. О. также изготовляются и без вентилятора для присоединения к общей центральной аспирации всасывающими фильтрами и эксгаустерами.



Фиг. 2.

В Америке наждачные О. не нашли применения. Там кожух обойки набирается из тонких сегментов закаленного чугуна с углублениями и щелями на дне таковых. На фиг. 2 показан такой сегмент; отверстия расположены длиною по окружности кожуха. Американцы не находят нужным отделять обойкой зародыш, считая, что он нужен для биологич. процесса при замочке и подготовке зерна к размолу путем кондиционирования (темперирования) или отлежки. В США мукомолы избегают разрыва оболочек зерна, возможного от действия острой наждачной поверхности. С другой стороны, шелушение зерна в полной степени достигается задержкой зерна углублениями в чугунных сегментах, и главная операция шелушения производится передвижением и трением зерен в общей массе. Преимуществом является также удаление отхо-

дов по всей поверхности кожуха, в то время как в наждачной обойке главная часть пути зерна в смеси с отходами проходит без отсева и без аспирации. По этой причине для первого прохода, и в особенности зерна, загрязненного зоной в обоечном отделении, в Европе применяют бичевые обойки (они же называются и з о н о о б о й к а м и) с сетчатыми кожухами из энгранера или пробитых листов, причем для равномерной работы и правильного просева по всей поверхности эти машины изготовляются с вращающимися кожухами. На фиг. 3 изображен бичевой барабан америк. О. Розетки закрыты сплошной цилиндрической поверхностью *а*. Стальные бичи *б* параллельны оси и передвигают зерно только по окружности кожуха. Из машины же зерно вдоль кожуха передвигается чугунными бичами *в* при помощи наклонных лопастей *г*. Такими же чугунными бичами для передвижения зерна снабжаются и европ. бичевые О. с сетчатыми кожухами. В Европе применяют и бичевые барабаны только с прямыми (параллельными оси) бичами; в таких случаях вывод зерна из О. производится системой наклонных поворотных лопастей, помещаемых в верхней части кожуха в соответственном углублении вдоль такового. Меняя уклон этих лопастей, что легко производить на ходу и снаружи машины, регулируют время пребывания зерна в машине и вместе с тем интенсивность работы ее. **Л. Розенштейн.**



Фиг. 3.

Лит.: см. *Мукомольные мельницы.*

ОБОРОТНЫЙ МАЯТНИК, см. *Маятник.*

ОБРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, промышленность, к-рая путем физического, химического и механического (вместе или раздельно) воздействия превращает сырье, доставляемое *добывающей промышленностью* (см.), в предметы, могущие служить для непосредственного (в большинстве случаев) удовлетворения потребностей. Развитие и усложнение жизни, развитие материальных и культурных потребностей предъявляют все новые и новые требования к науке и технике, ведущие к открытию новых, еще неизвестных, видов сырья и новых способов обработки уже известного, что приводит к созданию новых видов О. п. и в свою очередь создает новые потребности и т. д. Например под влиянием запросов воздухоплавания развилась алюминиевая промышленность, применение электричества вызвало целый ряд новых отраслей промышленности: электрометаллургию, получение азота из воздуха, электротехнику; на место железа и других известных до сих пор металлов становится алюминий, а в ближайшее время станет другой новый металл—магний, их сплавы и т. д. Новые отрасли обрабатывающей промышленности привлекают и новые кадры квалифицированного и неквалифицированного труда, абсолютный и относительный рост численности которого является показателем развития обрабатывающей промышленности.

Относительное значение О. п. в разных странах, сравнительно с развитием промышленности добывающей, в том числе и сельскохозяйственной, будет видно из следующих данных (табл. 1).

Табл. 1.—Процент населения, занятого в промышленности.

Страны	Годы переписи	Сел. х-во	Горная пром.	Обраб. пром.
Англия	1911	7,7	6,9	38,7
	1921	6,8	7,5	39,3
Бельгия	1910	16,4	6,1	42,1
	1920	19,1	6,6	39,9
Болгария	1910	81,9	—	8,0
	1920	82,4	0,2	7,9
Венгрия*1	1910	53,6	0,9	21,8
	1920	58,2	1,1	18,6
Германия	1907	35,2	4,3	35,8
	1925	30,5	3,2	38,1
Испания	1920	56,1	1,6	19,3
Италия	1911	55,4	0,7	25,9
	1921	56,1	0,6	24,0
Франция*1	1906	42,7	1,4	28,8
	1921	41,9	1,3	28,4
Румыния	1913	79,5	0,2	7,8
СССР	1913	76,9	0,4	7,8
	1926	78,2	8,7	
Канада*2	1911	37,1	2,3	27,1
	1921	35,0	1,6	26,9
Мексика	1921	63,0	0,5	11,4
США	1910	33,2	2,5	27,9
	1920	26,3	2,6	30,8

*1 На довоенной территории. *2 Население старше 10 лет.

Приведенные данные позволяют определенно установить два крайних типа народного хозяйства: 1) с преобладанием обрабатывающей промышленности; сюда д. б. отнесены в первую очередь Англия и Бельгия; 2) со столь же определенным преобладанием промышленности добывающей—Болгария, Испания, Венгрия, СССР. США накануне войны 1914—18 гг. являлись страной, где добывающая и обрабатывающая промышленность были почти равнозначны, но после мировой войны США перешли уже определенно в число промышленных стран. Та же таблица позволяет судить и о заметных сдвигах в сторону индустриализации, которые произошли в разных странах за последние 10—15 лет: так, процент населения, занятого в промышленности, в частности—в О. п., США, Англии и Германии, продолжает расти; Болгария дает после мировой войны понижение процента промышленного населения (присоединение новых территорий сельскохозяйственного типа).

Профессиональные и промысловые переписи позволяют проследить относительное развитие обрабатывающей промышленности в некоторых странах за более продолжительный период; так например, число лиц, имеющих самостоятельный заработок в сельском хозяйстве и в промышленности Германии, равнялось (в тыс. человек):

Годы	Сельское х-во	Промышл.
1882	8 236	6 396
1895	8 293	8 281
1907	9 883	11 256

Число рабочих и служащих в промышленности после 1907 г. изменилось следующим образом (в тыс. чел.):

	1907 г.	1913 г.	1922 г.
Горная промышленность . .	1 657	1 844	1 809
Обраб. » . .	4 300	5 246	6 108

Против 1913 г. число рабочих и служащих в герм. промышленности увеличилось к 1922 г. на 828,5 тыс. чел., из к-рых приходилось на:

Горную промышленность	49,6
Металлообрабатывающую промышленность .	147,4
Машиностроение	480,9
Химическую промышленность	103,0
Прочие отрасли	48,6

Для Англии и США имеются данные за еще более продолжительное время: так, в Англии, старейшей из промышленных стран, для населения, живущего самостоятельным трудом в сел. хозяйстве и промышленности, горной и обрабатывающей, будем иметь (в тыс. чел.):

Годы	Сельское х-во	Вся промышл.
1861	2 010	4 828
1881	1 383	6 373
1901	1 152	8 350
1921	1 282	8 782

С другой стороны, было занято (в тыс. чел.):

	1881 г.	1891 г.	1901 г.	1911 г.	1925 г.
В горной пром. .	528	653	805	1 045	1 346
В обраб. пром. .	5 353	5 982	6 428	7 536	6 933

По темпу развития промышленности США занимают одно из первых мест; распределение самодеятельного населения между сел. хозяйством и промышленностью за время 1890—1920 гг. дает следующая табличка (в тыс. чел.):

Годы	Сельское х-во	Промышл.
1890	8 626	5 478
1900	10 512	7 039
1910	12 659	11 954
1920	10 953	14 300

В 1890 г. на 1 000 чел., занятых в сел. х-ве, приходилось 635 чел., занятых в промышленности; в 1920 г.—уже 1 306, т. е. больше чем вдвое. За время же с 1879 г. продукция промышленности США дала следующее увеличение:

	1879 г.	1927 г.
Каменный уголь (тыс. *m*)	60 809	510 000
Железная руда	7 120	52 083
Металлич.пром. (млн. долл.*) . . .	296,6	4 161,9
Хл.-бум. промышл.	192,1	2 010,1
Шерстяная »	238,1	1 302,2

В руководящих отраслях американской промышленности—в текстильной и металлической—число рабочих с 1880 г. возросло к 1923 г. очень значительно (в тыс. чел.):

	1880 г.	1923 г.
Текстильная промышленность	710,5	1 719,5
Железо и сталь	554,8	2 318,9

СССР продолжает оставаться по преимуществу с.-х. страной: процент с.-х. населения по данным последней переписи 1926 г. даже несколько увеличился сравнительно с 1897 г., что приходится объяснять тем обстоятельством, что наиболее промышленные области б. России (Латвия, Польша) не входят в настоящее время в состав СССР. Процент с.-х.населения: 1897 г.—76,9%; 1926 г.—78,2%. Рабочих и служащих в СССР считалось (в тыс. чел.):

	1912 г.	1923 г.	1928 г.
Горная промышл.	307,6	377,6	624,2
Обрабат. промышл.	2 051,0	1 654,7	2 300,7

По подсчетам Госплана СССР валовая продукция народного хозяйства оценивалась в млрд. р.:

	1913 г.	1927/28 г.	1932/33 г.	
Всей промышл.	8,43	10,08	38,1*1	43,2*2
в том числе ф.-зав. .	6,39	98,14	31,8*1	36,6*2
сел. х-ва	11,61	12,26	23,9*1	25,8*2

Как известно, намеченные в свое время Госпланом размеры производства нашей промышленности во многих отраслях оказались ниже того, что было достигнуто в действительности: валовая продукция по ценам 1926/27 г. оценивалась уже след. обр. (млн. р.):

	1925/26 г.	1928/29 г.
Промышл. цензовая	9 940	16 180
» мелкая	2 508	2 860
Итого . . .	12 448	19 040
Сел. х-во	16 816	18 517

Т. о. по своему значению в народном хозяйстве О. п. становится в СССР впереди сел. х-ва, до сих пор занимавшего первое место.

Возможно более быстрая индустриализация страны является основной задачей экономич. политики Сов. власти; но индустриализация—прежде всего оборудование орудиями и средствами производства, почему отрасли промышленности, дающие средства производства (т.н. группа А), получают более интенсивное развитие, нежели отрасли промышленности, производящие предметы потребления (группа Б). Под углом зрения этого деления планируются капитальные вложения, производство и т. д. По пятилетнему плану ВСНХ, развитие промышленности СССР намечалось в следующих величинах (табл. 2).

Табл. 2 — Развитие промышленности СССР по пятилетнему плану.

Годы	Группа А		Группа Б	
	млн. р.	в % к предш. году	млн. руб.	в % к предш. году
1927/28	4 439	—	6 385	—
1928/29	5 651	127,3	7 541	118,1
1929/30	6 979	123,5	8 880	117,8
1930/31	8 817	126,3	10 501	118,2
1931/32	11 236	127,4	12 450	118,6
1932/33	14 272	127,0	14 708	118,1

В то время как продукция всей планируемой промышленности увеличится к 1932/33 г. в 2,7 раза, продукция группы А возрастет в 3,2 раза, а группы Б—в 2,3 раза; при этом внутри группы А наибольший рост запроектирован по производству черного металла, электроэнергии, электротехнич. промышленности и по основной химической промышленности. Затраты на капитальное строительство промышленности в млн. руб. проектировались следующим образом (табл. 3).

* Америк. статистика не позволяет сделать это сопоставление в натуральном выражении; для денежного выражения д. б. сделана поправка на покупательную способность доллара, к-рая за взятый период упала примерно на одну треть.

*1 Отправной вариант. *2 Оптимальный вариант.

Табл. 3.—Затраты на капитальное строительство промышленности.

Виды промышл. \ Годы	1928/29	1929/30	1930/31	1931/32	1932/33
Группа А	1 567	2 104	2 676	2 807	2 864
Группа Б	363	499	602	609	620

В докладе тов. Куйбышева на 16 партийном съезде намечены уже иные, более высокие, цифры капитальных вложений в промышленность СССР, а именно:

В 1929/30 . . . . . 3 960 вместо 2 331
В 1930/31 . . . . . 5 500 » 2 879

причем уд. вес группы А, тяжелой индустрии, в основном капитале должен возрасти до 75% против 57%, запроектированных на 1 октября 1928 года. 16 съезд партии, как известно, пересмотрел и увеличил задание промышленности: прежде всего производство чугуна на конец пятилетки установлено в 17 млн. *т* вместо намеченных ранее 10 млн. *т*. Из того же доклада тов. Куйбышева приводим следующие наметки развития нашей промышленности на ближайшие годы. Соотношение между продукцией группы А и группы Б по годам было следующее: валовая продукция тяжелой индустрии в 1927/28 г. составляла 43%, в следующем году—46,8%, в 1929/30 г.—48,0%, а в текущем 1930/31 г. предполагается, что она достигнет 52,0%. Машиностроение по ценам 1926/27 г. до войны давало продукции на 307 млн. р., в 1928/29 г. наше машиностроение по тем же ценам дало 703 млн. р., в 1929/30 г.—1 300 млн. р. и в 1930/31 г. даст на 2 500 млн. р.,—814% от довоенного. Уд. вес новых производств (тракторы, автомобили, сложные с.-х. машины) в области машиностроения возрастает с 7 до 21%; в денежной оценке в 1930/31 г. это даст продукцию в 552 млн. р., что почти вдвое больше ценности всего довоенного машиностроения.

Лит.: Куйбышев В. В., О выполнении пятилетнего плана промышленности, Доклад XVI съезду партии, М., 1930; Всесоюзная перепись населения 1926 г., Краткие сводки, вып. 10, Население Союза ССР по положению в занятиях и отраслям нар. хозяйства, М., 1929; Статистич. справочник на 1928 г., М., 1929; Пятилетний план народно-хозяйственного строительства СССР, М., 1929; Золотарев А. О., Основные положения пятилетнего плана промышленности, Промышленность СССР в 1927/28 г., Ежегодник ВСНХ СССР, М., 1930; Woytinsky W., Welt in Zahlen B., 1925—1928. **В. Шарый.**

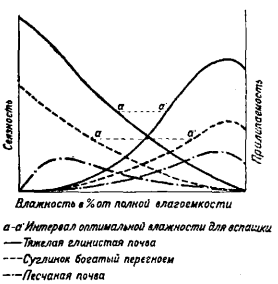
ОБРАБОТКА ПОЧВЫ, комплекс производственных операций, применяемых при возделывании с.-х. растений, заключающийся в механич. воздействии на почву, производимом различными орудиями или машинами. Следствием О. п. *является то или иное перемещение* почвенных частиц и изменение их взаимного расположения. О. п. производится в целях: 1) разрыхления почвы и уменьшения ее связности; 2) улучшения водно-воздушного и биологич. режима почвы; 3) умерщвления и заделки растительных остатков и сорных трав; 4) заделки навоза и других удобрений; 5) уплотнения почвы для защиты ее от выдувания и для лучшей подачи влаги к поверхностному слою почвы и др. В конечном счете О. п. способствует лучшему развитию сельскохозяйственных растений, а также и повышению их урожаев.

Технологические операции, производимые при О. п., заключаются: 1) в переворачивании поверхностного слоя почвы или полностью (на 180°) или частично (на 90 или 135°); 2) в крошении (измельчении) связной почвы и перемешивании ее (иногда с удобрениями); 3) в рыхлении почвы, т. е. раздвигании почвенных частиц; 4) в уплотнении почвы. Каждая из этих операций производится особыми орудиями, причем работа некоторых из этих орудий иногда совмещает несколько операций одновременно. Работу отдельных орудий называют приемами обработки почвы.

1) Плужная обработка (вспашка), производимая гл. обр. *плугами* (см.), в примитивном хозяйстве—сохами, омачами и пр. Этот прием О. п. заключается в полном или частичном переворачивании поверхностного слоя почвы и применяется при О. п. уплотненной при предшествующей ее культуре или за время пребывания под дикой растительностью, а также для заделки удобрений, остатков растений и пр. При вспашке поверхностный слой почвы (пласт) подрезается снизу лемехом плуга сбоку особым ножом, прикрепленным впереди плуга, затем отрезанный слой почвы вползает на отвал плуга, представляющий собой часть винтовой, полувинтовой, цилиндрической или иной криволинейной поверхности, и затем отваливается в сторону, т. е. в борозду, открытую предыдущим ходом плуга. Угол, на к-рый почва переворачивается, зависит от характера отвала и ширины отрезаемого пласта; плуги с цилиндрическими или полуцилиндрич. отвалами и широким лемехом (напр. рухадловый плуг) поднимают широкие (до 35 *см*) пласты и оборачивают их на 180° (оборот пласта); плуги с винтовым или полувинтовым отвалом и более узким лемехом срезают пласты ок. 20 *см* шириной и переворачивают их не полностью, так что пласты ложатся частично друг на друга под углом ок. 45° к поверхности почвы (взмет); оба эти приема О. п. возможны лишь в случае, если поверхностный слой почвы обладает известной связностью, создаваемой травянистой растительностью, и срезается на глубину не ниже 15—20 *см*, в противном случае пласт крошится и деформируется. Связность пласта зависит обычно от поверхностного слоя почвы (8—10 *см*), переплетенного корнями и корневищами растений, иногда образующими в этом слое целый войлок. Этот слой чаще всего лишен комковатой структуры вследствие своего уплотнения и выщелачивания из него кальция. Чтобы и при этих условиях добиться крошения пласта, необходимо отделить поверхностный слой от нижнего, легко крошащегося слоя. Это м. б. достигнуто мелкой (на 8—10 *см*) вспашкой (лущение) с последующей перепашкой (на 18—20 *см*) и заделкой отрезанного при первой обработке слоя. Обе эти операции совмещаются при так наз. культурной вспашке, производимой плугом типа Сакка с предплужником. Последний укрепляется на грядиле плуга несколько впереди плужного корпуса и впереди ножа; при проходе плуга предплужник срезает связную часть пласта и

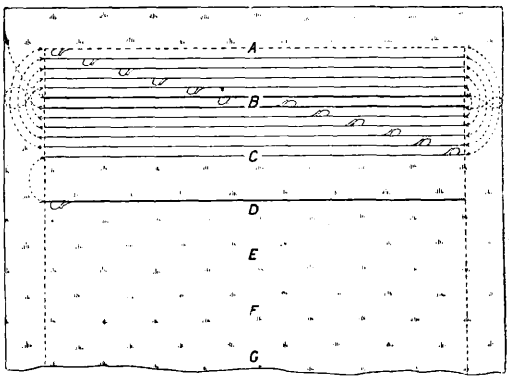
сбрасывает ее в открытую борозду; плужный корпус поднимает нижнюю крошащуюся часть пласта и засыпает ею борозду; после такой обработки поле остается ровным и не требует последующей разделки, как после оборота или взмета.

Качество вспашки зависит целиком от связности почвы и ее прилипаемости к орудию. Чем тяжелее почва, т. е. чем больше она содержит глинистых частиц, тем выше ее связность и прилипаемость и тем больших усилий требует ее обработка. Для одной и той же почвы эти свойства ее изменяются в соответствии с влажностью почвы. Сухая глинистая почва обладает настолько высокой связностью, что оказывается совершенно неспособной крошиться и отваливается глыбами. Слишком влажная глинистая почва, напротив, прилипает к плугу и мажется им, образуя при высыхании глыбы с характерными «бликами». Оптимальная влажность, при к-рой вспашка м. б. производима на песчаных почвах, охватывает очень широкий интервал влажности, так что на этих почвах практически можно пахать почти при любой влажности. С увеличением количества глинистых частиц оптимальный интервал влажности сужается. Для суглинистых и глинистых почв он составляет 40—60% от полной влагоемкости почвы. На фиг. 1 показано изменение связности и прилипаемости почвы в зависимости от ее влажности для разных почв. Перегной повышает связность и прилипаемость песчаных почв и уменьшает их у почв глинистых. Огромное значение имеет также наличие в пахатном горизонте прочной комковатой структуры, резко понижающей связность и прилипаемость почвы и делающей нетрудной обработку даже сильно глинистых почв.



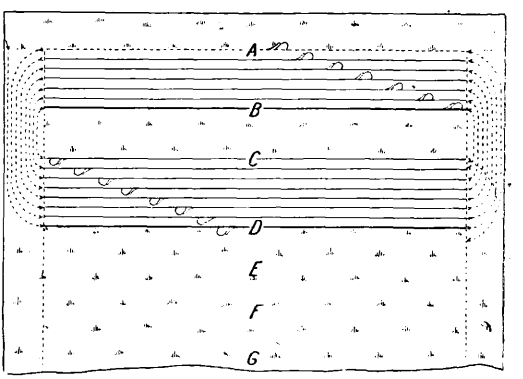
Фиг. 1.

Глубина вспашки находится в связи с целью вспашки и с характером почвы. Так как всякое углубление вспашки требует больших затрат труда и времени, то в тех случаях, когда это возможно (запашка сорных растений, жнивья и др.), обходятся обычно мелкой (8—12 *см*) вспашкой (лущением). Эта обработка производится или многокорпусными плугами (см. *Лущильники*) или рандалями—дисковыми *культиваторами* (см.), причем батареи дисков в этом случае д. б. поставлены под нек-рым углом к направлению силы тяги. За последнее время принцип диска положен также в основу конструкции специальных дисковых или пшеничных плугов, не производящих полного оборачивания почвы. Работа таких плугов требует меньшей затраты силы тяги чем работа обычных плугов, и дает хорошие результаты на рыхлых, легко крошащихся почвах, вследствие чего они получили большое распространение в пшеничных хозяйствах США и Канады. В агрономич. литературе нормальной глубиной вспашки называют вспашку на глубину около 20 *см* (в среднем ок. 10 *см* занимает связный и 10 *см* крошащийся слой), меньше 20 *см*—мелкой, свыше 20 *см*—глубокой. При установлении



Фиг. 2.

глубины вспашки необходимо считаться с механич. составом почвы (глинистые почвы надо пахать глубже, чем песчаные), характером подпочвы, климатич. условиями (в районах с достаточным и избыточным увлажнением следует пахать глубже) и наконец требованиями растения, под которое производится обработка. Обычно на суглинистых и глинистых почвах принято примерно раз в год производить нормальную вспашку. Ряд авторов (Тулайков и др.) высказывается за переход в засушливой полосе на мелкую вспашку, указывая что углубление вспашки вызывает только трату влаги и не способствует повышению урожая. В пшеничном хозяйстве США и Канады обычно вспашка производится не глубже 12—15 *см*. Но постоянная вспашка на одну и ту же глубину приводит к тому, что на глубине, соответствующей дну борозды, создается непроницаемый слой вследствие постоянного растирания этого слоя почвы плугом. Поэтому

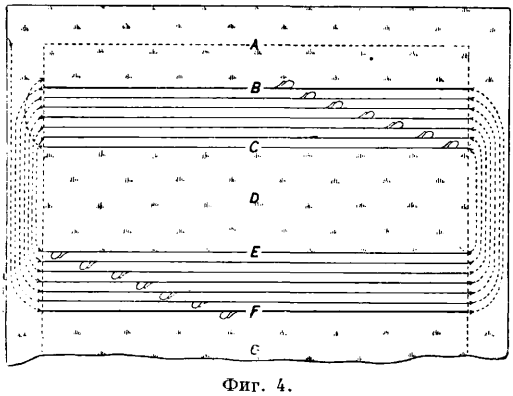


Фиг. 3.

наиболее продуктивным является чередование глубин вспашки. Углубление вспашки свыше 20 *см* может быть целесообразно только при культуре корне- и клубнеплодов и то только на таких почвах, где перегнойный горизонт залегает на глубину, большую 20 *см*.

Способ вспашки связан с тем, что «нормальный» плуг отваливает в одну—правую сторону; различают: 1) загонную вспашку, когда поле разбивают на загоны (полосы), которые пашут каждый отдельно или же начиная с середины загона и отваливая почву к краям (в развал) или с краев, приваливая почву к середине (в свал), и 2) фигурную вспашку, когда весь участок пашется целиком вкруговую. При тракторной вспашке необходимо брать длинные и широкие (30—50 *м*) загоны, чтобы облегчить повороты трактора. Все способы тракторной вспашки м. б. разбиты на две группы: 1) с заездами, связанными с извлечением плуга из почвы на концах загонов и 2) без извлечения плуга при заездах. Последняя группа способов пахоты более производительна, но дает пашню худшего качества.

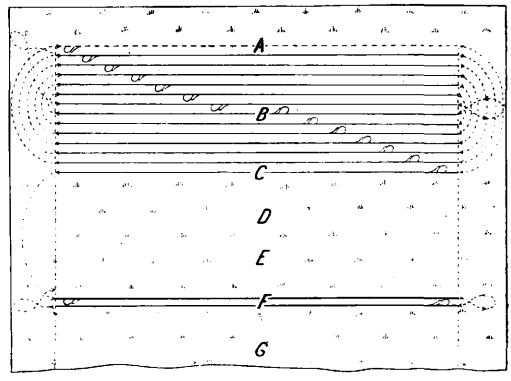
На фиг. 2 изображен обычный ход вспашки всех загонов в свал, производимой поочередно через все загоны. Недостаток этого способа—необходимость крутых поворотов—при заездах м. б. устранен при вспашке в свал одновременно двух загонов, расположенных через один (фиг. 3). Оба способа дают большое число разъемных борозд и гребней; недостаток этот уменьшается при попарной вспашке двух



Фиг. 4.

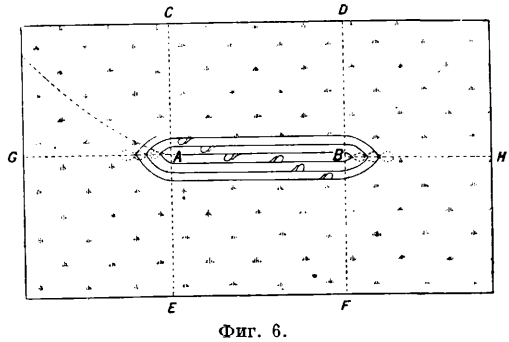
смежных загонов (фиг. 4) или при комбинированной вспашке в свал и развал (фиг. 5). Ко второй группе способов пахать относится т. н. круговая, или фигурная, пахота, когда все поле без разбивки на загоны пашется или в свал, начиная с середины поля (фиг. 6), или в развал, начиная с краев поля (фиг. 7). При обоих этих способах вспашки на местах поворотов остаются огрехи, к-рые потом распахиваются по диагоналям поля (фиг. 8); иногда при этом при первой круговой вспашке плуг на поворотах извлекается из почвы; на полях, имеющих острые углы, где повороты очень круты, последнее является обязательным (фиг. 9).

При вспашке мелких делянок (напр. при опытной и селекционной работе), чтобы избежать частых заездов, пользуются т. н. оборотными и балансирными плугами с перекидными отвалами, позволяющими устанавливать плуг для отваливания при одном заезде в правую сторону, а при обратном заезде в левую. Т. о. достигается гладкая вспашка и избегается необходимость в заездах. Многокорпусные плуги находят применение и при электропахоте. Помимо вспашки операция переворачивания и крошения почвы производится еще при окучивании. Эта работа производится *окучниками* (см.), к-рые отваливают почву в обе стороны, образуя гребни, между к-рыми находятся борозды. Окучивание производится чаще всего как мера ухода за нек-рыми с.-х. растениями (напр. картофелем) в целях увеличения вблизи их корнеобитаемого рыхлого слоя, реже для устройства гребней при культуре озимых хлебов и других с.-х. растений в целях защиты их от вымочек.



Фиг. 5.

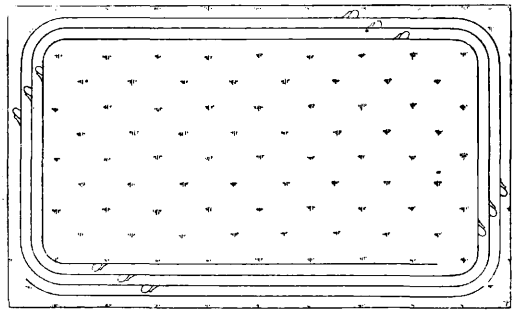
2) Боронование—О. п. *боронами* (см.)—сводится к разрыхлению поверхности почвы и разбиванию глыб и крупных комьев почвы. Этот прием О. п. производится с целью: а) уничтожения корки, образующейся при заплывании поверхности почвы после выпадения осадков и ухудшающей водно-воздушный и биологич. режим почвы (напр. весеннее боронование черного пара, озимых и пр.); б) разравнивания поверхности почвы при подготовке ее к посеву (особенно рядовому) и вообще исправления недостатков предыдущей обработки; в) заделки минеральных удобрений и пр. Отрицательная сторона боронования—распыление почвы, ведущее за собой утрату почвой прочной структуры—проявляется особенно сильно при боронованиии сухой почвы. Для выравнивания почвы помимо бороны применяют также *волокуши* (см.) и шлейфы, менее отрицательно влияющие на структуру почвы.



Фиг. 6.

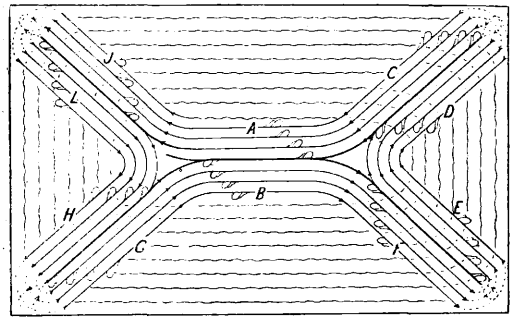
3) Культивация почвы, т. е. обработка ее разного рода рыхлящими орудиями, работа к-рых захватывает всю поверхность пахотного слоя. Сюда относятся разного рода *культиваторы* (см.), крюмеры, *драпачи* (см.), скарификаторы, докфут и др., а также разного рода пропашники. Основной рабочей частью орудий этой группы являются металлич. лапы или ножи, поставленные горизонтально или

с нек-рым наклоном. Эта обработка применяется главн. обр. для уничтожения сорных трав, особенно в засушливых районах, где применение для этой цели мелкопашущих орудий нецелесообразно, т. к. оборачивание почвы приводит к излишней потере влаги. Культивация применяется и как прием обработки чистых паров и как мера ухода за пропашными и пр. На рыхлых малосвязных почвах глубокое рыхление может иногда заменить вспашку. На этом основан т. н. метод Жана, применяемый во Франции.



Фиг. 7.

4) Фрезерование почвы—обработка ее при помощи *фрез* (см.), главной рабочей частью которых является вращающийся вал с насаженными на нем стальными крючьями—лапами. При передвижении фрезы при помощи мотора, являющегося ее составной частью, фреза лапами мелко крошит и перемешивает почву, давая после обработки ровную и рыхлую поверхность. Фрезой можно с успехом обрабатывать задернелые перегнойные почвы. За последнее время фрезерование получило большое распространение в З. Европе как при обработке болотных почв (большие фрезы), так и при О. п. в плодовых садах и огородах (малые фрезы). Достоинством работы фрезы является чрезвычайно хорошая разделка почвы, равномерное распределение навоза, дернины и пр. во всем пахотном слое и сокращение числа обработок, так как после фрезерования становятся ненужными последующее боронование или культивация почвы. Отрицательной стороной в работе фрезы является распыление почвы (особенно, если она обрабатывается сухой) и быстрое заплывание почвы. Близко к фрезерованию стоит обработка почвы пульверватором (пластодробителем), особым плугом, снабженным специальным приспособлением для механич. крошения и разрывания поднимаемой плугом дернины. К этой же группе относится и работа ротационных плугов.



Фиг. 8.

5) Прикатывание почвы (уплотнение ее) производят тяжелыми *катками* (см.). Этот прием применяется чаще всего для облегчения подачи влаги из более нижних слоев почвы с целью снабдить водой семена, лежащие в рыхлом сухом слое почвы; после уплотнения почвы в уплотненном слое облегчается передвижение пленочной влаги. Т. к. при этом возможно повышенное испарение влаги поверхностью почвы, то в засушливых районах прикатывание часто совмещают с поверхностным рыхлением. Это достигается применением кольчатого катка (каток Кембеля). Кроме этого прикатывание почвы применяется часто для защиты рыхлых почв от выдувания, а также для защиты всходов от возможного оседания на почвах, богатых перегноем.

Перечисленные основные приемы О. п., будучи применяемы в известной последовательности, дают общую систему обработки под определенную культуру или даже для определенного севооборота. В различных районах, в зависимости от почвенных и климатич. условий, социально-экономич. природы и типа хозяйства и степени его механизации, системы О. п. могут быть различны. Рассмотрим следующие системы обработок различных полей севооборота.

Фиг. 9.

1) Обработка парового поля, т. е. поля, подготовляемого в течение лета для осеннего посева озимых хлебов (ржи, пшеницы), реже для весеннего (на следующий год) посева яровой пшеницы, сахарной свеклы и др., ставит своей задачей как накопление в почве за период парования возможно большего количества влаги и питательных веществ, в доступной для растений форме, так и очищение почвы от заноса семян сорных трав. Наиболее совершенно эти задачи выполняются на т. н. черном пару, который пашется с осени, весной боронуется и в течение лета подвергается несколько раз поверхностной обработке (во влажных районах лущению, в засушливых—культивации). Недели за 2—$2^1/_2$ до посева озимых пар подвергается перепашке (двойка); в засушливых районах впрочем этот прием опускается. Затем после предпосевной обработки (если она необходима) производится посев. Там, где необходимо удобрять почву, навоз на черном пару вносится обычно с осени, тогда же вносятся трудно растворимые фосфаты; легко растворимые минеральные удо-

брения вносятся под двойку. Ко времени посева черный пар содержит обыкновенно достаточный запас влаги, накопленный осенью и весной; кроме того рыхлое состояние поля в течение лета влечет энергичную микробиологич. деятельность, в результате к-рой происходит разложение органич. веществ и накопление в почве нитратов—азотной пищи для растений. Многократная обработка провоцирует прорастание семян сорняков, всходы к-рых уничтожаются последующей обработкой. Благодаря всему этому на тяжелых почвах, особенно в засушливой полосе, черный пар значительно повышает урожай следующего по нему растения и делает его более устойчивым.

Близкие результаты дает р а н н и й п а р, отличающийся от черного только временем основной вспашки, к-рое здесь переносится на раннюю весну. На почвах дерноводзолистой зоны, сильно заплывающих за зиму, ранний пар, идущий под снег невспаханным, дает даже повышенные по сравнению с черным паром урожаи. Положительный эффект черного и раннего (ч и с т ы х) паров возрастает с севера к югу. Совершенно непригодной является эта система обработки пара на легких песчаных почвах, на которых ускоренное разложение органических веществ приводит лишь, в силу высокой проницаемости этих почв, к вымыванию питательных веществ из почвы. Кроме того лишенные перегноя песчаные почвы подвергаются опасности выдувания. Поэтому на таких почвах чистые пары даже снижают урожай. Частое применение чистых паров влечет за собой распыление почвы и разрушение ее прочной структуры. Недостатком чистых паров является оставление значительной части посевной площади без использования. Поэтому при интенсификации полеводства чистые пары заменяются т. н. занятыми парами, т. е. занимаются на летний период времени раноубираемыми растениями. При занятых парах первая вспашка пара и запашка навоза (там, где он вносится) обычно производится с осени. Весной, после предпосевной обработки, производят посев (или посадку) занимающего пар растения. После уборки последнего пар перепахивают и по нему недели через 2—3 сеют озимь. Если пар занимают растением, требующим междурядной обработки, он в течение лета подвергается такой обработке. Из растений, образующих сплошной травостой на пару, сеют: из кормовых трав—яровую вику с овсом, инкарнатный клевер, могар, сорго, озимую вику с рожью (сеется с осени), красный клевер и эспарцет (подсевается к яровому, идущему перед паром); из технич. растений—лен (на волокно) и др.; из пропашных растений—картофель (ранние сорта), семенники корнеплодов, бахчевые (на юге) и нек-рые другие. На легких почвах хорошие результаты дает люпин, высеваемый на пару для запашки его на удобрение (с и д е р а л ь н ы й п а р); реже для этой цели высевают гречиху или другие растения. После занятого пара урожай озимого получается несколько ниже, чем после чистого, но этот недобор м. б. покрыт урожаем занимающего пар растения. Занятые пары удаются лучше в районах с более продолжительным вегетационным периодом, который допускает более широкий выбор растений для их занятия, и с достаточным количеством осадков.

В СССР введение занятых паров является целесообразным всюду кроме засушливых районов Ю.-В., С. Кавказа, Юга УССР, Казакстана и нек-рых др. Обычно хорошие результаты дают занятые пары в районах с теплым климатом, но достаточным количеством осадков (западная часть УССР, Кубань и др.). При возможности позднего сева озимых, на Кубани например, озимые хлеба сеют после подсолнечника или кукурузы, убираемых на зерно; значение пара в этих районах практически сходит на-нет. В засушливых районах применяют т. н. к у л и с н ы е п а р ы; на них весной высевают ряды («кулисы») подсолнуха или кукурузы; расстояния между рядами оставляют такие, чтобы они допускали свободный проезд между ними сеялки. В течение лета эти широкие междурядья поддерживаются в чистом состоянии и в обычное для данного района время засеваются озимыми. После созревания кукурузы (или подсолнуха) уборка их производится только путем срезывания початков (шляпок). Стебли же с листьями остаются стоять на зиму, задерживая снег и улучшая этим водный режим почвы. Уборка стеблей производится лишь весной. Нек-рое сходство с кулисным паром имеет а н г л и й с к и й п а р—своеобразный вариант чистого пара, распространенный в степной полосе Канады, отчасти в США. При нем поле разбивается на загоны (полосы), достаточно широкие для проведения механизированной обработки. Через один эти загоны засеваются зерновым хлебом, другая половина загонов в тот же год находится под чистым паром. Осенью хлеб убирают комбайном, высоко срезающим хлеб; солома же остается стоять на зиму, задерживая снег. Полосы, находившиеся под паром, на следующий год находятся под зерновым хлебом; полосы из-под хлеба идут под пар. При этом способе О. п. $^1/_2$ всей площади ежегодно пустует.

Все перечисленные виды паров называют к у л ь т у р н ы м и парами в отличие от т. н. к р е с т ь я н с к о г о (или п о з д н е г о пара), одного из атрибутов примитивной агротехники крестьянского хозяйства, к-рый с переходом последнего на рельсы обобществленного хозяйства должен отойти в прошлое. Такой пар обрабатывается первый раз летом, после того как всю весну и первую половину лета он был покрыт сорными травами и по нему пасся скот. В этих условиях пар теряет влагу и крайне уплотняется; недостаток воздуха в почве препятствует микробиологич. деятельности почвы и накоплению питательных веществ. Кроме того сорные травы не уничтожаются при однократной обработке пара и засоряют последующие культуры. Такой пар исключает возможность повышения урожаев и является с агротехнич. точки зрения нелепостью, возможной лишь в организационных рамках мелкого хозяйства, вынужденного использовать пар как пастбищное угодье.

2) О б р а б о т к а ж н и в ь я (остатков зернового хлеба) под яровые и пропашные имеет

задачей следующее: а) запашку жнивья и постановку его в условия, благоприятные для разложения; б) борьбу с сорняками, частью оставшимися расти на жнивье, частью осыпавшимися во время уборки зернового и оставившими свои семена лежащими на поверхности почвы; в) накопление влаги и питательных веществ ко времени посева следующего растения. Для выполнения этих задач жнивье следует запахивать возможно скорее, лучше всего пока почва не потеряла еще т. н. спелости отенения. Чаще всего для этого применяют лущение. Вспашка поля на полную глубину производится после этого чаще всего поздно осенью (на зябь). Если лущение не произведено, обходятся одной вспашкой, но производят ее возможно раньше. Осенняя вспашка жнивья помимо сбережения влаги избавляет от необходимости пахать весной и тем позволяет ускорить время сева, что в засушливых районах имеет огромное значение. На глинистых, малодеятельных почвах как меру обработки под яровые применяют иногда и т. н. полупар, т. е. глубокую вспашку жнивья тотчас после уборки зернового хлеба и последующую обработку его в течение осеннего периода по типу культивации. Полупар дает довольно значительную прибавку в урожае яровых на указанных выше почвах. Совершенно иное положение для обработки жнивья мы имеем на песчаных почвах. Здесь всякое оставление почвы в незанятом виде приводит к понижению ее производительной способности. Поэтому на таких почвах наиболее целесообразным является введение промежуточных культур, или подсеваемых под предыдущее растение (сераделла и др.) или высеваемых уже после уборки зернового (озимая рожь, горчица, конские бобы, люпин и др., а также мешанки из них). Эти растения задерживают питательные вещества, защищая их от вымывания, и обогащают почву перегноем, а бобовые и азотом. Затем эти растения поздней осенью запахиваются на зеленое удобрение.

Необходимо отметить, что способы обработки жнивья необходимо увязывать с общим комплексом всей системы О. п. Так, при оставлении в поле высокой стерни после уборки хлеба комбайном, эта стерня, оставленная незапаханной, может служить фактором снегонакопления. В зерновых хозяйствах США и Канады весной эту стерню сжигают и золу запахивают в почву. Сжигание стерни способствует борьбе с сорняками. Вспашка после этого производится пшеничными (дисковыми) плугами. При подготовке поля под картофель или корнеплоды (сахарная или кормовая свекла, турнепс, брюква и др.) осенняя глубокая вспашка является совершенно необходимой, т. к. эта группа растений требует глубокого рыхления почвы. Чрезвычайно важно здесь внесение при обработке удобрений. На песчаных почвах пожнивный посев люпина на зеленое удобрение под картофель является также чрезвычайно желательным.

3) Обработка пропашного клина в течение лета заключается в постоянной обработке междурядий в целях уничтожения сорняков и приводит к накоплению в почве питательных веществ и повышению содержания углекислоты в подпочвенном воздухе. Наиболее примитивно подобная обработка производится вручную при помощи особых ручных орудий, сапок, мотыг и проч. Позднее стали применяться конные пропашники различных типов; в механизированном же хозяйстве эти работы производятся при помощи особых тракторов (напр. тип «Фармол»), моторных пропашников, фрез, снабжаемых для этой цели особыми приспособлениями. Механизация обработки пропашного клина является в СССР актуальнейшей проблемой почти для всех типов специализированного хозяйства, т. к. для совхозов-гигантов введение пропашного клина возможно лишь при условии механизации всех обработок на нем. Помимо обычной междурядной обработки типа рыхления нек-рые культуры (напр. картофель) требуют окучивания, в результате к-рого развивают бо́льшее количество подземных побегов (столонов) и повышают урожай клубней; в сухих районах окучивание не производится, т. к. гребнистая поверхность поля усиливает испарение почвой влаги. Затруднения с механизацией обработки пропашных культур повлекли за собой применение в США и Канаде под некоторые из пропашных (кукурузу) своеобразного полупара, заключающегося в том, что поле, отведенное под кукурузу, с весны подвергают повторной мелкой обработке в целях борьбы с сорняками. После этого кукуруза не подвергается междурядной обработке после посева. После уборки пропашных, к-рая обычно связана снова с рыхлением поля, оно остается мало уплотненным и при посеве следующей культуры совершенно не требует глубокой вспашки.

4) Обработка дернины, т. е. поля, находившегося под многолетними сеяными или дикорастущими травами, своей основной задачей имеет умерщвление этой дернины и постановку ее в условия оптимального разложения. Вспашка дернины должна производиться обязательно в год, который предшествует посеву по ней (обыкновенно осенью). При подъеме больших площадей залежи при освоении новых земель (например при строительстве зерносовхозов) вспашка ее должна начинаться возможно раньше. При вспашке дернины оборотом пласта она не успевает разложиться к весне следующего года. Перед посевом ее приходится боронить («надрать пуха») и только после этого производить посев. При последующих обработках пласта он подвергается разделыванию. Многократной обработки весной требует также взмет пласта. Для травяного поля в полевом севообороте лучшим методом обработки является культурная вспашка. На почвах же задернелых, где слой почвы на 15—20 *см* сплошь переплетен корнями, культурная вспашка теряет смысл, т. к. не дает крошения пласта.

5) Нек-рые специфич. приемы О. п. связаны с очищением почвы от сорняков, улучшением ее неблагоприятных свойств, приспособлением ее под нек-рые специальные культуры или системой ухода за растениями.

Борьба с сорными травами требует особых приемов О. п., связанных с био-

логией определенного сорняка. Глубококорневищевые сорняки, как напр. вьюнок полевой (Convolvulus arvensis), бодяк (Cirsium arvense) и др., требуют многократной глубокой обработки с целью обессилить корневища этих растений и лишить их жизнеспособности. Для борьбы с ползучим пыреем (Triticum repens), корневища к-рого расположены в поверхностном слое почвы, прибегают к лущению, выбораниванию корневищ пырея и сжиганию их. Всходы многих сорняков умерщвляются повторной обработкой пара или пропашного пара; такой же мерой борьбы с сорняками служит лущение жнивья, производимое возможно скорее после уборки и пр.

Углубление пахотного слоя и уничтожение неблагоприятных свойств подпахотного горизонта должно производиться с осторожностью. Дело в том, что простое углубление пашни, производимое сразу на значительную глубину, может дать иногда отрицательные последствия в результате выворачивания наружу неплодородного и биологически недеятельного слоя почвы и, наоборот, глубокой запашки поверхностного, богатого бактериями и плодородного слоя. В то же время отрицательные свойства подпахотного слоя(напр. низкая водопроницаемость, высокая связность и пр.) могут сами по себе являться отрицательным фактором в полеводстве. В этих целях прибегают к рыхлению подпахотного слоя не выворачивая его наружу, что достигается применением почвоуглубителей различных систем, устанавливаемых сзади плуга и рыхлящих дно борозды. Некоторые авторы указывают на необходимость применения почвоуглубителей в целях борьбы с особым сплывшимся слоем почвы, который находится на дне борозды, при постоянной вспашке на одну и ту же глубину, вследствие растирания почвы плугом. В целях более энергичного проникновения в почву воздуха и улучшения ее биологической деятельности, удаления избыточной влаги применяют О. п. особыми дренажными, кротовыми, плугами (см. *Дренажные машины*). В случае необходимости создать толстый плодородный слой, особенно на бедных, каменистых почвах, для растений с глубокой корневой системой и требовательных к почве (плодовые деревья, виноградные лозы), в частности в горных местностях, прибегают к плантажу, или глубокой перекопке почвы, к-рая сопровождается внесением навоза, более плодородной почвы и пр. в целях более быстрого разрушения плотных подпочвенных горизонтов. При закладке плантаций и виноградников прибегают иногда к взрыванию почвы динамитом. К этой мере прибегают иногда и при освоении почвы из-под лесных угодий для удаления пней, затрудняющих обработку почвы.

О. п. под плодовым садом заключается в постоянном рыхлении почвы между деревьями. Ранее часто рекомендовалось держать почву в черном пару. Опыты показывают однако, что наилучшие результаты получаются, если площадь между деревьями рыхлится и поддерживается в чистом виде лишь в начале лета. Затем она должна засеваться однолетними травами (вика, инкарнатный клевер, люпин и др.), к-рые поздней осенью или весной подвергаются запашке.

Обработка заболоченных почв после их осушки заключается в первую очередь в выравнивании поля, срезании кочек и пр., что достигается при помощи особых автоматич. лопат, кочкорезов и пр. Только после выравнивания и планирования поля принимаются за его вспашку. Эта обработка вследствие высокой прилипаемости таких почв бывает очень трудной, и для ее производства пользуются плугами с решетчатыми отвалами, у к-рых уменьшается площадь их соприкосновения с почвой и одновременно и сила трения. Такими плугами пользуются вообще при обработке тяжелых связных почв.

Обработка в целях ухода за лугами имеет своей целью: 1) помешать избыточному уплотнению поверхности луга, 2) способствовать проникновению воздуха в почву, 3) удалить мох, развивающийся на поверхности почвы и способствующий задержанию воды. Все это делается для некоторой задержки заболачивания луга и для улучшения условий произрастания ценных в кормовом отношении трав. Т. о. легкой О. п. здесь служит боронование, слегка разрыхляющее поверхность почвы, сдирающее мох и вызывающее усиленное образование новых побегов у нек-рых трав (напр. люцерны) вследствие легкого поранения нижней части их стебля. Более энергичной мерой является применение дисковых культиваторов (диски д. б. поставлены параллельно направлению силы тяги), скарификаторов и других орудий, вызывающих уже глубокое прорезание дерна и способствующих т. о. проникновению в почву воздуха (освежение дерна). Таковы главнейшие приемы и системы О. п. Каждая из них является применимой в совершенно определенных и конкретных условиях, при отсутствии которых она может часто оказаться вредной и во всяком случае ненужной.

Т. к. действие всякого орудия или машины О. п. не м. б. локализировано, то отсюда возникает неизбежный вопрос о передвижении этих орудий по поверхности почвы, т. е. о тяговой силе. Наиболее примитивной является ручная О. п., когда человек приводит орудие в действие силой своих мускулов и при своем передвижении несет его с собой. Такие примитивные орудия часто приспособлены для производства самых разнообразных технологических операций; таков напр. среднеазиатский *кетмень* (см.), заменяющий собой и кирку и лопату; другие из ручных орудий служат для выполнения определенной операции (лопаты). В силу низкой производительности и большой трудности ручной О. п., человек приспособляет для этой цели животных: используются быки, лошади и другие животные. Конная О. п. получила наибольшее распространение, и к конной тяге не так давно приспособлялись все орудия О. п. Развитие техники позволило приспособить в качестве тяги двигатель внутреннего сгорания; лошадь заменил трактор; более высокая производительность тракторной О. п. сделала его незаменимым орудием для крупных хозяйств.

Дольше держалась ручная О. п. при культуре овощных и близких к ней растений, но теперь трактор справляется с О. п. и при этих культурах. С агрономич. точки зрения большой интерес представляет проблема влияния тяговой силы (в частности трактора) на физич. свойства почвы. Произведенные исследования показывают, что различные типы тракторов оказывают неодинаковое влияние на физич. свойства почвы, что находится в зависимости от конструкции движения (колес, гусениц), формы шпор, скорости движения и пр. То обстоятельство, что трактору, как и другому двигателю, приходится самому передвигаться по почве, расходуя на собственное передвижение значительную часть энергии и так или иначе уплотняя почву, заставляет относиться с большим вниманием к применению при О. п. стационарных двигателей, к-рые должны работать со значительно меньшим расходом энергии.

О. п. и урожай. При оценке роли О. п. в деле повышения урожайности, необходимо отметить, что О. п. является методом наиболее полного использования ресурсов почвы. Рациональная О. п. облегчает доступ водных осадков в почву, уменьшает расход их почвой и сорными травами, улучшает водный режим почвы, улучшает т. о. условия жизнедеятельности бактерий, разрушающих *перегной* (см.) почвы и превращающих его в простые минеральные соединения, служащие пищей для растений. Наконец О. п. создает такие физич. свойства пахотного горизонта, к-рые являются оптимальными для прорастания семян, роста корней, клубней и пр. Но для того, чтобы эта структурная архитектоника, которую мы создаем О. п., сохранилась на нек-рый срок, а не смылась после первого же дождя, необходимо, чтобы почва обладала прочной комковатой структурой. О. п. не может создать прочной структуры; последняя создается только перегноем, осаждающимся и образующим цемент, склеивающий частицы почвы под влиянием действия иона $Ca^{\cdot\cdot}$. Поэтому вопрос о создании и поддержании прочности почвенной структуры еще не разрешается О. п. Напротив, постоянная и усиленная О. п. приводит к распылению почвы и утрате ею прочной структуры и как следствие—к учащению и многократному повторению О. п. Поэтому наравне с проблемой О. п. стоит проблема возобновления запаса активного перегноя в почве, разрешаемая правильным чередованием растений (введение многолетних трав в севооборот, сидерация на легких почвах и др.). Второй вопрос, не разрешаемый О. п., это возобновление запаса питательных веществ; О. п. только способствует переходу питательных веществ из недоступной для растений формы в доступную, производит так сказать мобилизацию почвенного богатства. Чем больше последнее, тем дольше при условии высокой биологич. активности почвы О. п. может поддерживать высокие урожаи и без возобновления этого запаса (перегнойные почвы). Если же почва бедна питательными веществами, то одна О. п. без внесения в почву питательных веществ со стороны (т. е. удобрения почвы) вообще не сможет повысить урожай. Таким образом О. п. и удобрение ее—это две задачи, к-рые вместе с рациональным чередованием культур взаимно дополняют друг друга. В немецкой литературе принято 50% в повышении урожайности Германии относить на долю удобрения и только 20% на долю О. п. По отношению к СССР, включающему в себя зоны с резким недостатком влаги, эти цифры конечно подлежат исправлению в пользу О. п., имеющей в названных зонах решающее значение в деле повышения урожая.

Лит.: Вильямс В. Р., Общее земледелие с основами почвоведения, 12 изд., Москва—Ленинград, 1931; Кравков С. П., Курс общего земледелия, 2 изд., т. 2, вып. 1, Москва—Ленинград, 1929; Толлей, Способы тракторной вспашки, Москва, 1926; Варгин В. Н., Обработка почвы, 5 изд., Петроград, 1920; Вильямс В. Р., Общее земледелие, т. 1, Москва, 1919; Бараков П. Ф., Общее земледелие, 3 изд., ч. 2, Харьков, 1916; Гологурский Г. М., Технологические процессы в почве при ее обработке, Петроград, 1917; Кембель Г., Руководство к обработке почвы, Полтава, 1911; Метнерс Ф., Рациональная обработка почвы по Кембелю, СПБ, 1909; Розенберг-Липинский А., Практическое земледелие, 5 изд., перевод с немецкого, Петербург, 1893; Костычев П. А., Учение о механической обработке почвы, СПБ, 1885; Квасников В. В., Обработка пара в нечерноземной полосе, М., 1923; Лобанов Н. В., Засуха и меры борьбы с ней, М., 1923; Конев Д. А., Обработка под яровые, М., 1923; Смирнов В., Обработка целины и залежей, М., 1929; Плотников С., Разделка и использование степных и лесных пустошей, М., 1926; Пигулевский М. Х., Результаты воздействия на почву сохи, плуга и фрезы, М.—Л., 1930; Некрасов П. А., Водный режим почвы, Москва, 1924; Кудрявцева А. А., Селитра в почве, Накопление ее путем обработки, М., 1927; Никитин С., Накопление питательных веществ в почве путем ее обработки, Москва—Ленинград, 1930; Roemer Th., Bodenbearbeitung, Handbuch d. Landwirtschaft, hrsg. v. Fr. Aereboe, J. Hansen u. Th. Roemer, B. 2, Berlin, 1929; Krause M., Steigerung d. Ernteerträge durch verbesserte Bodenbearbeitung, Berlin, 1928; Heuser O., Grundzüge d. praktischen Bodenbearbeitung, B., 1928; Wölfer Th., Grundzüge u. Ziele neuzeitlicher Landwirtschaft, B. 1, 9 Aufl., B., 1925; Fischer J., Die Tiefkultur, München, 1927; Sievers B., Motorische Bodenbearbeitung, Neudamm, 1924; Ehrenberg P., Die Brache u. ihre Bedeutung, B., 1921; Bear F., Soil Management, 2 ed., New York, 1927; Weir W., Productive Soils, Philadelphia—L., 1923; Widstoe J., Dry Farming, New York, 1921; Mosier J. a. Gustafson, Soil Physics a. Menagement, Philadelphia—L., 1917; Sewell M., Tillage, A Review of Literature, «Journal of the American Society of Agronomy», Washington, 1919, vol. 11, p. 269—291; Diffloth P., Agriculture Générale, v. 2, Labours et Assolements, 5 éd., P., 1922.

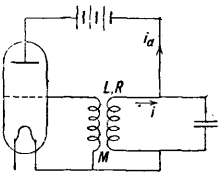
Н. Соколов.

ОБРАТНАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА, см. *Прямая геодезическая задача.*

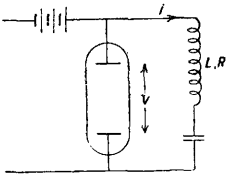
ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ (радиотехнический термин), устройство, автоматически доставляющее колебательному контуру определенные порции электрич. энергии (из нек-рого источника ее—динамо, батарей и пр.) в такт с колебаниями контура и в нужной фазе. В частности под О. с. подразумевают процесс, при котором часть мощности на выходном конце усилительного устройства действует обратно на входную цепь, притом так. обр., что первоначальная анодная (см. *Лампа электронная*) мощность усиливается и тем самым увеличивается общее усиление (иногда называется регенерация). В распространенном толковании О. с. можно назвать такие приспособления, как механизм, подталкивающий маятник в часах в такт его качаниям, парораспределительный механизм, впускающий в цилиндр паровой машины пар при правильном положении поршня, зажигание в моторах внутреннего сгорания,

спускное приспособление в пулемете, контакт в электрич. звонке и многие другие. Специально в радиотехнике О. с. может быть двух видов: 1) внешняя, как в обычном ламповом генераторе, и 2) внутренняя, как в *дуговом генераторе* (см.), *динатроне* (см.) и др.

Внешняя обратная связь. Переменная составляющая i тока в колебательном контуре лампового генератора (фиг. 1)



Фиг. 1.



Фиг. 2.

удовлетворяет при малых значениях ур-ию (для простоты полагаем $D = 0$):

$$L\frac{d^2i}{dt^2} + R\frac{di}{dt} + \frac{i}{C} = \frac{Sv_g}{C}, \qquad (1)$$

где S—крутизна характеристики и v_g—потенциал сетки. Колебания нарастают тогда, когда $\left(-\frac{Sv_g}{C}\right)$ противоположно по фазе и больше, чем $R\frac{di}{dt}$. Для того чтобы создать на сетке напряжение, удовлетворяющее этому «условию самовозбуждения», служит О. с. Она м. б. индуктивной, тогда $v_g = -M\frac{di}{dt}$, где M—коэф. взаимной индукции цепей анода и сетки. Условие самовозбуждения выразится так:

$$R + \frac{SM}{C} < 0, \qquad (2)$$

откуда следует, что для нарастания колебаний M д. б. отрицательным и достаточно большим по абсолютной величине. О. с. может быть также емкостной (если сетка соединена конденсатором с анодом) и смешанной (если нужное v_g создается при помощи системы катушек и конденсаторов). Наконец колебательный контур м. б. включен в цепь сетки. Т. к. нет принципиальной разницы между этими разновидностями О. с., остановимся только на разборе индуктивной (наиболее широко применяемой). Если $R + \frac{SM}{C} = 0$, то мы имеем «критическую» О. с.; небольшой электрич. толчок, возникший в системе, дает незатухающие колебания. Если $R + \frac{SM}{C} < 0$, то, как уже было сказано, колебания, вызванные толчком, нарастают, и линейное ур-ие (1) перестает быть справедливым; начинает действовать кривизна характеристики, благодаря к-рой колебания устанавливаются с конечной амплитудой. Если при M отрицательном

$$R + \frac{SM}{C} > 0$$

(О. с. ниже критической), система обладает затуханием, но меньшим, чем то, которое она имела бы без О. с. На этом основан регенеративный приемник (см. *Приемники*). Если О. с. изменяется периодически во времени около критического значения, то мы получаем суперрегенеративный приемник (см. *Приемники*). Наконец, если M положительно, то затухание больше, чем если бы О. с. отсутствовала.

Внутренняя О. с. осуществляется любым проводником, характеристика которого имеет падающий участок, даваемый в первом приближении ур-ием $v = -ki$ (вольтова дуга, разного рода разрядные трубки, 3-электродная лампа при динатронном режиме, 4-электродная лампа в определенных схемах, нек-рые твердые тела). Из ур-ия схемы фиг. 2

$$L\frac{di}{dt} + Ri + \int\frac{idt}{C} = -v = ki$$

получаем условие самовозбуждения:

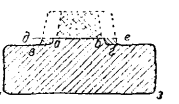
$$R - ki < 0,$$

для которого можно было бы повторить все сказанное о внешней О. с. Здесь амплитуда также задается формой характеристики. Как в случае внешней, так и внутренней О. с. энергия, расходуемая в сопротивлениях R, возмещается батареями.

Лит.: Баркгаузен Г., Катодные лампы, т. 2, Москва, 1928; Barkhausen H., Elektronen-Röhren, B. 3, Empfänger, Leipzig, 1929; Ollendorf F., Die Grundlagen der Hochfrequenztechnik, Berlin, 1926; Die wissenschaftlichen Grundlagen des Rundfunkempfangs, Vorträge, herausgegeben v. K. W. Wagner Berlin, 1927.

Г. Горелик.

ОБРЕЗКА в литейном деле, удаление прибыли от тела отливки, а в кузнечно-штамповальном—удаление заусенцев. Прибыли обычно ставятся на стальном литье и очень редко на чугунном (только в ответственных отливках). Обычно О. отливок из мягкой стали (0,15—20% С) производится на ленточных пилах (700 × 700 *мм* и более) из крепкой стали (> 0,4% С или со специальными примесями) и на круглых пилах с цементованным или вставным из быстрорежущей стали зубом. И в том и в другом случае рез происходит по плоскости. Поэтому, если поставить прибыли на какую-нибудь кривую поверхность, то после обрезки в механическом цехе надо будет произвести добавочную, иногда сложную, фрезерную работу, чтобы получить заданную кривую поверхность. При правильной постановке прибыли ее располагают обычно на плоскости, напр. (фиг. 1) плоскость для постановки прибыли д. б. *аб*, но не поверхность *вг*, ибо рез очевидно м. б. проведен только по линии *де*, а в механич. мастерской объемы *адв* и *бге* д. б. срезаны. Если для процесса литья прибыль на плоскости *аб* мала, то лучше таковую поставить на плоскости *жз*, т. е. перевернуть формовку для заливки; это особенно важно в том случае, когда место *ав* в дальнейшем д. б. очень точно обработано для пригонки (напр. если это будет фланец изделия, предназначенного для работы под большим давлением), так как, снимая обработкой значительную корку *вабг* лучшего качества металла (столбчатый слой), можно обнажить сегрегационную зону, после чего поверхность не м. б. хорошо пригнана под притирку.



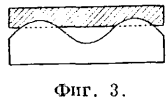
Фиг. 1.

Наиболее удобной машиной для О. следует считать ленточную пилу, позволяющую обрезать наиболее крупные сечения. Круглые пилы даже со вставными быстрорежущими зубьями работают значительно мед-

леннее, чем ленточные пилы. Большую производительность дают лобовые токарные станки с соответствующим резцом. Поэтому при постановке прибылей лучше им придавать круглую, а не прямоугольную форму сечения. У многих отливок (фланцы, колеса, шкивы и т. п.) прибыли отрезаются на токарных станках; так как иногда в центре прибыли остается невычищенная земля от шишки, то при этом способе О. рез прибыли не проводят до формовочной массы, а прибыль отбивают после достаточно глубокого надреза и затем производят очистку отливки от шишечной массы. Обрезку стального литья предпочитают производить до отжига литья, т. к. отжиг в присутствии большой массы металла прибыли (25—35% по весу годного) был бы не равномерен. В последнее время применяется для О. кислородноацетиленовое, или даже лучше—кислородно-водородное пламя; преимущества этого способа—бо́льшая скорость О. (избегается установка изделия на станок) и отсутствие расхода на инструменты. Этот способ обрезки годен для сечений изделий, не превышающих 250—300 *мм* в поперечнике; при бо́льших сечениях он становится дорог и затруднителен, тогда как ленточная пила режет с одинаковым успехом как 100-*мм*, так и 800-*мм* сечения. Автогенная О., особенно ацетиленовая, придает поверхностям отливок из твердых или специальных сталей большую твердость (вследствие возможного науглероживания), что представляет затруднения при механич. обработке их. Литье необрезанное называют черным литьем, а обрезанное—чистым. Выход чистого литья из черного в среднем 80—70%, потери на стружку (рез) около 1—2%. Стоимость О. с цеховыми расходами очень невелика, особенно на ленточных пилах. На одной пиле можно обрезать в смену 2—5 *т* литья, в зависимости от размера прибылей и формы отливки. Обрезанные прибыли являются лучшим шихтовым материалом для переплавки. После обрезки отливки отжигают и предъявляют к сдаче.

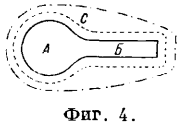
О. в кузнечно-штамповочном производстве является операцией удаления заусенца от штамповки в горячем или в холодном состоянии. Для того чтобы процесс О. был удовлетворителен, необходимо выполнение следующих условий: 1) обрезной пресс д. б. достаточной мощности; 2) *матрица* (см.) д. б. сделана из такого материала, чтобы режущее лезвие выдерживало О. большого количества штамповок без поправки; 3) штемпель должен противостоять давлению на него штамповки, не касаться режущей кромки матрицы и не допускать деформации штамповки или перемещения ее частей во время О.; 4) срез у штамповки д. б. гладким и чистым, а не рваным и вывернутым; 5) матрица должна иметь такую форму, чтобы штамповка легко проваливалась по удалении заусенца. Мощность применяемого пресса обусловливается: 1) сопротивлением материала, 2) толщиной заусенца и 3) длиной заусенца по периметру штамповки. Для штамповок из стали имеет большое значение химический состав ее, а также и то, производится ли О. в горячем состоянии или в холодном. При горячей О. изделий из углеродистой стали (в горячем состоянии коэф. прочности на срезывание $S_{max} \cong 6$ *кг/мм²*), хромоникелевой ($S_{max} \cong 10$ *кг/мм²*) и быстрорежущей стали ($S_{max} \cong 13{,}5$ *кг/мм²*) требуются прессы маломощные, тогда как при холодной О. изделий из тех же сортов стали необходимы мощные прессы, так как S_{max} сталей в холодном состоянии повышается в несколько раз (для углеродистой стали $S_{max} \cong 30$ *кг/мм²*, хромоникелевой—до 100 *кг/мм²*). Поэтому мощность пресса определяется условиями О., или, если имеется определенной мощности пресс, то для него подбираются условия обрезки. Если горячая О., в зависимости от формы штамповки, деформирует штамповку, приводя ее к окончательному браку, то необходимо перейти на холодную О. Иногда после горячей О. возможно деформированную обрезанную штамповку исправить тем же нагревом на штампе. Такой ход процесса имеет очень частое применение на практике, как наиболее дешевый и легкий. В случае сложных очертаний и тонких штамповок применяется холодная О. Иногда полезно даже при холодной О. помещение необрезанной штамповки на очень короткий промежуток времени в горячую печь,—тогда все тело штамповки не успеет прогреться, а заусенец в виду его малой толщины, наоборот, значительно подогреется и представит очень малое сопротивление О. Другой способ уменьшить сопротивление режущему действию пресса заключается в нижеследующем. Сопротивление срезу прямо пропорционально периметру реза; сделав обрезное ребро матрицы уступами, можно в каждый момент О. иметь в соприкосновении не весь периметр, а часть. При этом обрезной край матрицы (фиг. 2) иногда неудобен,

Фиг. 2.

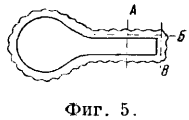


Фиг. 3.

так как штамповка, имея одну точку опоры, может передвинуться и тем вызвать деформацию; в таком случае применяется форма выреза, как показано на фиг. 3. Большое затруднение О. создает неравномерно распределенный заусенец вокруг штамповки (фиг. 4); здесь около большой массы *А* металла имеется малый заусенец, а у малой массы *Б*—большой заусенец (обозначены линией, пунктир с точкой). В таком случае О. заусенца, особенно в местах перехода *С*, будет



Фиг. 4.



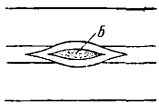
Фиг. 5.

сопровождаться деформацией штамповки и потребует большей мощности обрезного пресса. Такого рода заусенцы указывают, что штамповка в заготовочных ручьях была подготовлена плохо, а вследствие этого и производительность штампа д. б. невелика.

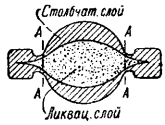
При обрезке необходимо принимать во внимание направление волокон металла и

макроструктуру (см.) заготовки, из к-рой изготовлена штамповка; так, рез по линии *В* (фиг. 5), располагаемый поперек волокон заготовки, при недостаточно остром режущем лезвии или передвижении штамповки во время О. может дать не чистый, а вырванный край (фиг. 6); О. по *Б* (фиг. 5) вдоль волокон может вскрыть внутреннюю сегрегационную зону *Б* (фиг. 7), что при механическ. обработке изделия даст бракованное изделие из-за неровной поверхности. Этот порок в особенности часто бывает также и из-за неправильного распределения металла в заготовочном и черновом ручьях. В том случае, когда во время штамповки главная масса столбчатого слоя металла перейдет в заусенец, при его обрезке по линиям реза *А* (фиг. 5, 8) вскроется ликвационный слой (фиг. 8), и изделие может оказаться браком. В таких случаях брака можно избежать правильным распределением металла в черновом и заготовочном ручьях и наличием острого режущего края матрицы. **К. Грачев.**

Фиг. 6.



Фиг. 7.



Фиг. 8.

ОБРУБКА, операция очистки отливки от формовочной массы и отделения литников от тела отливки (см. *Литейное производство*). Как известно, отливка может производиться или в постоянные или во временные формы. При отливке в постоянные формы операция О. сводится только к отделению литников,—обычно при отливках из легкоплавких металлов, реже (в полупостоянные формы)—чугунных; что же касается стального литья, то таковое отливается только в формовочную массу из земли, так же как и крупные чугунные отливки.

Очистка отливок от формовочной массы. Очистке от земли подвергаются как внешние поверхности отливок, так и полости их (удаление шишек). Легче всего подвергаются очистке отливки, произведенные в сырые формы. Наиболее сложной является обрубка стальных отливок в сухие формы. Очистка внешних поверхностей мелких изделий весом до 80 *кг* производится в барабанах или на пескоструйных аппаратах; более крупные изделия очищают при помощи пневматических зубил. Очистка от формовочной массы, особенно стальных отливок, находится в прямой зависимости от состава формовочной массы. Слишком высокий процент глины и мелкого песка делает формовочную массу легко слипающейся и приваривающейся к поверхности отливки, так что поверхность литья получается очень неровной и иссеченной, а кроме того такая поверхность очень трудно обрабатывается режущими инструментами. В таких случаях литейщик должен озаботиться лучшим подбором и составом формовочной массы. Весьма полезно переходить на сырую формовку даже и для стали. Стоимость обрубки стального литья, отлитого в сырое, уменьшается почти вдвое против отлитого всухую, не считая удешевления вследствие ненадобности сушильных устройств и ускорения процесса литья. Значительные трудности представляет очистка литья от внутренних шишек. В небольших изделиях эта операция одинакова с наружной очисткой, но при крупных, особенно трубчатых изделиях с малым диаметром, стоимость работы обрубки иногда превосходит стоимость формовки. В этих случаях решающую роль играет уменье сделать шишку: если шишка будет слишком слабая, ее сорвет или размоет струей металла, и отливка будет браком; если будет очень прочная, ее трудно выбить. Отливка напр. аккумуляторного стального цилиндра для давления 500 *atm* длиною 7 *м* и внутренним диам. 300 *мм* потребовала для формовки ок. 7 дней, а выбивка шишки 20 дней. В таких случаях изготовление шишки приобретает особенно важное значение. Конструктор, проектируя какое-нибудь пустотелое изделие, должен иметь в виду возможность как установки шишки в форме, так и удаления ее. Напр. в отливках пустотелых крышек (сталь) двигателя Дизеля или цилиндров с рубашкой для газовых двигателей (чугун) должны быть предусмотрены дыры достаточного размера; чтобы можно было выбить формовочную массу, иногда просверливают дыры в стенке изделий, к-рые после О. заделывают шурупами и заваривают; однако это возможно не для всех изделий. После грубой очистки от формовочной земли можно продуть такие полости пескоструйным аппаратом и так. образом вполне очистить от пригоревшей земли. В вышеупомянутом аккумуляторном цилиндре трудность очистки внутренней поверхности сопровождается трудностью обработки режущими инструментами. Поэтому необходимо, чтобы припуск на обработку имел не менее 6—7 *мм*, но и не более 15 *мм*, иначе может получиться рыхлая поверхность сегрегационной зоны после удаления обработкой плотного столбчатого слоя металла. В паровых цилиндрах трудности встречаются с очисткой паровых каналов (ленты).

О. литников. Кроме очистки от земли отливки освобождаются от литников. При этой операции, довольно элементарной, может встретиться затруднение, если литник «поставлен» неправильно (сечение литника м. б. равно или больше сечения отливки или может подходить к телу отливки под прямым углом). Во всех таких случаях обрубщик, даже при хорошей надрубке литника, может вырвать часть металла из тела отливки, что иногда ведет к порче изделия. Если такая опасность существует, то лучше такую отливку направить на обрезку. В настоящее время очистка литья очень удобно производится при помощи переносных ручных пневматических точил, а также в специальных замкнутых камерах при помощи пескоструйных аппаратов. Вся пыль из камер должна удаляться специальным эксгаустером. **К. Грачев.**

Лит.: см. *Литейное производство.*

ОБСЕРВАТОРИЯ, учреждение для производства астрономич. или геофизич (магнитометрич., метеорологич. и сейсмич.) наблю-

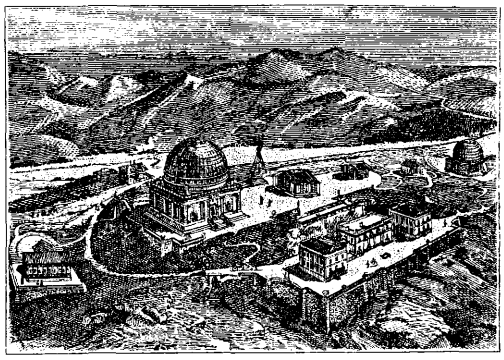
дений; отсюда подразделение обсерваторий на астрономические, магнитометрические, метеорологические и сейсмические.

Астрономическая О.

По своему назначению астрономические О. можно разделить на два главных типа: астрометрические и астрофизические О. Астрометрические О. занимаются определением точных положений звезд и других светил для разных целей и, в зависимости от этого, разными инструментами и методами. Астрофизические О. изучают различные физические свойства небесных тел, например $t°$, яркость, плотность, а также другие свойства, требующие физических методов исследования, напр. движение звезд по лучу зрения, диаметры звезд, определяемые интерференционным способом, и т. д. Многие большие О. преследуют смешанные цели, но имеются О. и более узкого назначения, например для наблюдения изменяемости географической широты, для поисков малых планет, наблюдения переменных звезд и т. п.

Местоположение О. должно удовлетворять ряду требований, к числу к-рых относятся: 1) полное отсутствие сотрясений, вызываемых близостью жел. д., уличного движения или ф-к, 2) наибольшая чистота и прозрачность воздуха—отсутствие пыли, дыма, тумана, 3) отсутствие освещенности неба, вызываемой близостью города, фабрик, жел.-дор. станций и т. п., 4) спокойствие воздуха в ночные часы, 5) достаточно открытый горизонт. Условия 1, 2, 3 и отчасти 5 заставляют выносить О. за город, нередко даже на значительные высоты над уровнем моря, создавая горные О. Условие 4 зависит от ряда причин частью общеклиматического (ветры, влажность), частью местного характера. Во всяком случае оно заставляет избегать мест с сильными воздушными течениями, например возникающими от сильного нагревания почвы солнцем, резкими колебаниями темп-ры и влажности. Наиболее благоприятными являются местности, покрытые равномерным растительным покровом, с сухим климатом, на достаточной высоте над уровнем моря. Современные О. состоят обычно из отдельных павильонов, расположенных среди парка или разбросанных по лугу, в которых установлены инструменты (фиг. 1). В стороне располагают лаборатории—помещения для измерительной и вычислительной работы, для исследования фотографич. пластинок и для производства различных опытов (например для исследования излучения абсолютно черного тела, как эталона при определении $t°$ звезд), механич. мастерскую, библиотеку и жилые помещения. В одном из зданий устраивается подвал для часов. Если О. не присоединена к электрической магистрали, то устраивается собственная электростанция.

Инструментальное оборудование О. бывает весьма разнообразным в зависимости от назначения. Для определения прямых восхождений и склонений светил употребляется *меридианный круг* (см.), дающий одновременно обе координаты. На некоторых О., по примеру Пулковской О., употребляются для этой цели два различных инструмента: *пассажный инструмент* (см.) и *вертикальный круг* (см.), позволяющие определять упомянутые координаты раздельно. Самые наблюдения разделяются на фундаментальные и относительные. Первые состоят в независимом выводе самостоятельной системы прямых восхождений и склонений с определением положения точки весеннего равноденствия и экватора. Вторые заключаются в привязке наблюдаемых звезд, обыкновенно расположенных в неширокой зоне по склонению (отсюда термин: зонные наблюдения), к опорным звездам, положение которых известно из фундаментальных наблюдений.



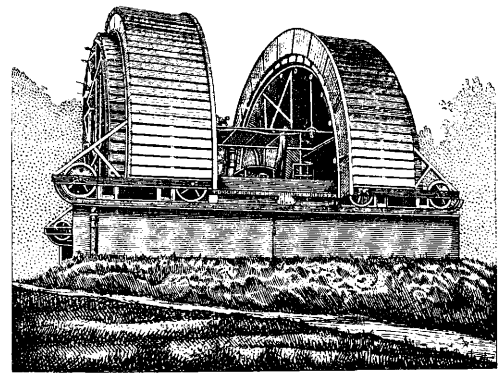
Фиг. 1.

Для относительных наблюдений в настоящее время все больше применяется фотография, причем данный участок неба снимают специальными трубами с фотокамерой (астрографами) с достаточно большим фокусным расстоянием (обычно 2—3,4 *м*). Относительное определение положения близких между собою объектов, например двойных звезд, малых планет и комет, по отношению к близлежащим звездам, спутников планет относительно самой планеты, определение годичных параллаксов—производится при помощи *экваториалов* (см.) как визуальным путем—посредством окулярного микрометра, так и фотографическим, в котором окуляр заменен фотографич. пластинкой. Для этой цели применяются самые большие инструменты, с объективами ⌀ до 1 *м*. Изменяемость широты исследуется преимущественно при помощи зенит-телескопов.

Главные наблюдения астрофизического характера бывают фотометрическими, включая сюда и колориметрию, т. е. определение цвета звезд, и спектроскопическими. Первые производятся при помощи фотометров (см. *Фотометрия*), устанавливаемых в виде самостоятельных инструментов или, чаще, пристраиваемых к *рефрактору* (см.) или *рефлектору* (см.). Для спектральных наблюдений служат спектрографы со щелью, к-рые присоединяются к самым большим рефлекторам (с зеркалом ⌀ до 2,5 *м*) или в устаревших случаях—к большим рефракторам. Получаемые фотографии спектров служат для различных целей, как то: определение лучевых скоростей, спектроскопич. параллаксов, $t°$. Для общей клас-

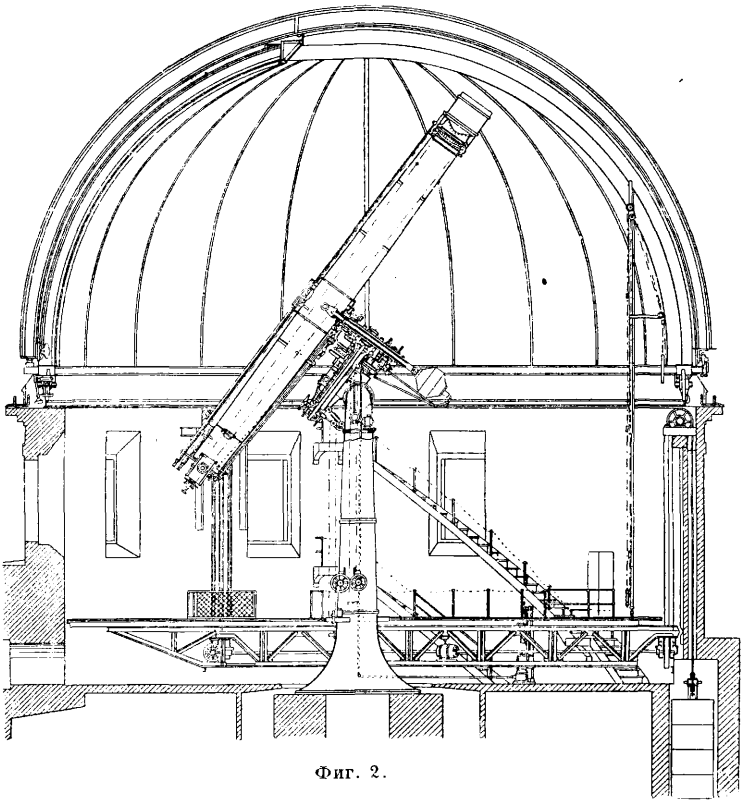
сификации звездных спектров могут употребляться более скромные инструменты— т. н. призматические камеры, состоящие из светосильной короткофокусной фотографич. камеры с призмой перед объективом, дающие на одной пластинке спектры многих звезд, но с малой дисперсией. Для спектральных же исследований солнца, а также и звезд, на некоторых О. употребляются т. н. башенные телескопы, представляющие известные преимущества. Они состоят из башни (до 45 *м* высотою), на вершине к-рой установлен *целостат* (см.), посылающий лучи светила вертикально вниз; несколько ниже целостата помещается объектив, через который проходят лучи, собираясь в фокусе на уровне земли, где они вступают в вертикальный или горизонтальный спектрограф, находящийся в условиях постоянной температуры.

Упомянутые выше инструменты устанавливаются на солидных каменных столбах с глубоким и большим фундаментом, стоящих изолированно от прочего здания, чтобы не передавались сотрясения. Рефракторы и рефлекторы помещаются в круглых башнях (фиг. 2), покрытых полусферич. вращающимся куполом с раскрывающимся люком, через который происходит наблюдение. Для рефракторов пол в башне делается подъемным, для того чтобы наблюдатель мог удобно достигать окулярного конца телескопа при всяких наклонах последнего к горизонту. В башнях рефлекторов вместо подъемного пола обычно употребляются лестницы и небольшие подъемные платформы. Башни больших рефлекторов должны иметь такое устройство, которое обеспечивало бы хорошую t°-ную изоляцию днем против нагревания и достаточную вентиляцию ночью, при



Фиг. 3.

открытом куполе. Инструменты, предназначенные для наблюдения в одном определенном вертикале,—меридианный круг, пассажный инструмент и отчасти вертикальный круг — устанавливаются в павильонах из волнистого железа (фиг. 3), имеющих форму лежащего полуцилиндра. Путем открывания широких люков или откатывания стен образуется широкая щель в плоскости меридиана или первого вертикала, смотря по установке инструмента, позволяющая производить наблюдения. Устройство павильона должно предусматривать хорошую вентиляцию, т. к. при наблюдении t° воздуха внутри павильона должна равняться внешней t°, чем устраняется неправильное преломление луча зрения, называемое зальной рефракцией (Saalrefraktion). При пассажных инструментах и меридианных кругах часто устраивают миры, представляющие собою прочные метки, устанавливаемые в плоскости меридиана на некотором расстоянии от инструмента.



Фиг. 2.

О., несущие службу времени, а также производящие фундаментальные определения прямых восхождений, требуют большую часовую установку. Часы помещаются в подвале, в условиях постоянной темп-ры. В особом зале помещаются распределительные доски и хронографы для сравнения часов. Здесь же устанавливается приемная радиостанция. Если О. подает сама сигналы времени, то требуется еще установка для автоматической

посылки сигналов; передача же производится через одну из мощных передаточных радиостанций.

Помимо постоянно функционирующих О. иногда устраиваются О. и станции временные, предназначенные либо для наблюдения кратковременных явлений, главн. обр. солнечных затмений (прежде также прохождений Венеры по диску солнца), либо для производства определенной работы, по окончании к-рой такая обсерватория опять закрывается. Так, некоторые европейские и в особенности североамериканские обсерватории открывали временные—на несколько лет—отделения в южном полушарии для наблюдения южного неба в целях составления позиционных, фотометрических или спектроскопических каталогов южных звезд теми же методами и инструментами, к-рые употреблялись для той же цели на основной О. в северном полушарии. Общее число ныне действующих астрономических О. доходит до 300. Некоторые данные, а именно: местоположение, главные инструменты и основные работы относительно главнейших современных обсерваторий приведены в таблице.

Главнейшие астрономические обсерватории.

Место и название О.	Широта			Долгота от Гринича			Высота м	Главные инструменты *	Основные работы
	°	′	″	h	m	s			
В Союзе ССР:									
Пулково	+59	46	18	2	1	18,6 В.	75	Рефр. 76, пасс. инстр., верт. круг, мерид. круг, норм. астрограф 34	Фундаментальные набл., служба времени и широты, фотометрия, спектроскопия.
Москва, Университетская О.	+55	45	20	2	30	17,0 В.	166	Двойн. астрограф 38, мерид. круг	Перем. звезды, зонные набл., малые планеты
Казань, Энгельгардтовская О.	+55	50	20	3	15	15,7 В.	98	Рефр. 30, мерид. круг, гелиометр	Зонные набл., микрометрич. набл. луны, планет, комет
Симеиз	+44	24	11	2	15	58 В.	360	Рефл. 100, фотогр. камеры	Спектроскопия, малые планеты, переменные звезды
Ташкент	+41	19	37	4	37	10,6 В.	479	Мерид. круг, норм. астрограф 34	—
В других странах:									
Бергедорф, Гамбургская О.	+53	28	47	0	40	57,7 В.	41	Рефр. 60, рефл. 100, мерид. круг, астрограф	Зонные набл., служба врем., перем. зв., спектроскоп., фотогр.
Берлин, Бабельсбергская О.	+52	24	24	0	52	25,5 В.	82	Рефр. 65, рефл. 120, пасс. инстр., мерид. круг, верт. круг	Зонные набл., перем. звезды, дв. звезды, спектроскоп., фотометрия
Потсдам (астрофизич. О.)	+52	22	56	0	52	15,9 В.	97	Дв. астр. 80, башенный телескоп	Фотометр., спектроскопия
Париж	+48	50	11	0	9	20,9 В.	67	Рефр. 40, астр. 35, мерид. круг	Фунд. и зонные набл., фотогр., служба времени
Медон (астрофизич. О.)	+48	48	18	0	8	55,5 В.	162	Рефр. 83, рефл. 100	Спектроскопия, фотометр., фотогр.
Гринич	+51	28	38	0	0	0,0	47	Рефр. 71, рефл. 76, астр. 66, мерид. круг, пасс. инстр.	Фунд. набл., служба времени, спектроскопия, фотометрия, фотогр.
Виктория (Канада)	+48	31	16	8	13	40,2 З.	229	Рефл. 184	Спектроскопия, фотометр., фотогр.
Кембридж, США, Гарвардская О.	+42	22	48	4	44	31,0 З.	24	Рефр. 38, мерид. круг, астрограф 61, фотограф. камеры	Фотометр., переменные звезды, спектроскоп
Виллиамсбей, Иеркск. О.	+42	34	13	5	54	13,2 З.	334	Рефр. 100, рефл. 61	Фотометр., спектроскоп., двойн. звезды, параллаксы
Моунт Гамильтон, Ликская О.	+37	20	26	8	6	35,0 З.	1 283	Рефр. 91, рефл. 91, мерид. круг	Спектроскопия, фотометр., фотогр.
Моунт Вильсон (солнечная О.)	+34	13	0	7	52	14,3 З.	1 742	Рефл. 258, рефл. 152; 2 башенных телескопа	Спектроскопия, фотометрия, фотогр., интерферометр
Вашингтон (морская О.)	+38	55	12	5	8	15,7 З.	85	Рефр. 66, мерид. круг, пасс. инстр.	Фунд. набл., микрометр. набл.
Мыс Доброй Надежды	−33	56	2	1	13	54,5 В.	8	Астрограф 61, пасс. инстр., мерид. круг, гелиометр	Фунд. набл., микрометр. набл.

* Числа после рефр. указывают диам. объектива рефрактора в *см*, а после рефл. — диам. зеркала рефлектора в *см*.

Лит.: Общая: Valentiner W., Handwörterbuch d. Astronomie, B. 3, T. 2, Breslau, 1901; Ambronn L., Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde, B. 2, B., 1899; Stroobant P., Les observatoires astronomiques et les astronomes, Bruxelles, 1907.—Описания отдельных обсерваторий: Струве О., К пятидесятилетию николаевской главной астрономич. обсерватории, СПБ, 1889; Veröffentlichungen d. Universitätssternwarte zu Berlin—Babelsberg, B. 3, H. 1, B., 1919.—Описание отдельных инструментов: см. выше Ambronn, а также Repsold J., Zur Geschichte d. astronomischen Messwerkzeuge von 1830 bis 1900, B. 2, Lpz., 1914.—Отчеты о деятельности О.: «Monthly Notices of the Royal Astronomical Society», L.; «Vierteljahrsschrift d. Astronomischen Gesellschaft», Lpz.—Список О. с их географическими координатами печатается ежегодно в «The Nautical Almanac», London; «Connaissance des Temps», Paris и в других больших астрономических календарях.

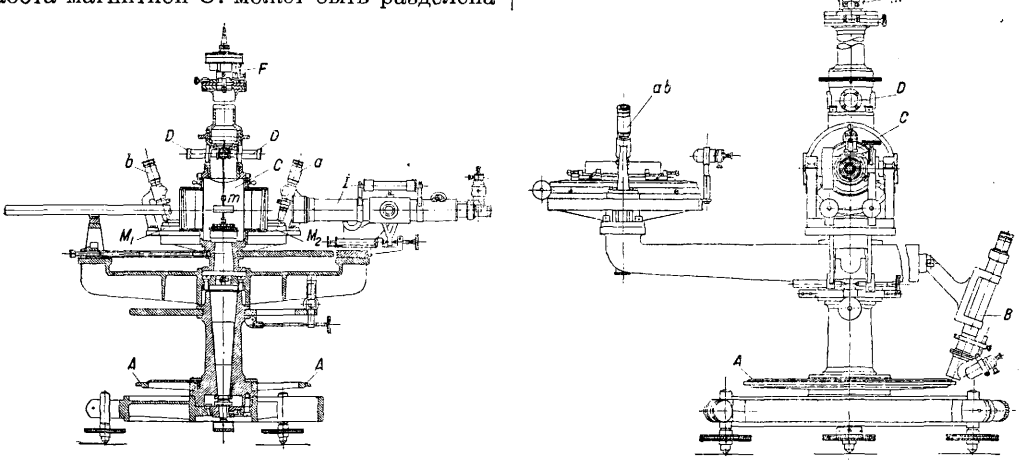
А. Михайлов.

Магнитная О.

Магнитная О.—станция, ведущая регулярные наблюдения над геомагнитными элементами. Она является опорным пунктом для геомагнитной *съемки* (см.) примыкающего к ней района. Материал, который дает магнитная О., является основным в деле изучения магнитной жизни земного шара. Работа магнитной О. может быть разделена на следующие циклы: 1) изучение временных вариаций элементов земного магнетизма, 2) регулярные измерения их в абсолютной мере, 3) изучение и исследование геомагнитных приборов, употребляющихся при магнитных съемках, 4) специальные работы научно-исследовательского характера в области геомагнитных явлений.

Для проведения указанных работ магнитная О. имеет комплект нормальных геомагнитных приборов для измерения элементов земного магнетизма в абсолютной мере: магнитный теодолит и инклинатор, обычно индукционного типа, как более совершенный. Эти приборы д. б. сличены с стандартными приборами, имеющимися в каждой стране (в СССР они хранятся в Слуцкой магнитной О.), в свою очередь сличенными с международным стандартом в Вашингтоне. Для изучения временных вариаций земного магнитного поля О. имеет в своем распоряжении один или два комплекта вариационных приборов — вариометры D, H и Z,—обеспечивающих непрерывную запись изменений элементов земного магнетизма с течением времени. Принцип действия вышеуказанных приборов—см. *Земной магнетизм*. Ниже описываются конструкции наиболее распространенных из них.

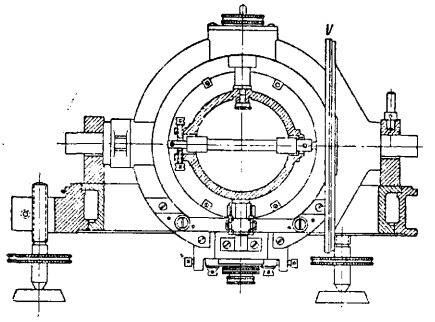
Магнитный теодолит для абсолютных измерений H представлен на фиг. 4 и 5. Здесь A—горизонтальный круг, отсчеты по которому берутся при помощи микроскопов B; I—труба для наблюдений по способу автоколлимации; C—домик для магнита m, D—аретирующее приспособление, укрепленное в основании трубки, внутри которой проходит нить, поддерживающая магнит m. В верхней части этой трубки имеется головка F, с которой скреплена нить. Отклоняющие (вспомогательные) магниты помещаются на лагерах M_1 и M_2; ориентировка магнита на них определяется по специальным кругам с отсчетами при помощи микроскопов a и b. Наблюдения склонения ведутся при помощи того же теодолита, либо устанавливается специальный деклинатор, конструкция к-рого в общих чертах такая же, как и описанного прибора, но без приспособлений для отклонений. Для определения места истинного севера на азимутальном круге пользуются специально выставленной мерой, истинный азимут которой определяется при помощи астрономических или же геодезических измерений.

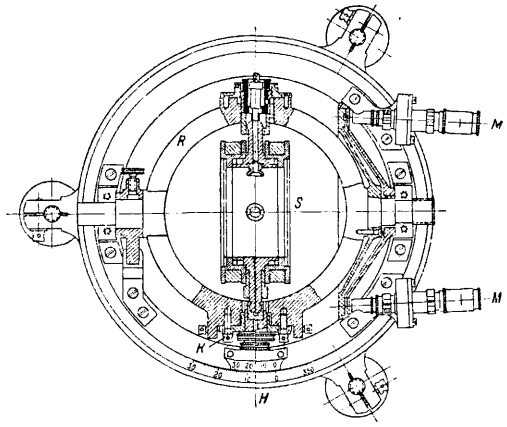


Фиг. 4 и 5.

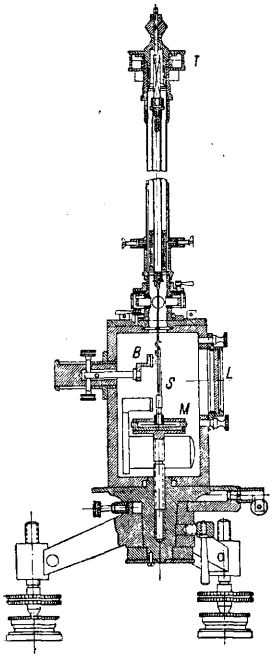
Земной индуктор (инклинатор) для определения наклонения изображен на фиг. 6 и 7. Сдвоенная катушка S может вращаться около оси, лежащей на подшипниках, укрепленных в кольце R. Положение оси вращения катушки определяется по вертикальному кругу V при помощи микроскопов M, M. H—горизонтальный круг, служащий для установок оси катушки в плоскости магнитного меридиана, K—коммутатор для преобразования переменного тока, получаемого при вращении катушки, в ток постоянный. От зажимов этого коммутатора ток подается на чувствительный гальванометр с сатазированной магнитной системой.

Вариометр H изображен на фиг. 8. Внутри небольшой камеры подвешен на кварцевой нити или на бифиляре магнит M. Верхняя точка крепления нити находится вверху трубки подвеса и связана с могущей вращаться около вертикальной оси головкой T. Неразрывно с магнитом скреплено зеркальце S, на которое падает луч света из осветителя регистрирующего аппарата. Рядом с зеркальцем укреплено неподвижное зеркальце B, назначение к-рого прочерчивать на магнитограмме базисную линию. L—линза, дающая на барабане регистрирующего аппарата изображение щели осветителя. Перед барабаном установлена цилиндрич. линза, сводящая это изображение в точку. Т. о. запись на фотобумаге, навернутой на барабан, производится перемещением по образующей барабана светового пятна от луча света, отраженного от зеркальца S. Конструкция вариометра D в деталях такая же, как и описанного прибора, за исключением ориентировки магнита M по отношению к зеркальцу S. Вариометр Z (фиг. 9) в существенных чертах состоит из магнитной системы, колеблющейся около горизонтальной оси. Система заключена внутри камеры *1*, которая имеет в передней своей части отверстие, закрытое линзой *2*. Колебания магнитной системы записываются регистратором благодаря зеркальцу, которое скреплено с системой. Для построения базисной линии служит неподвижное зеркальце, расположенное рядом с подвижным. Общее расположение вариометров при наблюдениях изображено на фиг. 10. Здесь R—регистрирующий аппарат, U—его часовой механизм, который вращает барабан W с светочувствительной бумагой, l—цилиндрич. линза, S—осветитель, H, D, Z—вариометры для соответствующих элементов земного магнетизма. В вариометре Z буквами L, M и t обозначены соответственно линза, зеркало, связанное с магнитной системой, и зеркало, скрепленное с приспособлением для регистрации $t°$. В зависимости от тех специальных задач, в разрешении которых принимает участие О., ее дальнейшее оборудование носит уже специальный характер.

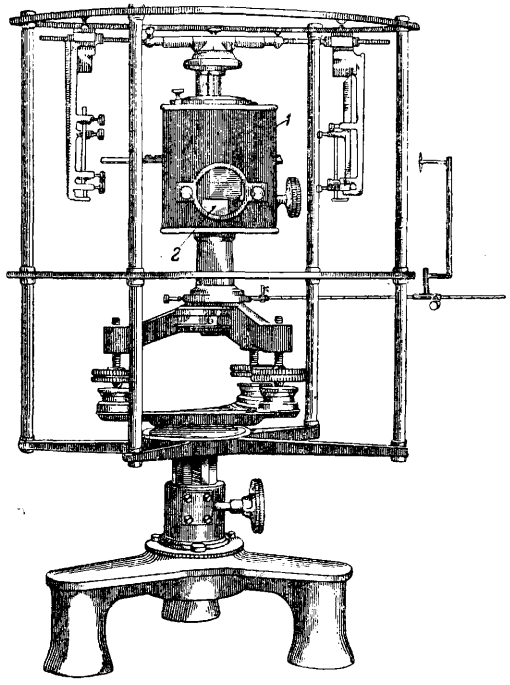




Фиг. 6 и 7.



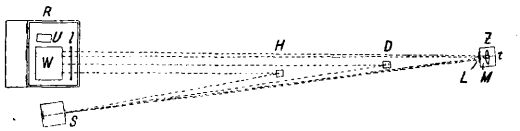
Фиг. 8.



Фиг. 9.

Надежная работа геомагнитных приборов требует особых условий в смысле отсутствия возмущающих магнитных полей, постоянства $t°$ и проч.; поэтому магнитные О. выносят далеко за город с его электрич. установками и устраивают т. о., чтобы гарантировать желательную степень постоянства $t°$. Для этого павильоны, где производятся маг-

нитные измерения, строятся обыкновенно с двойными стенами и отопительная система располагается по коридору, образованному внешними и внутренними стенами здания.



Фиг. 10.

В целях исключения взаимного влияния вариационных приборов на нормальные, те и другие устанавливаются обыкновенно в разных павильонах, несколько удаленных друг от друга. При постройке таких зданий д. б. обращено особенное внимание на то, чтобы внутри них и поблизости не оказалось никаких железных масс, в особенности перемещающихся. В отношении электропроводки д. б. соблюдены условия, гарантирующие отсутствие магнитных полей электрич. тока (бифилярная проводка). Близость сооружений, создающих механич. сотрясения, является недопустимой.

Поскольку магнитная О. является основным пунктом для изучения магнитной жизни земли, совершенно естественным является требование б. или м. равномерного распределения их на всей поверхности земного шара. В настоящий момент это требование удовлетворено только приблизительно. Помещенная ниже таблица, представляющая список магнитных О., дает представление о степени выполнения этого требования.

В таблице курсивом обозначено среднее годовое изменение элемента земного магнетизма, обусловленное вековым ходом. Наиболее богатый материал, собранный магнитными О., заключается в изучении временных вариаций геомагнитных элементов. Сюда относятся суточный, годовой и вековой ход, а также и те внезапные изменения в магнитном поле земли, которые получили название **магнитных бурь**. В результате изучения суточных вариаций явилось возможным выделить в них влияние поло-

Список магнитных обсерваторий по Бартельсу. [*]

Название обсерватории	φ	λ	Год	Склонение	H	Z
Маточкин шар (Новая Земля)	73,3°	56,2°	1923	+20°35′	0,09520	0,54270
Sodankylä (Финляндия)	67,4°	26,6°	1922	+1°22′,6+*9,3*	0,12561−*44*	0,49187−*1*
Godhavn (Гренландия)	64,2°	308,3°	—	—	—	—
Lerwick (Шетланд. о-ва)	60,1°	358,8°	1923	−15°44′,5	0,14655	0,46652
Слуцк (б. Павловск)	59,7°	30,5°	1925	+3°25′,3+*9,2*	0,15770−*48*	0,47000+*30*
Sitka (Аляска)	57,0°	224,7°	1925	+30°27′,2−*1,5*	0,15524−*12*	0,55488−*31*
Свердловск (б. Екатеринбург)	56,8°	60,6°	1925	+11°1′,0+*0,2*	0,16513−*65*	0,50974+*32*
Rude Skov (Копенгаген)	55,8°	12,4°	1924	−7°10′,4+*12,2*	0,17053−*20*	0,44621+*6*
Казань	55,8°	48,8°	1924	+8°53′,5+*3,1*	0,17310−*57*	0,47888+*69*
Кучино (Москва)	55,8°	38,0°	1925	+6°17′,6	0,18042	0,46337
Eskdalemuir (Шотландия)	55,3°	356,8°	1923	−16°13′,8+*12,0*	0,16676−*4*	0,44954−*58*
Meanook (Канада)	54,6°	246,6°	1925	−27°10′,7+*7,0*	0,12852−*14*	0,59934−*50*
Stonyhurst	53,8°	357,5°	1925	−14°53′,4+*11,9*	0,17263−*13*	0,44282+*1*
Зуя (Иркутск)	52,5°	104,0°	1920	+1°2′,3−*4,6*	0,19277−*30*	0,56337−*45*
Potsdam	52,4°	13,1°	1926	−6°20′,6+*12,4*	0,18503−*29*	0,42982+*31*
Seddin	52,3°	13,0°	1925	−6°34′,7+*12,1*	0,18570−*19*	0,42938+*16*
Swider (Варшава)	52,1°	21,2°	1924	−2°58′,0+*11,5*	0,18645−*29*	0,42294+*43*
De Bilt (Утрехт)	52,1°	5,2°	1925	−10°25′,4+*12,9*	0,18359−*13*	0,43026+*2*
Valencia (Ирландия)	51,9°	349,8°	1923	−18°46′,5+*10,5*	0,17852+*3*	0,44242−*47*
Abinger (до 1925 г. Гринич)	51,2°	359,6°	1925	−13°10′,0+*12,8*	0,18413−*13*	0,43081−*31*
Uccle (Брюссель)	50,8°	4,3°	1917	−12°19′,2+*9,4*	0,18964−*9*	0,42684−*10*
Val Joyeux (Париж)	48,8°	2,0°	1923	−12°20′,2+*11,3*	0,19664+*3*	0,41504−*13*
O'Gyalla (Пешт)	47,9°	18,2°	1918	−5°21′,9+*8,0*	0,20917−*24*	—
Pola	44,9°	13,8°	1922	−6°28′,0	0,22090	0,38591
Agincourt (Торонто)	43,8°	280,7°	1925	−7°9′,7−*3,9*	0,15727−*25*	0,57628−*105*
Тифлис (Карсань)	41,7°	44,6°	1913	+3°9′,1+*6,0*	0,25217−*38*	0,37612+*67*
Ebro (Tortosa)	40,8°	0,5°	1925	−11°8′,8+*11,4*	0,23367+*8*	0,36642−*36*
Coimbra	40,2°	351,6°	1923	−14°54′,2+*10,5*	0,23110+*14*	0,37433+*64*
Cheltenham (Вашингтон)	38,7°	283,2°	1924	−6°35′,8−*3,8*	0,18927−*49*	0,54920−*98*
San Miguel (Азорские о-ва)	37,8°	334,4°	1920	−19°24′,9+*5,5*	0,23123+*18*	0,20759−*65*
San Fernando (Cadiz)	36,5°	353,8°	1925	−13°15′,1+*8,4*	0,25032+*16*	—
Kakioka (Токио)	36,2°	140,2°	1916	−5°17′,6−*2,0*	0,29743−*9*	0,34859−*4*
Tsingtau	36,1°	120,3°	1920	−4°12′,9−*3,0*	0,30817+*5*	0,39610−*3*
Tucson (Аризона)	32,2°	249,2°	1925	−13°,45′,3−*1,1*	0,26687−*58*	0,45323−*63*
Lukiapang (Зикавей, Шанхай)	31,3°	121,0°	1920	−3°21′,4−*1,4*	0,33175−*12*	0,33773−*17*
Dehra-Dun (Брит. Индия)	30,3°	78,0°	1923	+1°38′,6−*4,6*	0,32926−*1*	0,33168+*77*
Heluan (Египет)	29,9°	31,3°	1920	−1°23′,7+*6,9*	0,29956+*15*	0,26236+*61*
Honolulu	21,3°	201,9°	1925	+10°1′,8+*1,6*	0,28708−*37*	0,23607−*11*
Toungoo	18,9°	96,4°	1922	−0°29′,7−*2,9*	0,39156+*24*	0,16717+*13*
Alibagh (Бомбей)	18,6°	72,9°	1924	+0°4′,6−*3,3*	0,37061+*44*	0,17453+*77*
Vieques (Порторико)*	18,2°	294,6°	1923	−4°8′,3−*7,4*	0,27629−*66*	0,34902+*20*
Antipolo (Манила)	14,6°	121,2°	1922	+0°32′,3−*1,9*	0,38116−*0*	0,11002−*26*
Buitenzorg (Батавия)	−6,6°	106,8°	1925	+0°53′,1+*0,2*	0,36834+*13*	−0,23130−*57*
Huangayo (Перу)	−12,0°	284,7°	1926	+7°55′,5−*5,6*	0,29725−*25*	+0,00604+*72*
Samoa (Apia)	−13,8°	188,2°	1924	+10°19′,2+*3,0*	0,35249−*1*	−0,20453−*12*
Mauritius	−20,1°	57,6°	1925	−11°9′,6−*9,9*	0,22906−*37*	−0,29867+*73*
Vassouras (Рио-де-Жанейро)	−22,4°	316,4°	1923	−11°42′,8−*8,7*	0,24407−*24*	−0,06950−*66*
Watheroo (Зап. Австралия)	−30,3°	115,9°	1924	−4°18′,3+*1,2*	0,24750−*27*	−0,50941−*27*
Pilar (Аргентина)	−31,7°	296,1°	1923	+7°23′,1−*8,8*	0,25139−*39*	−0,12066+*25*
Toolangi (Мельбурн)	−37,5°	145,5°	1924	+8°10′,0	0,22986	−0,56076
Christchurch (Нов. Зеландия)	−43,5°	172,6°	1925	+17°21′,1+*4,7*	0,22166−*22*	−0,55522−*14*

* С 1926 г. перенесена на Сан-Хуан (φ=18,4°; λ=293,9°).

жения солнца и луны по отношению к месту наблюдения и установить роль этих двух космич. тел в суточных изменениях геомагнитных элементов. Основной причиной вариаций является солнце; влияние луны не превышает $^1/_{15}$ действия первого светила. Амплитуда суточных колебаний в среднем имеет величину порядка 50 γ (γ=0,00001 гаусса, см. *Земной магнетизм*), т. е. около 1/1000 полного напряжения; она меняется в зависимости от географич. широты места наблюдения и в сильной степени зависит от времени года. Как правило, амплитуда суточных вариаций летом больше, чем зимой. Изучение распределения во времени магнитных бурь привело к констатированию связи их с деятельностью солнца. Количество бурь и их интенсивность совпадают по времени с количеством солнечных пятен. Это обстоятельство позволило Штормеру создать теорию, объясняющую возникновение магнитных бурь проникновением в верхние слои нашей атмосферы электрич. зарядов, выбрасываемых солнцем в периоды наибольшей его активности, и параллельным образованием кольца движущихся электронов на значительной высоте, почти за пределами атмосферы, в плоскости земного экватора.

Лит.: [1]) Handbuch der Experimentalphysik, hrsg. v. W. Wien u. F. Harms, B. 25, T. 1, p. 588—589, Leipzig, 1928.—«Terrestrial Magnetism a. Atmospheric Electricity, Baltimore, USA. 1896—1930; «Zeitschrift für Geophysik», Braunschweig, 1924—30; Wagners Geographisches Jahrbuch, Gotha, 1926. См. также *Земной магнетизм*.

А. Заборовский.

Метеорологическая О.

О. метеорологическая, высшее научное учреждение для изучения вопросов, связанных с физич. жизнью земли в самом широком смысле. Эти О. в настоящее время занимаются не только чисто метеорологич. и климатологич. вопросами и службой погоды, но и вносят в круг своих задач вопросы *земного магнетизма* (см.), *атмосферного электричества* (см.) и атмосферной оптики; на нек-рых О. ведутся даже наблюдения сейсмические. Поэтому такие О. носят более широкое наименование—геофизические О. или ин-ты.

Собственные наблюдения О. в области *метеорологии* (см.) имеют в виду давать строго научный материал наблюдений, производимых над метеорологич. элементами, необходимый для целей *климатологии* (см.), службы *погоды* (см.) и удовлетворения ряда практических запросов на основе записей самопишущих приборов с непрерывной регистрацией всех изменений в ходе метеорологич. элементов. Непосредственные наблюдения в определенные срочные часы производятся над такими элементами, как давление воздуха (см. *Барометр*), темп-ра (см. *Термометр*) и влажность его (см. *Влажность воздуха* и *Гигрометр*), над направлением и скоростью ветра (см. *Анемометр*), солнечным сиянием, *атмосферными осадками* (см.) и *испарением* (см.), снеговым покровом, $t°$ почвы и другими атмосферными явлениями по программе рядовых метеорологич. станций 2-го разряда. Помимо этих программных наблюдений на метеорологич. О. производятся контрольные наблюдения, а также проводятся исследования методологич. характера, выражающиеся в установлении и испытании новых методов наблюдений над явлениями, как уже отчасти изученными, так и вовсе не изученными. Наблюдения О. должны быть продолжительными, чтобы из них иметь возможность сделать ряд выводов для получения с достаточной точностью средних «нормальных» величин, для определения величины непериодич. колебаний, свойственных данному месту наблюдений, и для определения закономерности в ходе этих явлений со временем.

Кроме производства собственных метеорологич. наблюдений одной из крупных задач О. является изучение всей страны в целом или отдельных областей ее в физич. отношении и гл. обр. с точки зрения климата. Наблюдательный материал, поступающий с сети метеорологич. станций в О., подвергается здесь детальному изучению, контролю и тщательной проверке, чтобы отобрать наиболее доброкачественные наблюдения, к-рые уже могут пойти для дальнейшей проработки. Первоначальные выводы из этого проверенного материала публикуются в изданиях О. Такие издания по сети станций быв. России и СССР охватывают наблюдения, начиная с 1849 года [1]. В этих изданиях публикуются гл. обр. выводы из наблюдений, и только для незначительного числа станций наблюдения печатаются полностью.

Остальной обработанный и проверенный материал хранится в архиве О. В результате глубокой и тщательной проработки этих материалов время от времени появляются различные монографии, или характеризующие методику обработки или касающиеся разработки отдельных метеорологич. элементов.

Одной из специфич. особенностей деятельности О. является особая служба предсказаний и оповещений о состоянии погоды. В настоящее время служба эта выделена из состава Главной геофизич. О. в виде самостоятельного ин-та—Центральное бюро погоды. Чтобы показать развитие и достижения нашей службы погоды, ниже приведены данные о числе принятых в Бюро погоды за сутки телеграмм, начиная с 1917 г.

Годы	1917	1918	1919	1920	1921
Внутренних телеграмм	135	90	11	17	38
Иностр. радиосводок	57	28	0	8	7

Годы	1922	1923	1924	1925	1926	1927
Внутренних телеграмм	64	97	149	160	206	222
Иностран. радиосводок	28	63	157	185	215	234

В настоящее время Центральное бюро погоды получает до 700 одних только внутренних телеграмм кроме сводок. Помимо этого здесь же проводятся крупные работы по улучшению методов предсказывания погоды. Что касается степени удачности краткосрочных предсказаний, она определяется в 80—85%. Помимо краткосрочных прогнозов в настоящее время разработаны методы и даются долгосрочные предсказания общего характера погоды на предстоящий сезон

или на небольшие периоды, или детальные предсказания по отдельным вопросам (вскрытия и замерзания рек, половодий, гроз, метелей, градобития и пр.).

Для того чтобы наблюдения, производящиеся на станциях метеорологич. сети, были сравнимы между собой, необходимо, чтобы приборы, по к-рым производятся эти наблюдения, были сравнены с «нормальными» эталонами, принятыми на международных съездах. Задача проверки приборов разрешается специальным отделом О.; на всех станциях сети применяются только приборы, проверенные на О. и снабженные особыми сертификатами, дающими или поправки или постоянные для соответствующих приборов при данных условиях наблюдений. Помимо этого в тех же целях сравнимости результатов непосредственных метеорологич. наблюдений на станциях и О. наблюдения эти должны производиться в строго определенные сроки и по определенной программе. В виду этого О. издает специальные инструкции для производства наблюдений, перерабатываемые от времени до времени на основании опытов, прогресса науки и в соответствии с постановлениями международных съездов и конференций. Обсерваторией же вычисляются и издаются специальные таблицы для обработки метеорологич. наблюдений, производимых на станциях.

Кроме метеорологических ряд О. ведет также актинометрич. исследования (см. *Актинометрия*) и систематич. наблюдения над напряженностью солнечной радиации (см. *Пиргелиометр*), над диффузной радиацией и над собственным излучением земли. В этом отношении заслуженную известность имеет О. в Слуцке (б. Павловск), где сконструировано не малое число приборов как для непосредственных измерений, так и для непрерывных автоматических записей изменений различных элементов излучения (актинографы), и здесь установлены эти приборы для работы ранее, чем на О. других стран. В некоторых случаях ведутся исследования по изучению энергии в отдельных участках спектра помимо интегрального лучеиспускания. Вопросы, связанные с *поляризацией света* (см.), также составляют предмет специального изучения О.

Научные полеты на *аэростатах* (см.) и свободных воздушных шарах, производимые многократно для проведения непосредственных наблюдений над состоянием метеорологич. элементов в свободной атмосфере, хотя и доставили ряд весьма ценных данных для познания жизни атмосферы и законов, управляющих ею, тем не менее эти полеты имели лишь весьма ограниченное применение в повседневной жизни вследствие значительных затрат, связанных с ними, а также и трудностью достижения больших высот. Успехи авиации предъявляли настойчивые требования к выяснению состояния метеорологич. элементов и гл. обр. направления и скорости ветра на различных высотах в свободной атмосфере и т. о. выдвинули значение аэрологических исследований (см. *Аэрология*). Были организованы особые ин-ты, выработаны специальные методы подъема самопишущих приборов различных конструкций, к-рые поднимаются на высоту на воздушных змеях (см. *Змей воздушный*) или с помощью особых резиновых шаров, наполненных водородом. Записи таких самописцев дают информацию о состоянии давления, t° и влажности, а также о скоростях движения воздуха и направлении на различных высотах в атмосфере (см. *Метеорограф*). В случае, когда требуются сведения только о ветре в различных слоях, производятся наблюдения над небольшими шарами-пилотами, свободно выпускаемыми из места наблюдения. В виду огромного значения таких наблюдений для целей воздушного транспорта, О. организуется целая сеть аэрологич. пунктов; обработка результатов произведенных наблюдений, а также решение ряда задач теоретич. и практич. значения, касающихся движения атмосферы, проводятся на О. Систематич. наблюдения на высокогорных О. также дают материал для познания законов циркуляции атмосферы. Помимо этого такие высокогорные О. имеют значение в вопросах, касающихся питания рек, берущих начало с ледников, и связанных с этим вопросов ирригации, что важно в полупустынных климатах, напр. в Ср. Азии.

Переходя к наблюдениям над элементами атмосферного электричества, проводимым на О., необходимо указать, что они имеют непосредственную связь с радиоактивностью и кроме того имеют известное значение в развитии с.-х. культур. Цель этих наблюдений заключается в измерении радиоактивности и степени *ионизации* (см.) воздуха, а также в определении электрич. состояния осадков, выпадающих на землю. Всякие нарушения, происходящие в электрич. поле земли, вызывают нарушения в беспроволочной, а иногда даже и в проволочной связи. О., расположенные в приморских пунктах, в программу своих работ и исследований включают изучение гидрологии моря, наблюдения и прогнозы о состоянии моря, что имеет непосредственное значение для целей морского транспорта.

Кроме получения наблюдательного материала, обработки его и возможных выводов во многих случаях представляется необходимым подвергнуть экспериментальному и теоретич. изучению наблюдаемые в природе явления. Отсюда вытекают задачи лабораторного и математич. исследования, проводимые О. В условиях лабораторного опыта иногда удается воспроизвести то или иное атмосферное явление, всесторонне изучить условия возникновения и причины его. В этом отношении можно указать на работы, проведенные в Главной геофизич. О., напр. по изучению явления *донного льда* (см.) и определению мер борьбы с этим явлением. Точно так же в лаборатории О. подвергался изучению вопрос о скорости охлаждения нагретого тела в воздушном потоке, что имеет прямую связь с разрешением проблемы переноса тепла в атмосфере. Наконец математич. анализ находит себе широкое применение при решении ряда вопросов, связанных с процессами и различными явлениями, имеющими место в атмосферных условиях, напр. циркуляция, турбулентное движение и пр.

В заключение дадим перечень О., находящихся в СССР. На первом месте надо поставить Главную геофизич. О. (Ленинград), основанную в 1849 г.; рядом с ней в качестве ее загородного филиала—О. в Слуцке. Учреждения эти выполняют задачи в масштабе всего Союза. Помимо них ряд О. с функциями республиканского, областного либо краевого значения: Геофизич. ин-т в Москве, Ср.-азиатский метеорологич. институт в Ташкенте, Геофизич. О. в Тифлисе, Харькове, Киеве, Свердловске, Иркутске и Владивостоке, организуемые Геофизич. ин-ты в Саратове для Нижне-Волжского края и в Новосибирске для З. Сибири. Имеется ряд О. на морях—в Архангельске и вновь организуемая О. в Александровске для северного бассейна, в Кронштадте—для Балтийского моря, в Севастополе и Феодосии—для Черного и Азовского морей, в Баку—для Каспийского моря и во Владивостоке—для Тихого океана. Ряд бывших ун-тов также имеют в своем составе О. с крупными работами в области метеорологии и вообще геофизики—казанский, одесский, киевский, томский. Все эти О. не только ведут наблюдения в одном пункте, но и организуют экспедиционные исследования или самостоятельного или комплексного характера по различным вопросам и отделам геофизики, чем в значительной мере содействуют изучению производительных сил СССР.

Лит.: 1) Свод наблюдений, произведенных в Главной физической и подчиненных ей обсерваториях, СПБ, 1849—64; Летописи Главной физической обсерватории, СПБ, ab 1865; Летописи Главной геофизич. обсерватории, Л., ab 1925.—Главная геофизич. обсерватория к десятилетию Октябрьской революции, Л., 1927; Рыкачев М. А., Историч. очерк Главной физической обсерватории за 50 лет ее деятельности 1849—1899, СПБ, 1899; Обзор деятельности Главной физической обсерватории, Л., 1925; Аскинази В. О., Главная геофизич. обсерватория, ее задачи и деятельность до Октябрьской революции и в десятилетие 1917—1927, Л., 1927; Савинов С., Очерк деятельности Магнитно-метеорологической обсерватории в Слуцке за 50 лет 1879—1927, Л., 1927. **В. Пришлецов.**

Сейсмическая О.

О. сейсмическая служит для регистрации и изучения землетрясений (см. *Сейсмология*). Основным прибором в измерительной практике землетрясений является *сейсмограф* (см.), автоматически записывающий всякое сотрясение, к-рое происходит в определенной плоскости. Поэтому серия из трех приборов, два из которых—горизонтальные маятники, улавливающие и записывающие те компоненты движения или скорости, которые совершаются в направлении меридиана (NS) и параллели (EW), а третий—вертикальный маятник для записи вертикальных смещений,—необходима и достаточна для решения вопроса о месте эпицентральной области и о характере происшедшего землетрясения. К сожалению большинство сейсмич. станций снабжается инструментами только для измерения горизонтальных компонентов. Общая организационная структура сейсмич. службы в СССР заключается в следующем. Во главе всего дела стоит Сейсмический институт, находящийся в составе Академии наук СССР в Ленинграде. Последний руководит научной и практич. деятельностью наблюдательных пунктов—сейсмич. О. и различных станций, находящихся в отдельных областях страны и производящих наблюдения по определенной программе. Центральная сейсмич. О. в Пулкове с одной стороны занимается производством регулярных и непрерывных наблюдений над всеми тремя составляющими движения земной коры посредством нескольких серий самопишущих приборов, с другой стороны на ней производится сравнительное изучение аппаратов и методов обработки сейсмограмм. Помимо этого на основе собственного изучения и опыта здесь производится инструктаж других станций сейсмической сети. В соответствии со столь важной ролью, какую играет эта О. в деле изучения страны в сейсмическом отношении, она имеет специально устроенный подземный павильон, так чтобы все внешние эффекты—температурные изменения, колебания здания под влиянием ударов ветра и т. п.—были устранены. Одна из зал этого павильона изолирована от стен и пола общего здания и в ней расположены наиболее ответственные серии приборов очень большой чувствительности. В практике современной сейсмометрии крупное значение имеют приборы, сконструированные академиком Б. Б. Голицыным. В приборах этих движение маятников может регистрироваться не механически, а при помощи т. наз. гальванометрической регистрации, при к-рой происходит изменение электрич. состояния в катушке, перемещающейся вместе с маятником сейсмографа в магнитном поле сильного магнита. Посредством проводов каждая катушка соединена с гальванометром, стрелка которого колеблется вместе с перемещением маятника. Зеркало, скрепленное со стрелкой гальванометра, позволяет следить за происходящими изменениями прибора или непосредственно или при помощи фотографич. регистрации. Т. о. нет необходимости входить в залу с приборами и тем нарушать токами воздуха равновесие в приборах. При такой установке приборы могут иметь весьма большую чувствительность. Помимо указанных, на О. работают все время сейсмографы с механической регистрацией. Конструкция их более грубая, чувствительность значительно меньшая, и с помощью этих приборов представляется возможность контролировать, а главное восстанавливать записи приборов высокой чувствительности в случае различного рода неудач. На центральной О. помимо текущей работы проводятся также многочисленные специальные исследования научного и прикладного значения.

О. или станции 1-го разряда предназначаются для регистрации отдаленных землетрясений. Они снабжены приборами достаточно высокой чувствительности, причем в большинстве случаев на них устанавливают один комплект приборов для трех составляющих движения земли. Синхронная запись показаний этих приборов дает возможность определить угол выхода сейсмич. лучей, а по записям вертикального маятника можно решить вопрос о характере волны, т. е. определить, когда подходит волна сжатия или разрежения. Нек-рые из этих станций еще до сего времени имеют приборы для механич. регистрации, т. е. менее чувстви-

тельные. Ряд станций помимо общих занимается решением местных вопросов существенно практич. значения, например в Макеевке (Донбасс) по записям приборов можно найти связь между сейсмич. явлениями и выходами рудничных газов; установки в Баку дают возможность определить влияние сейсмич. явлений на режим нефтяных источников и пр. Все эти О. издают самостоятельные бюллетени, в к-рых помимо общих сведений о положении станции и об инструментах даются информации о землетрясениях с указанием моментов наступления волн различного порядка, последовательных максимумов в главной фазе, вторичных максимумов и пр. Помимо этого сообщаются данные о собственных смещениях почвы во время землетрясений.

Наконец наблюдательные сейсмические пункты 2 разряда предназначаются для записи землетрясений не особенно отдаленных или даже местных. В виду этого станции эти располагаются гл. обр. в областях сейсмических, какими у нас в Союзе являются Кавказ, Туркестан, Алтай, Байкал, полуо-в Камчатка и о. Сахалин. Станции эти снабжены тяжелыми маятниками с механич. регистрацией, имеют специальные полуподземного типа павильоны для установок; на них определяются моменты наступления волн первичных, вторичных и длинных, а также расстояние до эпицентра. Все эти сейсмич. О. несут также службу времени, т. к. наблюдения по приборам оцениваются с точностью до немногих секунд.

Из других вопросов, к-рыми занимаются специальные О., укажем на изучение лунно-солнечных притяжений, т. е. приливо-отливных движений земной коры, аналогичных явлениям прилива и отлива, наблюдаемым в море. Для этих наблюдений была построена между прочим специальная О. внутри холма под Томском, и здесь установлены 4 горизонтальных маятника сист. Целльнера в 4 различных азимутах. При помощи специальных сейсмич. установок велись наблюдения над колебанием стен зданий под влиянием работы дизелей, наблюдения над колебаниями устоев мостов, особенно железнодорожных, во время движения по ним поездов, наблюдения над режимом минеральных источников и пр. В последнее время сейсмические О. предпринимают специальные экспедиционные наблюдения в целях изучения расположения и распределения подземных пластов, что имеет большое значение при поисках полезных ископаемых, особенно если наблюдения эти сопровождаются гравиметрическими работами. Наконец важной экспедиционной работой сейсмич. О. является производство нивелировок высокой точности в местностях, подвергающихся значительным сейсмич. явлениям, потому что повторные работы в этих областях дают возможность точно определить величины горизонтальных и вертикальных смещений, происшедших в результате того или иного землетрясения, и дать прогноз для дальнейших смещений и явлений землетрясений.

Лит.: «Известия постоянной центральной сейсмической комиссии», Л.; Gutenberg B., Lehrbuch d. Geophysik, B., 1926—29; Gutenberg B., Grundlagen d. Erdbebenkunde, B., 1927. **В. Пришлецов.**

ОБСИДИАН, вулканическое стекло, стекловатая разность (липаритов и кварцевых порфиров) гранитовой магмы, выделяющаяся отдельными участками в лавах или в рыхлых продуктах вулканич. выбросов (в песках и пеплах). В отличие от пехштейна (смоляного камня—тоже вулканич. стекла) не содержит воды. Цвет черный, серый до серебристого, бурокрасный; излом раковистый—осколки с острыми краями; хрупок; уд. в. 2,35—2,5; тв. 6; $t°_{пл.}$ок. 1 500°; перед паяльной трубкой вспучивается (выделяются газы, содержавшиеся в О.) и сплавляется в стекло или непрозрачную массу (эмалевидную). Химич. анализ закавказского О. (г. Кетан-Даг): 74,23% SiO_2; 13,88% Al_2O_3; 0,96% Fe_2O_3; 0,75% FeO; 0,15% MgO; 0,92% CaO; 4,68% Na_2O; 5,01% K_2O. Возможно получить обсидиан и искусственно—расплавив и быстро охладив гранит (липарит). При отжиге при 1 000—1 200° в О. появляются нитевидные выделения кристаллитов (микролитов); при продолжительном, медленном охлаждении масса выкристаллизовывается с выделением тридимита и фельдшпатитов (лейцита и нефелина). В СССР встречается в Армении возле г. Эривани и в Забайкальской области. Применяется как красивый поделочный материал. См. *Драгоценные камни.*

Лит.: Zusammenhang der Brechungsexponenten natürlicher Gläser mit ihrem Chemismus, «Tschermaks mineralogische u. petrographische Mitteilungen», W., 1904, B. 23, p. 536. **П. Топольницкий.**

ОБТЮРАТОР, см. *Производство артиллерийских орудий.*

ОБУВНЫЕ МАШИНЫ. Начало механизации производства обуви относится к концу 18 века; в настоящее время бо́льшая часть всех операций, в том числе наиболее сложные и ответственные, как например затяжка, механизирована.

Сложный технологический процесс пошивки обыкновенного хромового ботинка по подсчетам америк. инженеров [1] м. б. разделен на 210 элементарных операций. Из них 174 (83%) операции производятся на различного рода машинах и 36 (17%) операций—вручную. Для производства машинных операций существует до 150 отдельных типов машин, выполняющих каждая особую операцию. Всего же для пошивки разных видов обуви существует до 300 видов машин. На наших ф-ках производство расчленено на меньшее количество отдельных операций, и ручные операции составляют несколько бо́льший процент, чем указано выше, но механизация производства развивается, и вероятно недалеко то время, когда все операции будут механизированы, за исключением разве технич. контроля, хотя надо сказать, что имеются попытки ввести механизацию и в этой области. В отношении же сложности конструкции и управления О. м. весьма разнообразны: наряду с машинами, работу на которых можно поручить подросткам, имеются машины, требующие от рабочего большого искусства и уменья управлять машиной.

Обувное производство. В настоящее время обувь производится как ручным, так и механич. способами. Важной частью в производстве является затяжная колодка, от к-рой обувь получает размеры, фасон, при-

способленность к ноге. Поэтому задачей при организации обувного предприятия является выбор правильно построенной затяжной колодки. Отдельные приемы работ и их механич. последовательность в ручном и механич. производствах приблизительно одинаковы, но в первом случае они совершаются инструментом вручную, а во втором случае такой же инструмент приводится в действие специальной машиной. Обувь в большинстве случаев изготовляется из кожи; последняя поступает в производство с кожевенных заводов в виде цельных кож. Обувь состоит из верха, или заготовки, и низа, или подошвенных частей. Кожи для заготовки должны обладать мягкостью и тонкостью, а кожи для низа, наоборот, должны быть толстыми и сравнительно жесткими. В соответствии с этим кожевенные з-ды вырабатывают: 1) мягкий, или верхний, товар для заготовки и 2) твердый, или жесткий, товар для низа обуви, подошвенных ее частей. Кожевенный товар, поступая на обувное предприятие, прежде всего подвергается раскрою. Из подошвенного товара выкраиваются подошвенные комплекты, из мягкого товара заготовочные комплекты.

Подошвенный комплект. Подошвенный комплект одинаков почти для всех видов обуви. Комплект состоит из 12 частей: подошвы, набойки, стельки, задника, обводки на подошву, фликов, кранца на флики, закладки, ранта, простилки, геленчика и подметки. Из них закладки и подметка бывают далеко не у каждой обуви, нек-рые из частей имеют вспомогательное значение, как обводки, флики, а некоторые являются основными, от к-рых зависит носкость обуви, например подошва, стелька, набойка. Все эти части д. б. выкроены из подошвенной кожи и надлежащим образом подготовлены для соединения их с заготовкой. В последнее время такой дорогой материал, как кожу, заменяют суррогатами, часто не влияющими на прочность обуви. К числу таких суррогатов относятся резиновые пластины для подошв и набоек, гранитол для задников, картон для простилки, геленчиков и задников. Эти материалы тоже должны быть раскроены и надлежащим образом подготовлены.

Заготовочный комплект. Состав заготовочного комплекта зависит от фасона заготовки. В настоящее время в производстве наиболее употребительны следующие фасоны. 1) Сапоги одношовные прикройные и цельные. 2) Штиблеты, или ботинки: а) на шнурках, б) на пуговицах и в) на резинках; кроме того каждый из видов ботинок м. б. с отрезной или круговой союзкой, а самая союзка м. б. цельная или с накладным носком впереди и с наставными крыльями или задниками сзади. 3) Полуботинки и туфли; в этом роде обуви бесконечное разнообразие фасонов, и потому количество отдельных частей учесть нельзя. Однако основные части, составляющие заготовку, те же, что и у ботинок, но применяются они в различных вариациях, в зависимости от вкуса моделера. Чтобы выявить состав заготовочного комплекта, возьмем для примера два вида обуви: 1) сапог и 2) штиблет или ботинок. Но т. к. тот и другой вид обуви бывает в разных вариациях, то определим их более точно. 1) Сапог одношовный прикройный с поднарядом и со стрелкой. Заготовочный комплект разделим на две группы:

Верх		Подкладка	
Голенища	2 ч.	Подклейка, или подпушка	2 ч.
Головки или переда	2 »	Ушки	4 »
		Стрелки (задние внутр. ремни)	2 »
		Поднаряд	2 »
		Прошва	2 »
	4 ч.		12 ч.

Итого по линии верха 4 ч., по линии подкладки 12 ч., а всего—16 ч. на 1 пару.

2) Штиблеты на шнурках с отрезной союзкой, накладным носком и задниками.

Верх		Подкладка	
Берец	4 ч.	Полотно	4 ч.
Союзка	2 »	Штаферка	2 »
Накладн. носок	2 »	Задн. внутр. ремень	2 »
Задники	4 »	Подблочник	4 »
Задний нар. ремень	2 »	Междуподкладка	2 »
Язычок	2 »	Боковинки	4 »
Закрепка	2 »	Подкладка под язычок	2 »
		Байка для носла	4 »
		Ушки	2 »
	18 ч.		26 ч.

Итого по линии верха—18 ч.; по линии подкладки—26 ч.; всего—44 ч. на 1 пару заготовок.

Все эти отдельные части заготовочного комплекта должны быть выкроены, подготовлены надлежащим образом и соединены вместе, чтобы образовать т. наз. заготовку. Дальнейшие операции по пошивке обуви заключаются в последовательном присоединении отдельных частей низа к заготовке и к заключительной отделке готовой обуви. В соответствии с этими разнообразными работами и строится обувное предприятие. Каждая обувная фабрика включает следующие подразделения: 1) раскройное отделение по раскрою нижнего товара; 2) отделение подготовки подошвенного комплекта; 3) раскройное отделение по верхнему товару и изготовлению заготовки; 4) отделение пошивочных и отделочных работ.

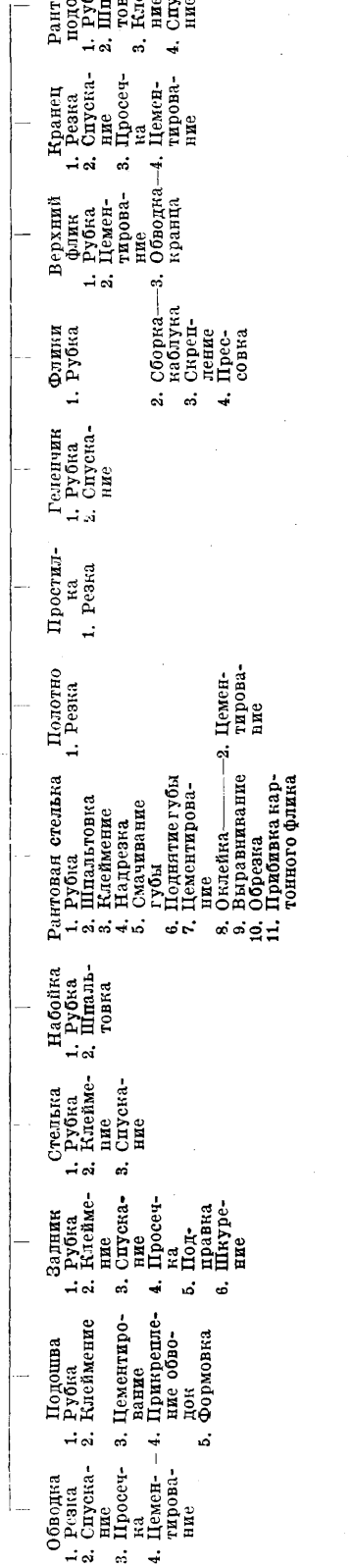
Раскрой нижнего товара. Нижний, или подошвенный, товар поступает на обувные фабрики в целых кожах, полукожах, крупонах и в виде пол и воротков. До недавнего времени под раскроем нижнего товара подразумевали разрезание кож на поперечные ремни или делюжки, ширина которых была равна длине вырубаемого из них полуфабриката. Это разделение на делюжки укоренилось в производстве настолько сильно, что некоторые предприятия не перестают резать кожу и в настоящее время, несмотря на очевидную неэкономичность этого способа. Причина лежит отчасти в традициях, принесенных на фабрику из кустарного производства, а отчасти в неприспособленности оборудования. Несомненно, вырубать из делюжек легче: штамповщику, или вырубщику, указывается самой делюжкой, что из нее надо вырубать. Вырубание же из целых кож не только труднее, но и возлагает на вырубщика новые обязанности—распределение отдельных участков кожи на отдельные полуфабрикаты. Кроме того вырубание из целых кож требует штампов с

большими проходами. Разрезание на делюжки производится или руками или же машиной. Вырубание полуфабрикатов может производиться только механическим путем на штампах. Обычно штампы предназначаются для какого-либо одного вида полуфабриката; в частности выделяют штампы для вырубки фликов, на которые идут в большинстве случаев остатки от вырубки более ответственных частей низа. Вырубленный полуфабрикат соответственным образом подготовляется. Так например подошвы для винтовой обуви вальцуют, шпальтуют, клеймят, снабжают обводкой, формуют, проверяют и увязывают в пачки; в винтовых стельках обводка устраняется, и применяется помимо этого спускание бахтарменного края. Стелька для рантовой обуви подвергается более сложной обработке, часто с оклейкой ее по бахтарме полотном для укрепления губы, которая служит для пришивки ранта. Последовательность работ штамповочного отделения по раскрою и подготовке подошвенного комплекта можно видеть из схемы 1. Крой и подготовка подошвенного комплекта механизированы полностью.

Раскрой верхних кож идет по линии раскроя мостовья (юфть) и по линии раскроя хромовых товаров. Приемы кроя настолько различны, что обыкновенно для них устраиваются разные помещения. Из мостовья получаются юфтовые или яловочные сапоги, полусапоги и ботинки, большей частью на резинках, называемые в некоторых местностях гамашами. Это, так сказать, товар специального назначения; выкрой по преимуществу здесь крупный. Более употребительна однако хромовая обувь. Раскрой верхней кожи производится по моделям, преимущественно ручным путем, при помощи узкого и тонкого закройного ножа, на закройных досках. В последнее время некоторые предприятия («Скороход») устроили у себя опытные отделения для механического кроя на одноплечих штампах с отводимой в сторону подушкой. Результаты получились благоприятные не только в отношении скорости работы, но и экономии товара. Нет сомнения, что в недалеком будущем все другие ф-ки постепенно перейдут от ручного кроя к механическому—вырубке, чему будет способствовать стандартизация фасонов заготовок. Крой мелких частей заготовочного комплекта, а также подкладочных материй—механизирован. Нек-рые части заготовочного комплекта перед сшиванием д. б. подготовлены. Подготовка состоит главным обр. в спускании краев и в клеймении обозначений на отдельных частях.

Изготовление заготовки. Соответственно двум линиям кроя и заготовка идет по тем же линиям: 1) заготовки из юфтового товара и 2) заготовки из хромовых товаров. В отличие от раскройных работ по верхнему товару, в заготовочных проведена почти полная механизация и не только на обувных ф-ках, но и в кустарных мастерских. Широкому развитию механизации содействовала та легкость, с которой поддавались механизации работы по заготовке, и то обстоятельство, что эти работы не требовали применения механич. силы. Кроме то-

Схема 1.—Работа штамповочного отделения обувной фабрики.



го швейная машина, на которой производится большинство заготовочных работ, внедрилась в производство одна из первых и быстро выделила изготовление заготовок в отдельную отрасль производства.

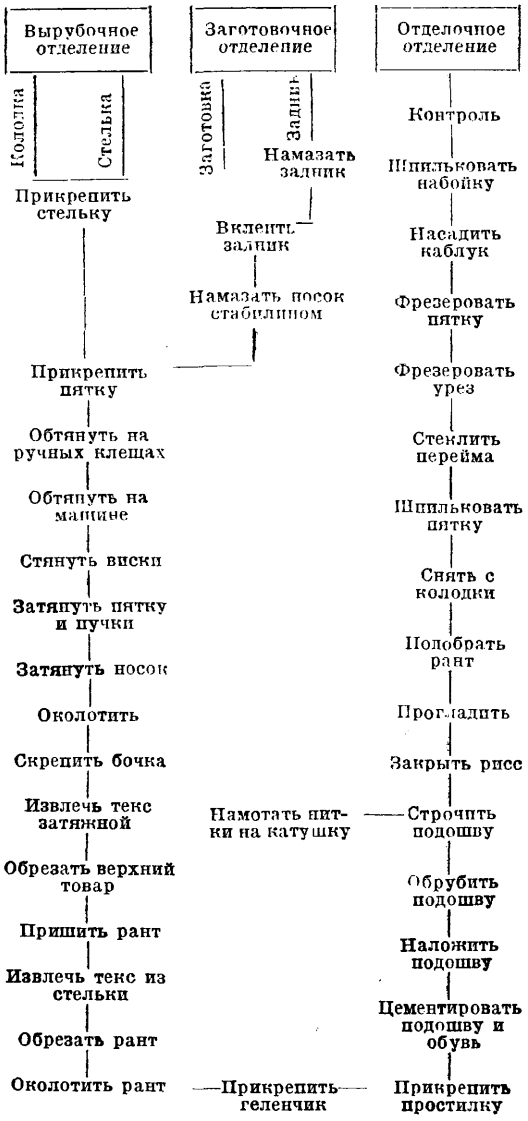
Изготовление заготовки производится двумя путями: 1) каждая пара заготовок изготовляется одним рабочим с начала до конца; 2) пара заготовок в процессе производства переходит от одного рабочего к другому, причем каждый производит только одну определенную работу; первый способ постепенно уступает место второму. Технологич. процесс изготовления заготовки все более и более расчленяется. В наиболее сложных заготовках число отдельных операций доходит до 40, а иногда и более. Естественно, что такое большое количество мелочных работ нуждается в установлении строгой последовательности, причем с этой последовательностью д. б. согласован и порядок машин; т. к. однако в разных фасонах заготовок, имеющих различное количество частей в заготовочном комплекте, последовательность работ не может быть одинакова, то для каждого фасона заготовки требуется свой особый ряд О. м. Чтобы машины и рабочие были полностью загружены, необходимо, чтобы через них проходило большое количество пар, примерно 1 500—2 000 пар в сутки. При меньшем количестве машины и рабочие не будут загружены полностью; поэтому на малых предприятиях предпочитают т. н. универсальные ряды, по которым идут заготовки разных фасонов, причем не исключаются и возвратные ходы заготовок. Для примера укажем последовательность работ и разделение их по группам на одном фасоне заготовок, а именно: для штиблет на шнурках с круговой союзкой и накладным носком.

В недалеком прошлом машины устанавливались параллельно трансмиссии. С введением конвейера его начали устанавливать сзади машинного ряда. В настоящее время с применением отдельных моторов вводят, т. н. школьный порядок установки машин, на столах перпендикулярных конвейеру. Этот порядок имеет за собой большие преимущества и в З. Европе находит все больше и больше сторонников. У нас машины установлены пока на столах параллельных конвейеру и получают движение от групповых моторов при помощи трансмиссионного вала.

Пошивочные и отделочные работы. Готовая заготовка из заготовочного отделения и отдельные части подошвенного комплекта из вырубочного отделения поступают в пошивочное, где эти части в определенном порядке соединяются с заготовкой. Когда все части будут соединены, готовая обувь подвергается сначала предварительной, а потом и окончательной отделке, в результате чего приобретает годный для сдачи потребителю вид. Сложный технологич. процесс пошивки обуви состоит из большого количества производственных операций, имеющих различное значение в смысле качества изготовляемой обуви. Наиболее ответственные операции, как напр. затяжка, выполняются на очень сложных машинах, для работы на к-рых требуется большое искусство от рабочего, нек-рые же работы производятся на станках простого устройства, обслуживание к-рых весьма несложно. Отдельные операции совершаются в определенной последовательности, соответственно чему располагаются и машины пошивного отделения. Пошиваемые ботинки проходят последовательно все операции, передвигаясь от машины к машине до полной готовности. Это передвижение вплоть до последнего времени производилось или из рук в руки, или же вручную на вагонетках. Количеству пар на вагонетке, а также количеству номеров, составляющих производственную партию, не придавалось особого значения. В настоящее время с введением новых принципов работы производственная партия на вагонетке сводится примерно к 4 парам и непременно одного номера. Вместо вагонеточного ручного транспорта вводится механическое передвижение по рельсовому пути на маленьких вагонетках или по ленточному конвейеру. Естественно, что точное согласование технич. последовательности операций с порядком машин возможно лишь при одном фасоне обуви, изготовляемой данным рядом О. м. Поэтому в последнее время предприятия стремятся стандартизировать свое производство, разделяя отдельные виды обуви и методы пошивки по отдельным залам. Появилась т. н. позальная система, при к-рой комплект О. м. для пошивочных работ часто объединен в одном зале с заготовочными О. м. В настоящее время применяется восемь основных методов пошивки, к-рые возможно комбинировать между собой. Различие их между собой заключается в различных методах прикрепления подошвы.

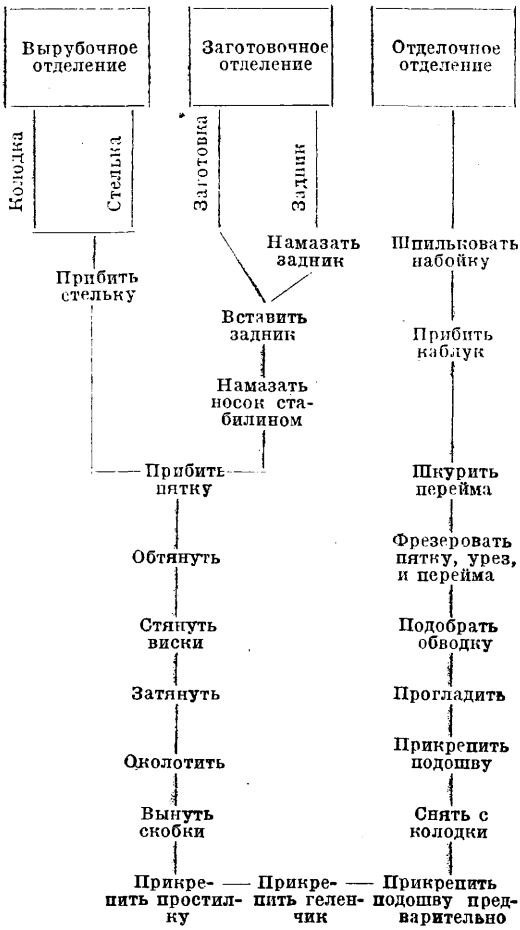
Методы пошивки обуви. Дратвенные, иначе мягкие: 1) рантовой, 2) выворотный, 3) сандальный и 4) прошивной. Твердые: 5) винтовой, 6) железо- или медношпилечный, 7) деревянношпилечный. Особо стоит 8-й, клеевой, метод. Из этих 8 методов два не требуют применения стельки:

Схема 2.—Работа рантовопошивочного отделения.



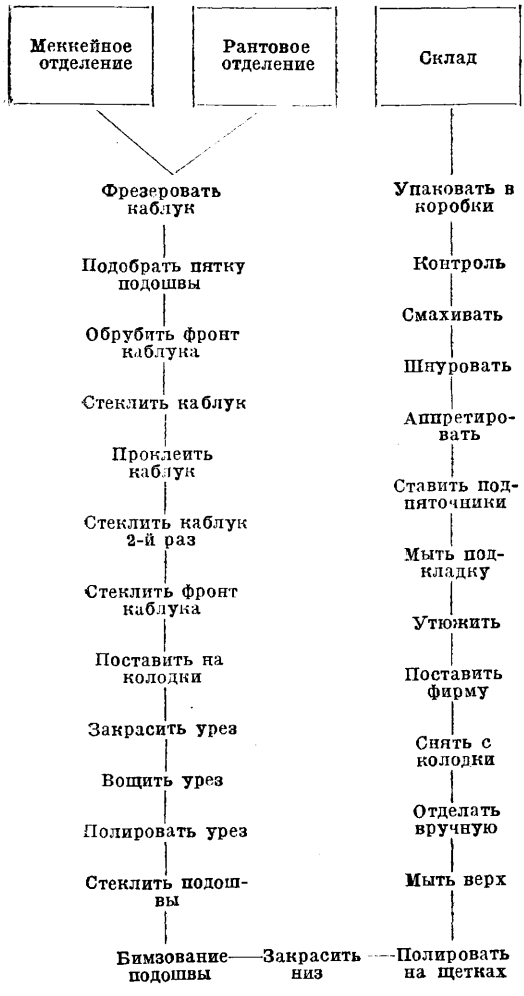
выворотный и сандальный, а остальные шесть—изготовляются со стелькой. Наиболее употребительными для городской обуви являются рантовой, винтовой и сандальный, а для обуви кустарного производства—деревянношпилечный. Техническая последовательность операций пошивки при всех методах почти одинакова. Несколько особняком стоит рантовой метод, к-рый требует для своего выполнения целый ряд лишних операций. Операции идут в основном в такой последовательности. Заготовку со вставленным задником и жестким подносочком сначала затягивают на колодку с наложенной на нее стелькой и скрепляют с последней; это является самым важным моментом пошивки, от к-рого зависят фасон, размеры и красота обуви. В дальнейшем на стельку накладывают и закрепляют простилку (в пучках к носку) и геленчик (в переймах), а на них кладут подошву и прикрепляют одним из упомянутых методов. К задней части подошвы прикрепляют каблук, после чего следует пелый ряд отделочных операций по приданию отчетливости и определенности кантам, а затем—по наведению глянца. Порядок операций пошивочного и отделочного отделений для двух методов можно видеть из приведенных схем 2, 3 и 4.

Схема 3.—Работа меккейнопошивочного отделения



Описание систем обувных машин. Швейная заготовочная машина. Современные швейные машины отличаются большой производительностью (до 3 000 стежков в минуту) и часто выполняют не одну, а одновременно две и даже три операции (напр. шьют и обрезают, шьют и вырубают дырочки, украшения); работают они одной иглой, двумя или даже бо́льшим числом игл. Швейные машины разделяются на два больших отдела. В основу такого деления положен способ образования шва. Машины одного отдела производят шов одной ниткой, машины другого—двумя. Однониточный шов иначе называется петельным, цепным, а иногда тамбурным; шов двухниточный называется строчечным. В последнее время в петельный шов введена другая нитка, но она служит не столько для образования шва, сколько для его закрепления, чтобы устранить распускание. С введением

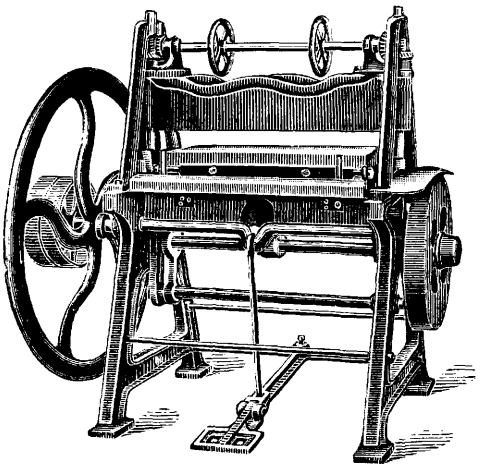
Схема 4.—Отделочные работы.



второй нитки петельный шов стал таким же прочным, как и строчечный, не утрачивая своей гибкости. Способы образования шва и работа *швейных машин* (см.), применяемых в обувном производстве, не отличаются от нормальных, лишь в соответствии со специальным назначением изменены некоторые детали. Из громадного числа различных классов швейных машин в обувном деле применяются: 16 К 55—машина с зубчатым вращающимся транспортером и с верхним нажимн. роликом для плоской работы; 17-1—машина с правым рукавом и с транспортером в четыре хода служит для пришивания союзки к берцам; 18-2 — машина с левым рукавом, с транспортером в 4 хода и нажимным роликом для обшивки туфель тесьмой; 31 К 18—машина с вращающимся транспортером и нажимным роликом, быстроходная, 34 К 1—колонная, с транспортером в четыре хода, на высокой колонке; служит для тачки заднего шва голенищ; 34 К 5—колонная, с транспортером в 4 хода на низкой колонке; назначение то же, что и у предыдущей машины. Кроме того имеются: 1) специальные типы машин, употребляемых в обувном производстве, для каждого места пошивки заготовки, 2) машины многоигольные, 3) машины швейные с обрезающим аппаратом, 4) швейные вместе с перфорацией, 5) машины для нашивания ленты несколькими строчками за один раз, причем ленту накладывает на место сама же машина и пр.

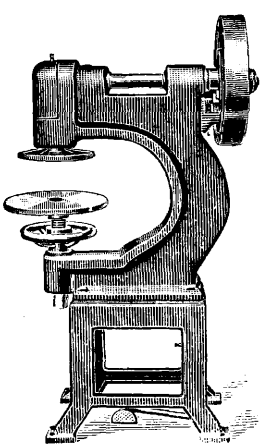
Штамп служит для раскроя нижнего или верхнего товара. Основными частями штампа являются стол (фиг. 1), на который кладется деревянная колода, и перемещающийся над ней между стойками вверх и вниз пуансон, или нажимная подушка. Для штампования нож-резак, имеющий форму вырезаемой части, кладут острием вниз на кожу, разостланную на колоде, и затем нажимом пуансона вырезают требуемую часть. Штампы, у к-рых нажимная подушка ходит между двумя стойками, называются двухплечими, или открытыми с двух сторон (спереди и сзади). Они употребляются для раскроя твердого подошвенного товара. При увеличении расстояния между стойками у штампа получается большой проход, позволяющий штамповать из целых кож; при меньшем проходе штампуют из делюжек—ремней, вырезанных поперек кожи. Кроме этого в производстве применяют штампы с одной стойкой (фиг. 2), по к-рой ходит пуансон. Этот штамп называется одноплечим, или открытым с трех сторон. Таких штампов бывает два рода: у одних пуансон имеет исключительно поступательное движение вниз и вверх, у других кроме того пуансон м. б. поворачиваем в горизонтальной плоскости. Последнего рода штампы употребляются при раскрое верхнего товара: отведение пуансона в сторону дает возможность закройщику осмотреть раскраиваемую кожу и судить о правильности наложения ножа-резака (штанц). Свое движение пуансон получает от эксцентриков, находящихся на главном валу машины. Включение движения пуансона производится нажатием педали; после поднятия педали главный вал останавливается тормозами, предохраняющими штамп от повторного бесцельного удара. Для работы штампа необходимы ножи-резаки. При штамповке или вырубке употребляются замкнутые ножи, периметр которых в точности соответствует форме вырубаемых частей. Различают ножи подошвенные, стелечные, задниковые, берцовые, союзковые и др. Для кроя—вырубки верхнего товара—употребляют ножи высотою 50 *мм*, такой же высоты употребляли ранее и для вырубки нижнего товара, но в последнее время в интересах безопасности делают их выше, до 100 *мм*. Кроме того ножи эти снабжаются предохранительными пластинками или стенки их делаются ребристыми для укладывания пальцев. Деревянные колоды делаются из кусков твердого дерева (граба), поставленных стоймя с торцовой рабочей поверхностью, для того чтобы волокна дерева меньше перерубались и таким образом меньше выкрашивались. Для большей стойкости рабочую поверхность промазывают олифой. Для чистоты работы требуется полная параллельность нижней нажимной плоскости пуансона и рабочей плоскости колоды. Колоды должны часто строгаться, для выравнивания рабочей плоскости.

Обтяжная машина. Обтяжная машина служит для первого момента затяжки—для обтягивания носка заготовки на



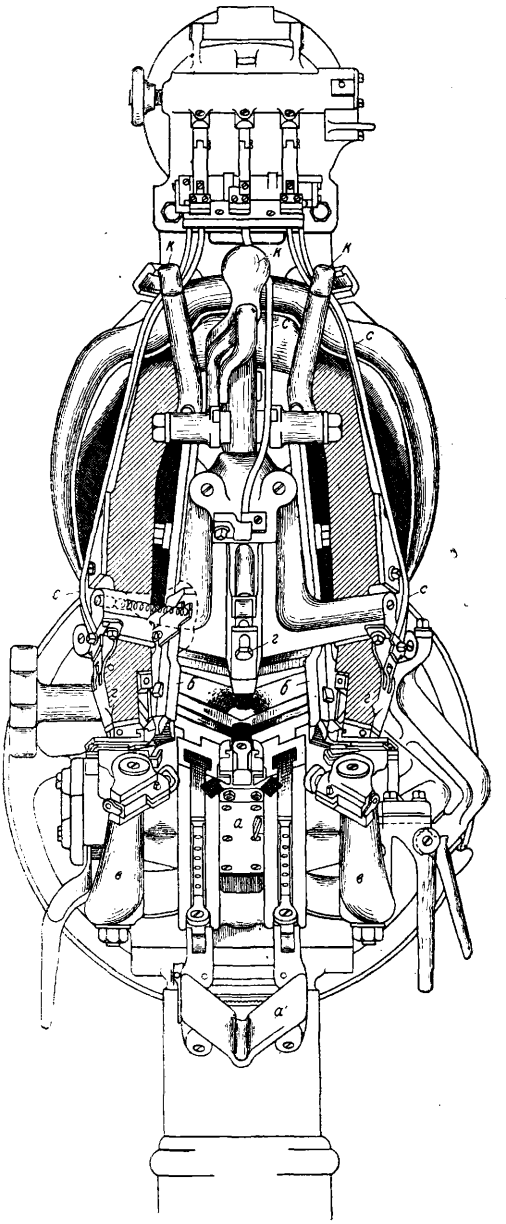
Фиг. 1.

колодке и закрепления приданного заготовке положения. Сущность этой операции заключается в том, что заготовка накладывается на колодку, захватывается клещами машины в трех или пяти точках в носке заготовки, натягивается продольно по колодке и в таком положении закрепляется штифтами (тексами). Этой операцией зад и перед заготовки ставятся на колодке на свое место, и заготовка подготовляется к дальнейшей операции—затяжке кругом по всей стелечной поверхности колодки. Операция обтяжки совершается машиной одинаково легко как с равномерным натяжением в точках приложения тяги, так и с неравномерным, в зависимости от неравной растяжимости кожи и от качеств кроя. В случае надобности боковые точки приложения тяги м. б. легко перемещены вдоль колонки. Эти отдельные приемы совершения операции, в связи с обжиманием и оглаживанием краев заготовки оглаживающими органами машины, придают работе машины характер ручной работы с возможностью примениться к качествам материала, но значительно превосходят ручную работу в скорости и точности исполнения и однородности результата. Для совершения операции обтяжки рабочий берет в руку надетую на колодку заготовку, приставляет ее подошвой вверх к стелечному упору и вправляет выступающие вверх края заготовки в раскрытые губки клещей, к-рые должны быть установлены и выверены по величине и по фасону колодки.



Фиг. 2.

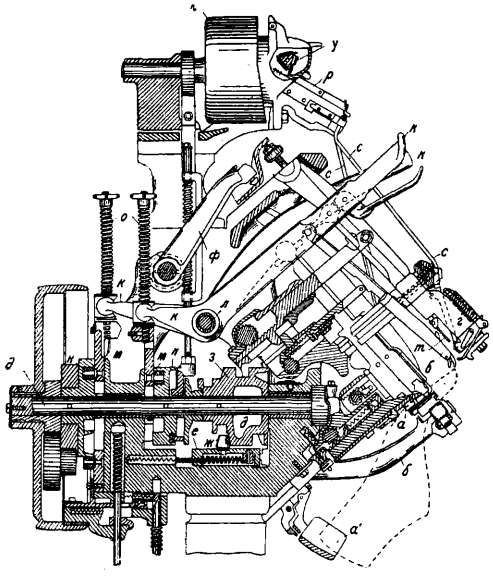
Затем действием машины губки клещей смыкаются, захватывая края заготовки, и тянут их вверх перпендикулярно стелечной поверхности колодки. В этот момент машина автоматически останавливается и дает возможность рабочему осмотреть заготовку и изменить, если нужно, равномерность натяжения клещей, а также расположение точек



Фиг. 3.

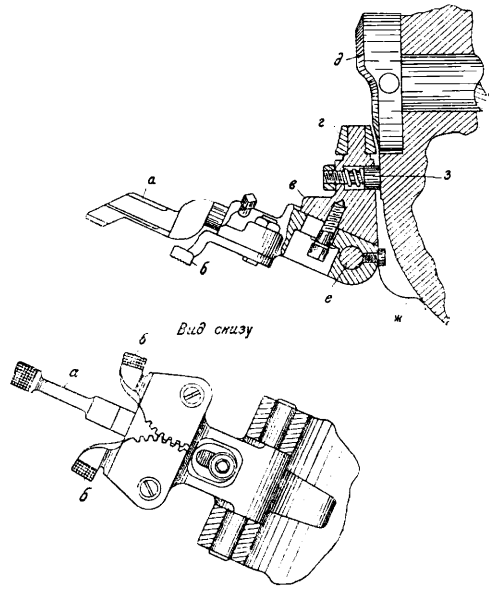
приложения тяги, чтобы при последующих работах оглаживания и закрепления тексами заготовка обтягивала колодку правильно как в области пятки, в частности по заднему шву, так и в носковой части. Перед вставкой изделия в машину производят незначительное предварительное вытягивание носка ручными клещами.

Для совершения сложной операции обтяжки машина имеет следующие рабочие органы. 1) Стелечный упор *а* (фиг. 3 и 4), представляющий действительный упор для стелечной части колодки с заготовкой. В настоящее время во многих конструкциях машин имеется еще и пяточный упор для пяточной части колодки *а'*. 2) Клещи *б* для обтягивания носка и боков заготовки, зажимаемых в их автоматически смыкающихся губках; число клещей колеблется от 3 до 5. 3) Сдвижные коленчатые рукава *в* с гладильными пальцами для обжимания заготовки на колодке и обглаживания ее, а также для поддерживания колодки в момент забивания штифтов. 4) Гвоздезабивной аппарат *г* для забивания гвоздей (текстов). Все рабочие органы машины получают свое движение от эксцентриков



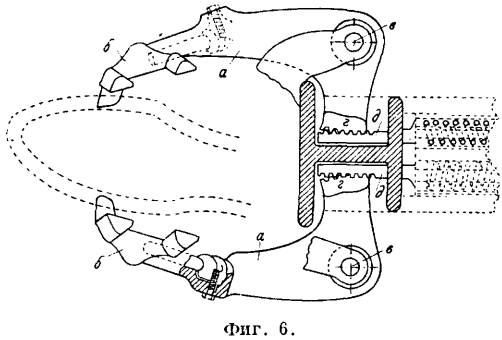
Фиг. 4.

д главного вала машины. Стелечный упор (фиг. 5) состоит из двух главных частей: 1) собственно упора и 2) выступающей части. Стелечный упор имеет три нажима *а* и *б*—*б*, непосредственно нажимающие на колодку. Средний или носковый нажим *а* может перестанавливаться применительно к колодкам разных размеров. Выступающая часть *в* наверху заканчивается роликом *г*, непосредственно соприкасающимся с торцовым эксцентриком *д* главного вала. Стелечный упор может вращаться в вертикальной плоскости вокруг оси *е* и удерживаться в надлежащем положении снизу плоской пружиной *ж*, прикрепленной к задней части упора и опирающейся на станину, а сверху—пружинной кнопкой *з*. Эта последняя позволяет несколько поднимать нажимы против нормального положения. Заклиненный на конце главного вала эксцентрик *д* своей торцовой фасонной поверхностью при повороте вала давит на ролик и опускает стелечный нажим книзу в направлении противоположном тяге клещей. В момент, когда выпуклая часть эксцентрика перестает давить на ролик, стелечный нажим пружиной *ж* приводится в исходное положение. Сдвижные коленчатые рукава *а* (фиг. 6), несущие на себе гладильные пальцы *б*, имеют движение только в горизонтальной плоскости и за время полного оборота главно-



Фиг. 5.

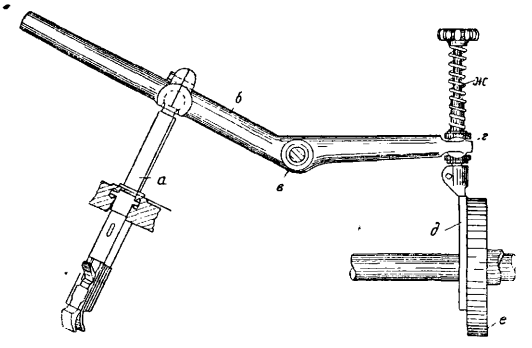
го вала смыкаются и размыкаются только один раз, для того чтобы в известный момент поддержать колодку с заготовкой и приблизить к ней гладильные пальцы для обтягивания и оглаживания краев заготовки. После этого они снова размыкаются и освобождают обтянутую уже колодку. Сдвижные коленчатые рукава подвешены к кронштейнам станины посредством болтов *в*, служащих осью вращения. Передние концы рукавов несут на себе пальцы *б*, а задние концы заканчиваются сегментными зубчатками *г*, находящимися в зацеплении с зубчатыми рейками *д*. Рейки эти могут передвигаться в продольном направлении вместе с ползуном (фиг. 4), снабженным цапфою *ж*



Фиг. 6.

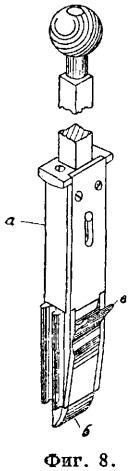
с вращающимся роликом, непосредственно прилегающим к эксцентрику *з* главного вала, от которого он и получает свое движение. Затяжные клещи *а* (фиг. 7) подвешены шарнирно к рычагам *б* (фиг. 4, *к*), которые качаются на оси *в* (фиг. 4, *л*), закрепленной поперек машины. На задних

концах рычагов имеются вилки *г*, надетые на стержни ползунов *д* (фиг. 4, *м*), которые снабжены роликами, ходящими в фасонных канавках эксцентриков *е* (фиг. 4, *н*)



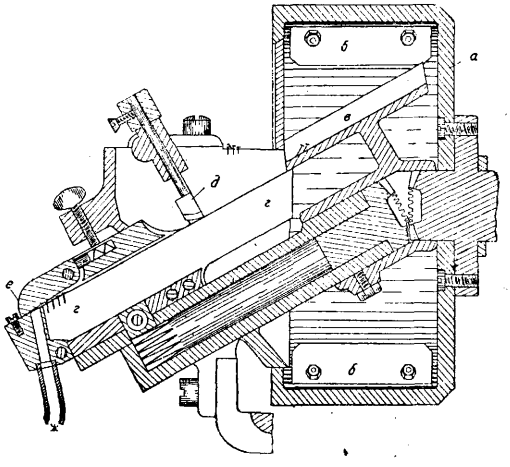
Фиг. 7.

главного вала. При вращении эксцентрика ползуны с роликами поднимаются и опускаются вместе со стержнями и задними концами рычагов, шарнирно с ними соединенными. Сверху вилок на стержни надеты спиральные пружины *ж* (фиг. 4, *о*); они давят на вилки, прижимая их к заплечикам стержня, на которых лежат. Таким образом ход вилок вверх, а клещей вниз зависит исключительно от эксцентрика. Во время же хода вилок вниз, а клещей вверх, что соответствует моменту тяги, вилки находятся под давлением пружин, которые могут сжиматься, и т. о. тяга приспосабливается к качествам товара—тяга получается пружинная. Клещи, подвешенные в количестве трех, а иногда пяти, на передних концах рычагов, представляют собой коробки *а* (фиг. 8) с внутренним механизмом, снабженные внизу двумя подвижными насеченными губками *б*. Клещи устроены так, что в своем крайнем нижнем положении, когда они должны схватить затягиваемый материал, губки бывают раскрыты. Как только клещи посредством рычагов начинают подниматься, губки их смыкаются, схватывая товар, и тянут его вместе с собой вверх по направлению противоположному движению стелечного упора. У каждой клещевой коробки с внутренней стороны имеется щеколда *в*, поворотом к-рой губки в любой момент могут быть раскрыты и товар освобожден. В своем верхнем положении клещи двигаются по направлению к средине стельки, загибая т. о. товар через угол стельки и укладывая его на последнюю. В этот момент на клещи надвигаются молотковые штанги (фиг. 4, *г*), ударяют по щеколдам, вследствие чего клещи раскрываются и освобождают товар; после этого клещи поднимаются еще выше и освобождают таким образом место патронным колодкам, чтобы дать им возможность закрепить тексами загнутый товар к стельке. Гвоздезабивной аппарат состоит из: 1) качающегося магазина



Фиг. 8.

(фиг. 4, *п*; изображен отдельно на фиг. 9) для гвоздей; 2) щелеобразных каналов (фиг. 4, *р*) с распределительными для отбора гвоздей (тексов) заслонками; 3) отводных трубок (*с*, фиг. 4 и 5) для перенесения гвоздей в патроны; 4) патронных колодок с гладилками (фиг. 4, *г*; отдельно изображены на фиг. 11) и 5) пуансонов для забивания гвоздей (фиг. 4, *т*). Вращением барабана магазина *а* (фиг. 9) с внутренними ребрами *б* насыпанные в нем тексы подаются на желоба (лотки) *в*, по которым скатываются к щелеобразным каналам *г*, где они под действием силы тяжести проваливаются своими стержнями в щели каналов и подвешиваются на своих шляпках, на которых и скользят вдоль каналов книзу. Для устранения скопления тексов имеются разгребающие лопаточки *д* (на фиг. 4—разгребающий валик *у*), которые разравнивают груды тексов. Повиснувшие на шляпках тексы рядком друг за другом скользят к распределительным

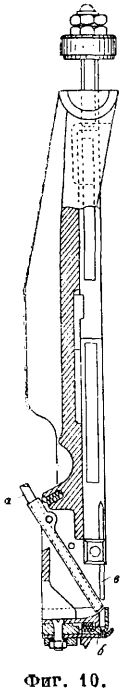


Фиг. 9.

заслонкам *е*, где отбиваются по одному для того, чтобы через отводные трубки *ж* быть перенесенными в патроны. Поступающий по трубке *а* (фиг. 10) в патроны текс зажимается ползунком *б* в подвешенном положении и находится там до тех пор, пока действием машины патроны не перейдут на стельку. В этот момент пуансоны *в* опускаются при посредстве особых рычагов (*ф*, фиг. 4), ползунки раздвигаются и дают возможность пуансонам забить тексы вплоть до шляпки в заготовку, натянутую на стельку. В момент надвигания патронных колодок на стельку патронные пластинки приглаживают и несколько притягивают наложенный на стельку затяжной припуск заготовки. Действие клещей и пуансонов рассчитано так. обр., что в первый момент поднятия клещей патроны и пуансоны остаются неподвижными. Только во вторую половину поворота главного вала, когда тяга клещей достигает высшего напряжения, они загибают на стельку затяжной припуск, на клещи надвигаются стержни патронных колодок, ударяют по щеколдам, освобождая этим клещи от товара, и посредством своих пластинок прижимают загнутый припуск

к стельке, закрепляя его затем тексами. Снизу обувь в этот момент поддерживается сдвижными коленчатыми рукавами (*в*. фиг. 4). Все указанные выше действия совершаются за один полный поворот главного вала; этот поворот совершается в два приема, причем после поворота вала на определенный угол, машина автоматически останавливается и для завершения оборота д. б. снова пущена рабочим в ход нажимом педали.

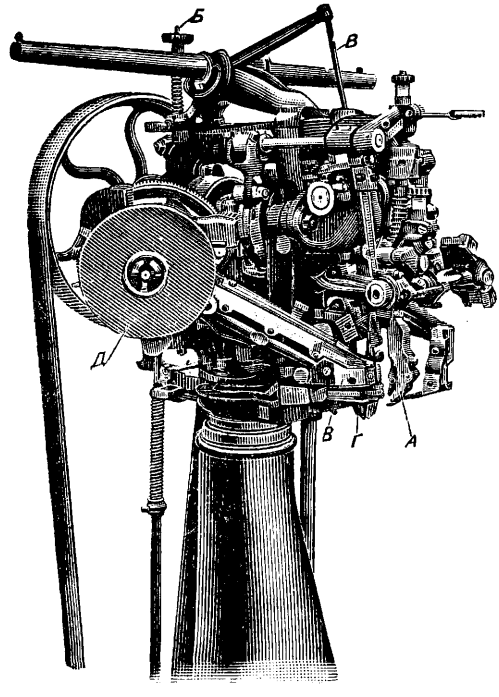
Затяжная машина. Обтяжная машина закрепляет только носок заготовки, а затяжная машина (фиг. 11) последовательными натяжениями отдельных участков затяжного припуска укладывает его на стельку кругом всего ее периметра и закрепляет припуск тексами к стельке. С этою целью затяжчик подставляет отдельные участки припуска к клещам машины и постепенно ведет обувь, затягивая участок за участком. Затяжная машина для выполнения возложенной на нее задачи имеет следующие рабочие органы: 1) затяжные клещи, 2) гвоздезабивной аппарат и 3) ножи. Клещи внизу состоят из двух губок, которые снабжены нарезкой и способны сближаться и зажимать между собой затягиваемый товар. Нижняя губка закреплена неподвижно на нижнем конце втулки *А*, верхний конец которой посредством универсального шарнира соединен с рычагом; качание последнего на оси поднимает и опускает клещи. Сквозь втулку проходит стержень *В*, к нижнему концу которого подвешена шарнирно верхняя губка. Клещи постоянно держатся в разомкнутом положении пружиной, навитой на втулку нижней губки; смыкание клещей производится особым рычагом, который нажимает на стержень, выступающим из втулки. Рычаг, на котором подвешены клещи, задним своим концом подвижно надет на стержень *Б* ползуна и опирается на его заплечик, а сверху нажимается пружиной, навитой на стержень и закрепленной наверху стержня гайкой. Ползун поднимается и опускается под действием шайбы с фасонной канавкой, заклиненной на главном валу, и ролика на ползуне, ходящего в этой канавке. Движение вперед и назад клещи получают от действия особой пружины, находящейся сзади машины и толкающей задний конец ползуна, передний конец которого заканчивается клещевой вилкой, охватывающей втулку клещей. В этой же клещевой вилке имеется приспособление, при помощи которого качание клещей вправо и влево получает пружинный характер. Вращательное движение клещам дается при помощи системы рычагов, сочлененных с шариком универсального шарнира, которым заканчивается вверху втулка нижней губки. Клещи имеют сложное движение, состоящее из следующих элементарных движений:



Фиг. 10.

1) Движение вверх (рабочее) и вниз (холостое) } постоянные
2) Движение вперед (рабочее) и назад (холостое) } постоянные
3) Движение вправо (рабочее) и влево (холостое) } включаемые
4) Движение влево (рабочее) и вправо (холостое) } включаемые
5) Вращение } включаемые

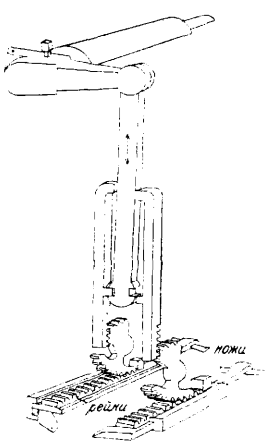
Комбинация отдельных движений рассчитана таким образом, что клещи сначала тянут вверх по направлению захваченного затяжного припуска и только затем тянут его впе-



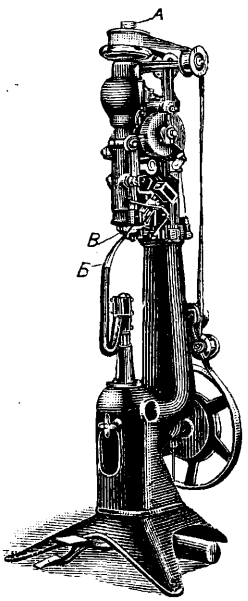
Фиг. 11.

ред, укладывая припуск на стельку и подготовляя его к надвижению на него патрона с тексом. Движение вправо и влево, объединяемое с вращением, при опускании и подниманиии получает характер винтового, и все рабочее движение клещей имеет пружинный характер и следовательно может приспособляться к качествам товара, придавая машинной тяге ручной характер. Ножи *Г* служат для насекания кожи при затяжке носка для лучшего (более плотного) укладывания складок и устранения выпуклостей на стельке. Они включаются поворотом рычага и работают попеременно, смотря по надобности, при боковых качаниях клещей. Схема приводного механизма ножей изображена на фиг. 12. Гвозденабивной аппарат состоит: 1) из пуансона, или молотка, для забивания гвоздей—тексов; 2) барабана с двумя гнездами, куда насыпаются тексы двух различных номеров для затяжки пучков и носка с пяткой; 3) двух щелеобразных каналов для подведения тексов к челноку; 4) челнока для отбора тексов по одному и прогону их в патрон; 5) патрона для подведения тексов под пуансон в момент закрепления затяжного припуска, загнутого клещами на стельку.

Винтовая машина (фиг. 13) служит для привинчивания подошвы винтами, отрезаемыми самой машиной от винтовой проволоки. Рабочими органами машины являются: 1) шпиндель *А*, 2) рог *Б*, 3) ножи, 4) упорная лапка *В* и 5) транспортер. Шпиндель, расположенный в головной части машины, вращается вокруг своей продольной оси. Ближе к верхнему концу в развиленной части шпинделя помещается и закрепляется на оси катушка с винтовой проволокой. Конец этой проволоки проводится по каналу шпинделя вниз, где по последнему ходит вверх и вниз особый патрон, вращаясь вместе со шпинделем. Патрон состоит из двух вставленных друг в друга колец и снабжен подавателями, которые подвешены т. о., что при ходе патрона вниз они захватывают проволоку и тянут ее вниз,

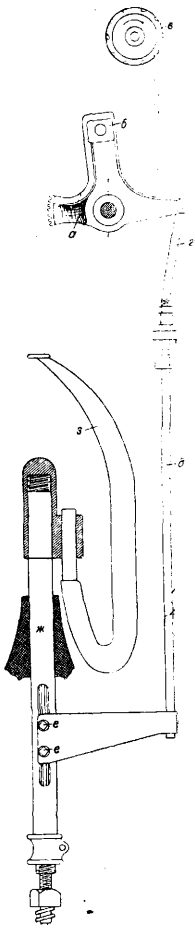


Фиг. 12.



Фиг. 13.

не изменяя ее винтового движения, а при ходе вверх освобождают проволоку, чтобы подняться и захватить ее снова для следующей подачи вниз. Расстояние между крайними нижним и верхним положениями патрона определяется длиной винта, которая м. б. изменяема регуляторами и кроме того автоматически применяется к толщине скрепляемого материала. Движение патрона вверх и вниз зависит от качания четырехконечного рычага *а* (фиг. 14), качающегося на оси *б*; передний конец его развилен и заканчивается сегментной зубчаткой, находящейся в зацеплении с зубчаткой переводной вилки муфты, охватывающей патрон, и т. о. поднимание и опускание переднего развиленного конца четырехконечного рычага поднимает и опускает посредством патронной муфты самый патрон. В середине четырехконечного рычага отходит отросток, несущий на себе цапфу с роликом *б* непосредственно соприкасающимся с торцевой фигурно изогнутой стороной эксцентрика. Нажимом выпуклости эксцентрика ролик отводит отросток вперед, рычаг наклоняется и т. о. опускает патрон. Задний конец четырехконечного рычага находится под действием пружины *в*, которая стремится опустить его и следовательно служит для поднятия патрона вверх. Натяжение пружины может быть урегулировано. От заднего конца четырехконечного рычага опускается вниз стержень *г*, к-рый опирается на другой стержень *д*, скрепленный через посредство регулировочных винтов *е* и стержня *ж* с рогом машины *з*. Соответственной установкой нижнего стержня *ж* можно регулировать длину винта. В средней части шпинделя сделана винтовая нарезка, находящаяся в зацеплении с шестеренкой главного вала машины, несущего на себе эксцентрики, приводящие в движение все рабочие органы. По другую сторону шпинделя симметрично расположена шестеренка другого вала, не несущего эксцентриков и поставленного исключительно для уравновешения; задние концы обоих валов несут на себе шестеренки, находящиеся в зацеплении. Рог машины служит подставкой, на к-рую надевают обувь в опрокинутом положении, чтобы подставить подошву под нижний конец шпинделя для ввинчивания винта. Во время хода машины рог поднимается и опускается: в момент ввинчивания винта он

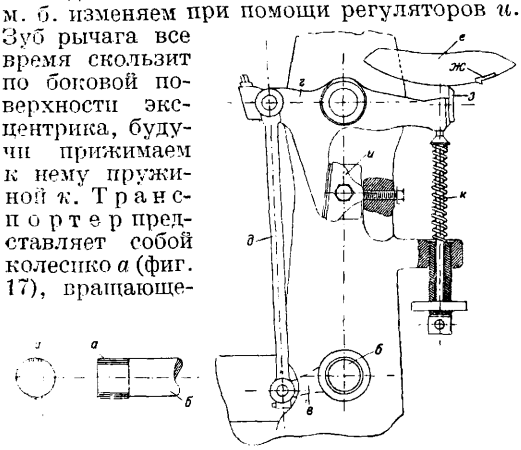


Фиг. 14.

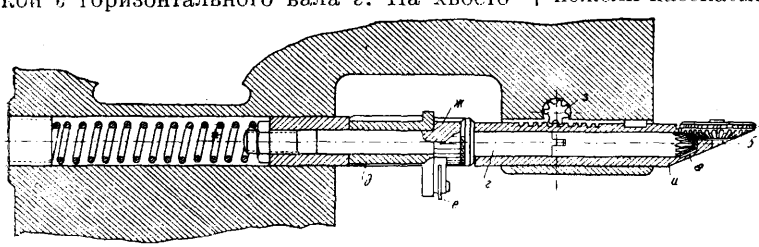
служит упором, зажимающим определенный участок подошвы между своей опорной поверхностью и неподвижно закрепленной на станине упорной лапкой (фиг. 15). Как только винт ввинчен и отрублен, ботинок д. б. передвинут для завинчивания следующего винта; в этот момент рог опускается и освобождает ботинок, давая возможность его передвинуть. Упорная лапка находится как раз над рогом. В ее расширенной части имеется прорез для прохода винта и работы ножей. Лапка м. б. поднята и опущена; установочным винтом она закрепляется в приданном ей положении. Ножи служат для обрубания винтов. Они вставлены в гнездо ножниц, могущих закрываться и открываться при посредстве зубчатых сегментов *а* (фиг. 16), нарезанных в качающемся гребенчатом валу *б*, и находящихся в зацеплении с гребенками половинок ножниц. Гребенчатый

Фиг. 15.

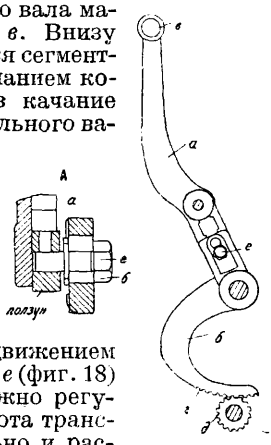
вал приводится в движение при помощи системы рычагов *в* и *г* и тяги *д* от эксцентрика *е* главного вала в тот момент, когда зуб *ж* эксцентрика наскакивает на зуб *з* рычага. Развод ножниц, а следовательно и ножей м. б. изменяем при помощи регуляторов *и*. Зуб рычага все время скользит по боковой поверхности эксцентрика, будучи прижимаем к нему пружиной *к*. Транспортер представляет собой колесико *а* (фиг. 17), вращающееся на вертикальной оси. Внизу колесика находится конусная зубчатка *б*, находящаяся в зацеплении с такой же зубчаткой *в* горизонтального вала *г*. На хвостовой части последнего свободно насажена зубчатка *д*, получающая качательное движение при помощи системы двух рычагов *а*, *б* (фиг. 18), приводимых в движение от эксцентрика главного вала машины через ролик *в*. Внизу рычаги заканчиваются сегментной зубчаткой *г*, качанием которой приводится в качание зубчатка *д* горизонтального вала *д* (фиг. 17). Качательное движение этой зубчатки превращается в прерывно-вращательное посредством собачки *е* (фиг. 17), сцепляющейся с выфрезованным в теле вала храповичком *жс*. Передвижением установочного винта *е* (фиг. 18) системы рычагов можно регулировать угол поворота транспортера, следовательно и расстояние между винтами, а установкой транспортера [при посредстве шестеренки *з* (фиг. 17) и скользящей муфты *и*] вдоль его оси в отношении прореза упорной лапки можно регулировать расстояние винтов от края подошвы.



Фиг. 16.

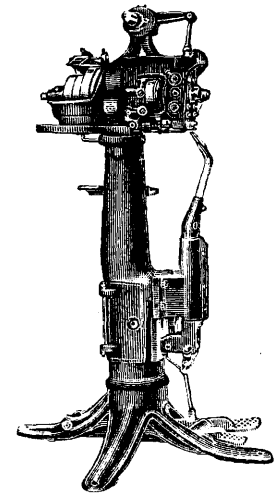


Фиг. 17.



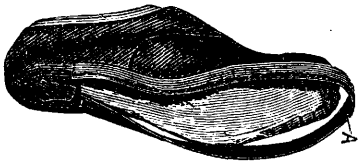
Фиг. 18.

Деревянношпильковочная машина (фиг. 19) служит для прикрепления подошвы путем пробивания деревянными шпильками сквозь подошву и стельку. Деревянные шпильки насекаются самой машиной из деревянной ленты, имеющей в поперечном сечении форму шпильки с заостренным концом. Качество крепления зависит от соблюдения следующих условий: 1) лента д. б. из прочного дерева, преимущественно из березы либо клена, 2) отрезка шпилек должна итти в точности по слоям дерева, 3) перед употреблением ленту нужно высушить, 4) лента должна храниться в сухом месте, 5) форштик или прямое шило, должен быть в своем поперечном сечении тоньше, нежели насекаемая шпилька, 6) наколы иглообразным форштиком держат шпильку крепче, нежели лопаточкообразным. Для выполнения работы машины служат следующие рабочие органы, к-рые получают свое движение от эксцентриков главного вала: 1) шило или форштик, 2) ножи, 3) патрон, 4) пуансон, 5) тарелка для круга ленты и 6) рог. Шило служит одновременно для накалывания отверстий и для транспортирования ботинка. Для этого оно имеет движение в двух плоскостях: в вертикальной—вверх и вниз—для накалывания отверстия и в горизонтальной—влево и вправо—для передвижения ботинка. Шило находится постоянно под давлением пружины. Во время поворота главного вала оно поднимается эксцентриком и затем, соскакивая с уступа последнего, падает вниз и прокалывает кожу. В этот момент шило начинает двигаться в горизонтальной плоскости и передвигает за собою ботинок. Как только шило освободит проколотое отверстие, в него забивается гвоздь пуансоном. Пуансон имеет такое же движение, как и шило, но работает тогда, когда шило передвигается холостым ходом в исходное положение. Ножи служат для откалывания шпильки. Чтобы это отсекание было ровнее, лента в момент откола зажимается, а по отколе шпильки подводится под новый накол. Отрубленная шпилька попадает в патрон, к-рым она подставляется под нажим пуансона в тот самый момент, когда под него подходит проколотое шилом отверстие. Рог машины служит подставкой, на которую обувь надевается в опрокинутом положении. Иногда в опорной поверхности рога устроены ножи, сре-


Фиг. 19.

зающие концы шпилек, выступающие внутрь обуви. Деревянношпильковочные машины у нас не получили распространения, и деревянношпилечное крепление часто применяется вместе с прошивным.

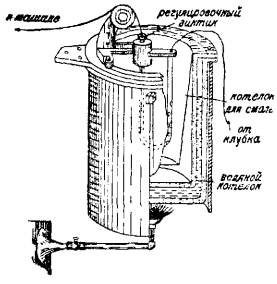
Рантовые машины. Рантовых машин существует два типа: 1) машина для пришивания ранта к затянутому ботинку и 2) машина для пришивания подошвы к ранту. При рантовой работе подошва пришивается не к стельке, а к ранту, который пришит к стельке. Делается это для того, чтобы удалить подошвенное крепление из-под ноги, где оно могло бы мешать ноге и разрушаться от пота. Рантом *A* (фиг. 20) на-



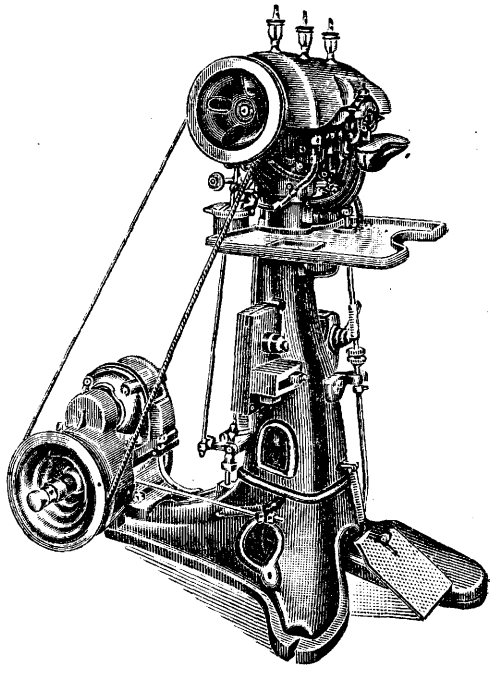
Фиг. 20.

зывается узкая полоска прочной кожи, к-рая одним своим продольным краем пришивается через заготовку к стельке, затянутой на колодке обуви, а другой продольный край ее служит для пришивки подошвы. Рант может быть нашит или кругом по всему затяжному периметру, или же за исключением каблучной части.

Машина для пришивания ранта к затянутой обуви, иначе называемая «айнштех машина» (Einstechmaschine), представляет собой особый тип швейной машины. Основным органом служит игла, являющаяся в сущности крючком, захватывающим нитку своим зубцом. Она изогнута по дуге окружности; одним своим концом игла вставляется и закрепляется в гнездо игловодителя, а на другом остром конце она снабжена зубом для захватывания нитки. Игла двигается по окружности в вертикальной плоскости вперед и назад; это движение сообщает ей игловодитель, качающийся на своей оси и приводимый в качательное движение эксцентриком главного вала машины посредством передаточных рычагов с роликом, бегающим по фасонной боковой поверхности эксцентрика. Ботинок транспортируется самой машиной; для этого служит транспортер в виде когтя и лапка. Транспортер имеет двоякое движение: одним движением он захватывает стельку, втыкая в нее коготь, но не пронизывая насквозь, другим движением он перемещает, транспортирует стелечный край, в чем ему помогает лапка. Коготь находится на конце изогнутого рычага, качающегося на оси, другой конец которого приводится в качание другим рычагом, получающим движение от эксцентрика вала машины. Транспортирующее (боковое) движение транспортер получает через особые салазки от другого эксцентрика того же вала. Лапка служит главн. обр. для направления движения и немного помогает транспортеру, получая поступательное движение от тех же салазок. Впереди машины выдается кулак, по которому ведется ботинок боковой поверхностью заготовки. В момент протыкания иглой кулак закрепляется неподвижно; как только игла захватила петлю нити и вышла из материала, кулак немного отходит назад, чтобы облегчить транспортирование ботинка. Такое же движение имеет и рантоводитель, сквозь ушко которого проходит рант и который направляет последний на свое место под уколы иглы. Для того чтобы крючок иглы захватил нить, необходимо чтобы она была на него накинута. Эту функцию выполняют ниткокидатель и крючок. Последний отводит нить в горизонтальное положение, а первый накидывает ее на иглу. Для накидывания ниткокидатель качается вокруг двух перпендикулярных осей. Одно качание совершается вверх и вниз, другое — вправо и влево. Из комбинации этих движений и получается движение накидывания нити, в чем нитководителю помогает упомянутый выше крючок. Нить обычно осмаливается, для чего в машине имеется котел (фиг. 21), в котором смола постоянно подогревается на водяной бане. Машина производит петельный, или цепной, шов. Петли укладываются в желобок ранта, а во внутреннем углу губы рантовой стельки получается строчка.



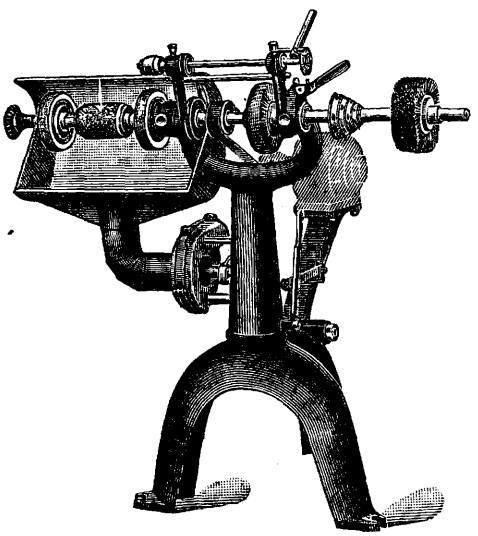
Фиг. 21.



Фиг. 22.

Подошвопришивная машина, или доппель-машина (Doppelmaschine, фиг. 22) шьет двумя нитками, к-рые образуют переплетение в середине сшиваемого материала. Она также имеет вместо иглы дуго-

образно изогнутый крючок с зубом для захватывания нити, проходящей через осмаливающий аппарат. Другая нить сматывается со шпульки и переплетается с первой. Шило машины не только служит транспортером, но и протыкает отверстие в подошве, облегчая этим ход иглы. Для накидывания нити служат два ряда ниткокидателей: один навивает нить на иголку, а другой перекидывает ее на гриф шпульки для получения переплетения. Край подошвы ставится на столик, над которым закреплен на рычаге ножичек для открывания р и с с а (продольного надреза вдоль края подошвы), в который укладываются стежи. Машина шьет частым швом (длина стежей ок. 2 *мм*). Как рантопришивная, так и дошель-машина строятся тихоходными и быстроходными; обе машины



Фиг. 23.

обогреваются газом, спиртом и электричеством; последний способ обогрева считается наилучшим.

О т д е л о ч н ы е м а ш и н ы представляют собой станки с главным валом, на который непосредственно насажены рабочие органы, вращающиеся вместе с валом. Две ф р е з е р н ы х м а ш и н ы с различного рода фрезерами служат для фрезеровки уреза и каблука, с т е к л и л ь н ы е м а ш и н ы снабжены вращающимися валиками, обтянутыми стеклянной или же рубиновой бумагой, и служат для стекления (шлифовки), а отделочные машины для вощения и наведения блеска работают вращающимися щетками, сделанными из тряпок, ниток, лоскутков кожи или из конского волоса (фиг. 23).

Лит.: [1]) A l l e n A. M., The Shoe Industry, N. Y., 1922.—Ф л е р о в В. К., Механич. обувное производство. М., 1929.

В. Флеров.

ОБУГЛЕРОЖИВАНИЕ, процесс повышения до требуемого предела содержания углерода в жидком железе или стали при переделе чугуна и мягкой ломи на сталь. Так как железо, лишенное примесей, бывает окислено (содержит в растворе FeO), то О. обычно соединяется с процессом раскисления, причем необходимо, чтобы хотя бы один из *раскислителей* (см.) содержал углерод в достаточном количестве (см. *Мартеновское производство*, *Бессемерование* и *Томасирование*). О. твердого железа производится процессом *цементации* (см.).

ОБЪЕКТИВ, часть оптич. прибора, обращенная к наблюдаемому предмету. О. зрительной и астрономич. трубы является наиболее ответственной ее частью. Назначение О.—давать действительное уменьшенное изображение удаленного предмета. Это изображение д. б. не окрашенным, плоским и резким не только на оптич. оси, но и на некотором конечн. расстоянии от нее. Более детально эти свойства изображения, зависящие от сортов стекла (см. *Оптическое стекло*), радиусов кривизны, толщин и расстояний линз, составляющих объектив, выражаются рядом нижеперечисленных требований, определенная часть которых всегда выполняется при конструировании О. 1) О. должен иметь заданное фокусное расстояние и отверстие; 2) д. б. исправлен на сферическую аберрацию (см. *Аберрация света*) для лучей определенной зоны и определенного цвета (монохроматич. лучи от удаленной точки, находящиеся на оси О., как центральные, так и падающие на определенную зону, должны сходиться в одну точку); 3) д. б. исправлен на х р о м а т и ч е с к у ю а б е р р а ц и ю (центральные лучи двух определенных длин волн должны иметь общий фокус); 4) должен удовлетворять у с л о в и ю с и н у с о в, исправлен на к о м у (см. *Оптические приборы*) (изображения точки, лежащей вне оси объектива, образованные как центральными, так и лучами определенной зоны О., должны совпадать); 5) сферич. аберрация д. б. уничтожена не только для случая предмета, находящегося на бесконечности, но и для предмета на конечном расстоянии; 6) д. б. уничтожена хроматич. разница сферич. аберрации (лучи двух различных длин волн, как центральные, так и определенной зоны, должны иметь общий фокус); 7) д. б. уничтожен вторичный спектр (лучи трех различных длин волн должны иметь общий фокус); 8) линзы О. м. б. склеены; для этого радиусы кривизны соприкасающихся поверхностей линз д. б. равны. Первые три условия необходимы для всякого О. Эти условия не м. б. выполнены с помощью одной линзы; если же мы возьмем две линзы—собирательную из к р о н г л а с а и рассеивающую из ф л и н т г л а с а, то можно построить О., удовлетворяющий не только первым трем условиям, но и еще одному, напр. 4, 5, 6 или 8. Для выполнения условия 7 необходимы специальные сорта стекла. В прежнее время строились О., удовлетворяющие только первым трем условиям. Д в у х л и н з о в ы е О., которые удовлетворяют первым четырем условиям, наиболее часто встречаются у современных астрономич. труб средней величины. Первый О. этого типа был изготовлен для кенигсбергского гелиометра И. Фрауенгофером, почему этот тип О. носит название ф р а у е н г о ф е р о в с к о г о. Первые три условия и пятое дают О. системы Дж. Г е р ш е л я; они же и шестое дают О. Г а у с с а. Этот последний отличается очень большой кривизной линз и требует тщательной

центрировки, а потому был осуществляем только в малых размерах. О. небольших размеров (до 50 *мм*) из-за удобства сборки и меньшей потери света строятся склеенными. Это вводит добавочное условие—восьмое. Выполнить первые четыре условия и восьмое можно только подбором специальных сортов крона и флинта. Двухлинзовые склеенные объективы употребляются в биноклях, небольших геодезич. инструментах и приборах военного назначения. В призменных зрительных трубах приходится принимать в расчет сферич. и хроматич. аберрации, вводимые системой призм, находящихся между О. и окуляром. Это соответствует некоторому видоизменению условий 2 и 3. Уничтожение сферич. аберрации, комы и т.д. для одной зоны дает практически хороший О. только в том случае, когда диаметр отверстия О. мал по сравнению с его фокусным расстоянием. Поэтому астрономич. О. строятся обычно с отверстием от $^1/_{12}$ до $^1/_{18}$ фокусного расстояния. Изготовление больших астрономич. О. сопряжено со значительными практич. трудностями, как в части изготовления больших однородных дисков оптического стекла, так и в части точной шлифовки и полировки больших линз, требующей навыков и искусства, недоступных рядовому оптику. Наиболее талантливым мастером этого дела был америк. оптик Альван Кларк, который изготовил самые большие О. своего времени, в том числе и 30-дюймовый О. для Пулковской обсерватории. Из них 40-дюймовый О. обсерватории Иеркса возле Чикаго и до сих пор является наибольшим. Употребление особых сортов стекла, впервые приготовленных на з-де Шотта в Иене, привело к постройке трехлинзовых О. с очень уменьшенным вторичным спектром (т. наз. апохроматы), к-рые являются наиболее совершенными астрономич. О.

О. употребляются для *рефракторов* (см.); в *рефлекторах* (см.) О. заменен *параболическим зеркалом* (см.). Вследствие волновой природы света изображение светящейся точки, даваемое самым совершенным по конструкции и по выполнению О., имеет вид кружка конечных размеров, окруженного рядом т. н. дифракционных колец, быстро убывающих по яркости. Размеры кружка и колец зависят от диаметра О. и длины световой волны. Отсюда вытекает, что О. раздельно изображает две точки только тогда, когда угол, под которым видно расстояние между ними, больше некоторой предельной величины. В противном случае никакое увеличение с помощью *окуляра* (см.) не даст более детальной картины. Эта предельная величина угла и вычисляется по ф-ле:

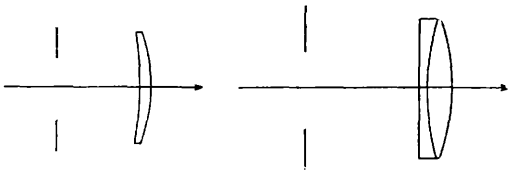
$$\omega = 25'' \cdot 10^4 \cdot \frac{\lambda}{P},$$

где λ—длина световой волны, P—диаметр отверстия О.; для $\lambda = 0{,}00055$ *мм* (желто-зеленый цвет) $\omega = \frac{14''}{P}$, где P выражено в *см*. Величина обратная ω измеряет т. н. разрешающую силу О.

Объектив фотографический. Основными данными фотографич. О. является его фокусное расстояние, относительное отверстие и величина покрываемой пластинки. Относительным отверстием, или светосилой, называется отношение диаметра сечения параллельного пучка лучей, входящего в О., к фокусному расстоянию О. Светосила обозначается обыкновенно через $F : A$, или $1 : A$ (что обозначает О. с относительным отверстием $\frac{1}{A}$). Фотографич. О. по принципу своего действия в общем сходен с О. зрительной трубы, и потому условия, к-рым он должен удовлетворять, за нек-рыми исключениями, по существу остаются теми же, однако порядок важности этих условий другой. В то время как главным качеством астрономич. О. является возможно резкое изображение в центре поля зрения и на небольшом его протяжении,—для фотографич. О. существенное значение имеет резкость изображения по всему полю, которое д. б. достаточно большим и притом плоским. Кроме того величина относительного отверстия, представляющая для О. зрительной трубы только условие компактности, для фотографич. О. является самой важной величиной, определяющей продолжительность экспозиции (в настоящее время имеются О. со светосилой 1 : 1).

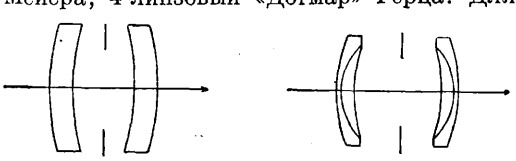
Большое относительное отверстие чрезвычайно затрудняет конструирование системы, которой предъявляются жесткие требования в смысле резкости изображения при очень большом поле. Поэтому приходится поступиться строгим выполнением условия 2 и обратить большее внимание на условие 4, а также на устранение кривизны поля. Иначе говоря, приходится несколько поступиться резкостью изображения в центре поля, чтобы получить достаточно резкое изображение на краях. Кроме того, вследствие *астигматизма* (см.) узкие пучки лучей, идущие от светящейся точки, находящейся не на оси О., по прохождении через О. не собираются в одну точку, а проходят через две взаимно перпендикулярные линии, находящиеся на нек-ром расстоянии друг от друга. Иначе говоря, получаются два различных изображения в виде коротких линий, находящихся на различном расстоянии от О. Отсюда возникает новое условие для фотографич. О.—отсутствие астигматизма. Далее, при исправлении О. на хроматич. аберрацию, необходимо совместить фокусы желтых и фиолетовых лучей, чтобы иметь возможность при установке на резкость с помощью матового стекла получить резкое изображение лучей, особенно сильно действующих на фотографич. пластинку (т. н. ахроматизация в фотографическом смысле). Употребление пластинок, чувствительных к видимой части спектра, а также трехцветная фотография ставят задачу об апохроматах и для фотографич. О. Кроме перечисленных выше условий для фотографич. О. очень существенным является условие отсутствия дисторсии (условие ортоскопии). Дисторсией называется отсутствие подобия предмета и изображения, что при фотографировании прямолинейных предметов дает искривление линий на снимке. Особенно строгие требования в смысле дисторсии предъявляются к О., применяемым в аэросъемках с геодезич. це-

лями. Пучок лучей, идущий через О., ограничивается *диафрагмой* (см.). Большое значение имеют размеры отверстия диафрагмы, определяющие светосилу; кроме того место



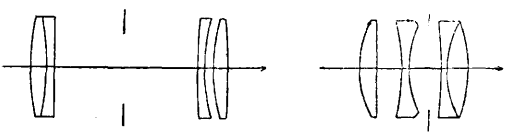
Фиг. 1 и 2.

диафрагмы оказывает влияние на дисторсию и кому. Очень часто в фотографич. О. употребляются так наз. ирис-диафрагмы, в которых отверстие может плавно меняться. Необходимой принадлежностью современного фотографич. О. является затвор, обычно составляющий часть его оправы. Большое количество требований, предъявляемых к фотографич. О., имеет результатом сложность современного О., состоящего из 4—8 линз. Различие применений в практике привело к постройке ряда разнообразных по сложности О., основные типы которых здесь перечисляются (на прилагаемых фиг. стрелкой обозначено направление от объектива к пластинке). Старые конструкции: 1) мениск Волластона (фиг. 1), состоящий из одной линзы; 2) ландшафтная линза (фиг. 2), ахроматизованная в фотографическом смысле; 3) перископ Штейнгейля (фиг. 3); 4) апланат Штейнгейля (фиг. 4)—один из распространеннейших недорогих О.; 5) портретный О. Петцваля (фиг. 5)—светосильный О., дающий на небольшой части поля очень резкое изображение. В прежнее время для съемки портретов употреблялся исключительно этот О. и строился с отверстием до 150 *мм*. С изобретением новых сортов оптического стекла, в частности кронгласа с большим показателем преломления, получилась возможность строить более совершенные О., дающие большое плоское поле при значительной светосиле и почти свободное от астигматизма—т. наз. анастигматы. Первые анастигматы были построены фирмой К. Цейсс по данным Рудольфа. Наиболее употребительные из современных анастигматов: 6) «Тессар» Цейсса (фиг. 6) со светосилой от F : 2,7 до F : 6,3, состоящий из трех линз, из к-рых одна склеенная; 7) 6-линзовый симметричный «Планар» Цейсса; 8) 6-линзовый симметричный «Дагор» Герца (фиг. 7); 9) «Гелиар» Фохтлендера с вогнутой линзой в середине; 10) очень светосильный «Плазмат» Мейера; 4-линзовый «Догмар» Герца. Для



Фиг. 3 и 4.

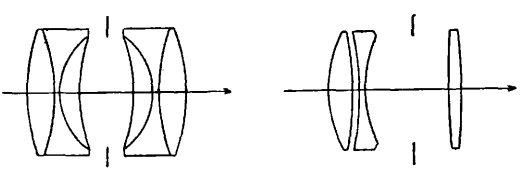
аэрофотосъемок с геодезич. целями весьма удобен «Messflieger» Цейсса, к-рый при большой светосиле (1 : 4,5) очень хорошо исправлен на дисторсию; 11) довольно совершенный и простой О. из трех линз (триплет) был изобретен Тайлором в Англии и впервые был построен Куком (фиг. 8). Сейчас он строится многими фирмами под разными названиями. Весьма большое поле при малой светосиле дают т. н. широкоугольные О.; таков например «Гипергон» Герца. В условиях немного отличных от обыкновенных фотографич. О. работают репродукционные О., которые должны давать резкое, плоское, свободное от искажений изображение, для случая, когда предмет по величине сравним с его изображением. Особый тип фотографического О. представляет *телеобъектив* (см.). Это оптич. система, состоящая из двух частей, положительной и отрицательной, находящихся на нек-ром расстоянии друг от друга, и потому имеющая фокусное расстояние



Фиг. 5 и 6.

значительно большее, чем расстояние от линз до изображения. Поэтому у телеобъектива изображение имеет размеры бо́льшие, чем у обыкновенного О. с таким же расстоянием от линз до изображения.

О. микроскопа (см. *Микроскоп*)—система линз, к-рая дает действительное увеличенное изображение весьма малого предмета, помещенного на расстоянии несколько большем главного фокусного расстояния системы. Это изображение рассматривается с помощью окуляра. Главные условия, к-рым должен удовлетворять О. микроскопа, следующие: уничтожение сферической аберрации, соблюдение условия синусов, ахроматизм, плоское поле (см. *Оптические приборы*). Одной из существенных величин, опре-



Фиг. 7 и 8.

деляющих свойства О. микроскопа, является численная *апертура* (см.), представляющая собой произведение из показателя преломления среды, в к-рой находится наблюдаемый объект и обращенная к нему поверхность О., на синус половины угла, под которым из объекта видна действующая часть фронтальной линзы О. С увеличением апертуры, а также с уменьшением длины волны употребляемого света, уменьшается минимальное расстояние между двумя еще раздельно видимыми объектами: возрастает т. н. разрешающая сила О. Так как апертура пропорциональна показателю преломления, то для получения большей разрешающей силы строятся т. н. иммерсионные О., где все пространство от О. до наблюдаемого предмета заполнено преломляющей средой.

Если эта среда имеет показатель преломления одинаковый с фронтальной линзой О., то последний называется объективом с однородной иммерсией. Иммерсия дает и др. преимущества. При употреблении не иммерсионных, т. наз. «сухих» систем приходится считаться с употреблением покровного стекла, к-рое закрывает объект в обычной микроскопической практике. Это стекло вводит гл. обр. сферич. аберрацию, меняющуюся с толщиной покровного стекла. Поэтому при расчете О. вводится поправка на покровное стекло определенной толщины. Для наблюдения объектов при различной толщине покровных стекол строятся т. н. коррекционные оправы, где остаток аберрации от неравенства толщины компенсируется раздвижением линз О. Менее удобно такая компенсация достигается изменением длины тубуса микроскопа. Употребление особых сортов оптич. стекла, а также флюорита, дают О., в к-рых в значительной мере уменьшен вторичный спектр, а также хроматич. разница сферич. аберрации. Эти О. называются апохроматами. В соединении с компенсационным *окуляром* (см.) они дают наиболее совершенное изображение. Менее совершенны О. с частью линз из флюорита; такие О. известны под названием полуапохроматов.

Лит.: Хвольсон О. Д., Курс физики, т. 2, Берлин, 1923; Кислов, Теория оптич. инструментов, М., 1915; Czapski S. u. Eppenstein O., Grundzüge d. Theorie d. optischen Instrumente nach Abbe, 3 Aufl., Lpz., 1924; Gleichen A., Lehrbuch d. geometrischen Optik, B., 1902; Handb. d. Physik, hrsg. v. H. Geiger u. K. Scheel, B. 18, Geometrische Optik, Optische Konstante, Optische Instrumente, B., 1927; Rohr M., Theorie u. Geschichte d. photographischen Objektivs, B., 1899. **В. Линник.**

ОБЪЕМНЫЙ ЗАРЯД в радиотехнике, пространственный заряд, электрический заряд, заполняющий нек-рый объем τ. Под плотностью О. з. понимается величина $\varrho = \frac{dq}{d\tau}$, где $d\tau$—физически бесконечно малый объем, а dq—величина заряда. Величина ϱ, вообще зависящая от координат и времени (x, y, z и t), связана следующими соотношениями: а) с зарядом электрона или иона e и числом N таких зарядов в 1 *см*³: $\varrho = eN$; б) с плотностью тока $j = \varrho v = eNv$, где v—скорость движения элементов (e) О. з.; в) с напряженностью электрич. поля E: $\operatorname{div} E = 4\pi\varrho$; г) с потенциалом V (ур-ие Пуассона):

$$\Delta V = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = -4\pi\varrho.$$

Здесь везде $\varrho \lessgtr 0$ в зависимости от знака зарядов. Последнее соотношение для цилиндрических (плоская проблема) и для сферич. координат, в первом случае—с осью симметрии, а во втором — с центром симметрии, дает соответственно:

$$\frac{1}{r}\frac{d}{dr}\left(r\frac{dV}{dr}\right) = \frac{d^2V}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{dV}{dr} = -4\pi\varrho$$

для цилиндрического расположения, причем $r^2 = x^2 + y^2$, и

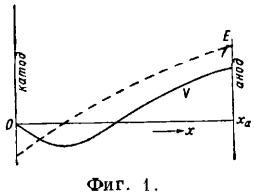
$$\frac{1}{r^2}\frac{d}{dr}\left(r^2\frac{dV}{dr}\right) = \frac{d^2V}{dr^2} + \frac{2}{r}\frac{dV}{dr} = -4\pi\varrho$$

для сферического расположения, причем $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$.

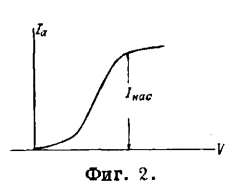
О. з. играет крупную роль во всех устройствах, где электрич. ток проходит сквозь пространство, содержащее свободные электроны или ионы (гл. обр. электронные лампы, различные газовые выпрямители, вольтова дуга и др.). В электронных лампах О. з. образуется преимущественно вблизи накаленного катода в виде электронного облачка. Последнее состоит из выделенных катодом, но, вследствие недостаточности анодного напряжения V_a, не увлеченных анодом электронов; при установившемся режиме плотность ϱ этого облачка неизменна во времени и пространстве, но «индивидуально» состав облачка подвижен, так как 1) часть электронов все время покидает его и, направляясь к аноду, образует анодный ток, 2) эти электроны непрерывно заменяются новыми из катода, 3) электроны отчасти возвращаются из облачка обратно к катоду. В облачке ϱ непрерывно изменяется от катода к аноду, достигая на некотором расстоянии от катода максимума; т. о. границ облачка указать по существу дела нельзя. Соответственно изменению ϱ и потенциал V имеет некоторый ход по мере перемещения от катода к аноду, обладая минимумом на расстоянии x_m от катода, причем x_m тем больше, чем V_a меньше, а $V_{min} < 0$ м. б. определено из соотношения (получаемого на основании закона для свободной эмиссии):

$$V_{min} = \frac{kT}{e}\ln\frac{I}{I_{нас.}} \qquad (1)$$

(k—постоянная Больцмана, T—абс. температура). В виду того что электроны покидают катод с некоторой начальной скоростью



Фиг. 1.



Фиг. 2.

(средней квадратичной, см. *Кинетическая теория* газов) $u > 0$, то V_{min} обязательно д. б. < 0, ибо в противном случае мы всегда имели бы ток насыщения. Фиг. 1 дает примерное (схематическое) распределение величин E (напряженности поля) и V между анодом и катодом.

О. з. благодаря образованию $V_{min} < 0$ создает у катода поле, обратное полю анода, и, тем самым тормозя вылет электронов из катода, ограничивает величину анодного тока, уменьшая его с величины $I_{нас.}$, которую он должен был бы иметь по ф-ле Ричардсона, до величины $I_a < I_{нас.}$. Повышение V_a разрушает О. з., перемещая одновременно V_{min} к катоду и приближая эту величину к 0; тем увеличивается I_a, который однако, разумеется, не может превзойти $I_{нас.}$ (фиг. 2). Приближенный подсчет на основании уравнения Пуассона и соотношений $I = \varrho v$ и $\frac{mv^2}{2} = eV$ (m—масса электрона) пренебрегает скоростью вылета и должен поэтому принять для величины E у поверхности катода значение 0 (при $E > 0$ не имело бы места ограничение тока, при $E < 0$ ток был бы нуль); получающаяся зависимость

характерна независимостью тока I от T и пропорциональностью I величине $V_a^{3/2}$ («закон трех вторых»): $I = a \cdot V_a^{3/2}$, причем эта зависимость должна соблюдаться для электродов любой формы. Константа a вычислена для: 1) плоских электродов с взаимным расстоянием x и площадью S

$$a = \frac{\sqrt{2}}{9\pi}\sqrt{\frac{e}{m}} \cdot \frac{S}{x^2};$$

2) для цилиндрических (теоретически бесконечно длинных) длины l и радиуса анода r

$$a = \frac{1}{9}\sqrt{\frac{e}{m}} \cdot \frac{l}{r\beta^2};$$

здесь β^2—функция отношения радиусов анода и катода и вообще (кроме ламп с подогревом) близко к 1 (таблица β^2—см. *Лампа электронная*; там же приведено и значение a для сферических электродов). Впервые «ф-лу $^3/_2$» вывел Чайльд (1911), затем независимо от него и друг от друга Лангмюр и Шоттки. Принятие в расчет скоростей вылета, распределенных по закону Максвелла и группирующихся около величины $u_0 = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$ (k — газовая постоянная, отнесенная к 1 молекуле), крайне усложняет расчет и даже не приводит к замкнутым сколько-нибудь простым ф-лам. Так, для плоских электродов полное решение (Лангмюр) дается при помощи некоторой функциональной зависимости ψ между вспомогательными величинами

$$\xi = A(x - x_m) = 9{,}180 \cdot 10^5 \cdot T^{3/2} \cdot I^{1/2}(x - x_m)$$

и

$$\eta = \frac{e}{kT}(V - V_m) \quad (x_m \text{ и } V_m = V_{min} \text{ — см. выше})$$

в виде $\xi = \psi(\eta)$; для функции ψ Лангмюром дана таблица (см. литературу). Самое вычисление приходится вести при предположении, что для катода $V = 0$ и $x = 0$, по следующей схеме: 1) по данным лампы и T катода устанавли ается ток насыщения $I_{нас.}$; 2) по (1) определяется V_m и далее значение η для катода $\eta_k = \ln \frac{I_{нас.}}{I}$; 3) по η_k в таблице для ψ находится ξ_k; 4) получаются выражения $Ax = \xi - \xi_k$ и $V = 8{,}62 \cdot 10^{-5}\, T\, (\eta - \eta_k)$; 5) подставляя $x = x_a$ (анода), получаем ξ для анода и по таблице $\psi - \eta$ для анода, и из него V_a. Т. о. перебирая различные I, составляем зависимость I, V; таким же образом можно получить и V или ϱ в функции x для I=Const и V=Const. В частности может быть найдено и x_m, хотя для нахождения I, V это не необходимо: для $x = x_m$ имеем $V = V_m$ и потому $\eta = 0$, а также и $\xi = 0$, или $Ax_m = [-\xi_k]$ (конечно > 0); x_m зависит от V_a (через I), убывая с увеличением V_a. Разложение ψ дает в первом приближении «закон $^3/_2$», а во втором (для плотности тока):

$$I = \frac{\sqrt{2}}{9\pi}\sqrt{\frac{e}{m}}\frac{(V - V_m)}{(x - x_m)^2}\left\{1 + \frac{2{,}66}{\sqrt{\frac{11\,600}{T}(V - V_m)}}\right\}.$$

Непринятие в расчет скорости вылета дает при $V_a \cong 30$ V (при плоских электродах) ошибки порядка до 50%. Для цилиндрических электродов ошибка от той же причины при $20 < \frac{r_a}{r_k} < 500$ порядка всего 3—9% (в сторону недооценки I_a), тогда как, считая $\beta^2 = 1$, мы делаем приблизительно ту же ошибку, но противоположного знака. Величина x_m здесь сказывается только на уменьшении r_k, т. е. на величине β^2, следовательно очень незначительно. Точное выражение для тока на единицу длины дает здесь:

$$I = 1{,}468 \cdot 10^{-5}\left\{V - V_m + \frac{V_0}{4}\ln\frac{V}{\lambda V_0}\right\}^{3/2}\frac{1}{r\beta^2},$$

где V_m определяется из (1), а

$$V = \frac{3k}{2e}T = \frac{T}{7\,733}\ \text{V}$$

получается порядка 0,2—0,3 V; так как далее V_m не превосходит нормально 0,5 V при $\frac{I_{нас.}}{l} > 0{,}1$, то вся поправка составляет доли вольта.

Существованием О. з. определяется очевидно существование конечной крутизны характеристики $S = \frac{\partial I}{\partial V}$; разрушение или же нейтрализация О. з. положительными ионами поэтому способны чрезвычайно повысить крутизну и находят себе применение в кенотронах («газотронах») с парами ртути. Благодаря низкому ионизационному *потенциалу* (см.) ртути (10,4 V) ток в таком газотроне достигает насыщения примерно при этом же, сравнительно очень низком напряжении, что очень выгодно в эксплоатации в виду уменьшения потерь.

Аналогичное предложено для усилительных ламп, однако повидимому пока без технического успеха. В этих случаях необходима особо тщательная дозировка количества положительных ионов во избежание появления положительных зарядов на сетке. При этом нужно заметить, что каждый тяжелый ион благодаря своей малой подвижности способен скомпенсировать действие сотен и тысяч (смотря по молекулярному весу иона) электронов. Для указанной цели нельзя применять газов, образующих пленки на катоде или на стенках, поэтому кроме Hg применимы только инертные газы (наполнение ламп парами Na и K преследует иные цели). Следует резко отличать достигаемое таким обр. усиление электронного тока из-за нейтрализации объемного заряда от усиления тока, благодаря присоединению в сильногазовых лампах после ионизации газа тока положительных ионов. В различных газовых выпрямителях (с Ar, He, Hg), у которых один электрод малых размеров (анод при прохождении тока) помещен в глубине узкого пространства с непроводящими стенками, — около этого электрода, когда он становится отрицательным, образуется О. з. Этот О. з. из малоподвижных положительных ионов не допускает сколько-нибудь значительного притока положительных ионов из остального пространства (явление, обратное расположению О. з. в электронной лампе, где О. з. собирается у катода, и того же знака, что и катод) и тем уменьшает «обратный ток». Образование О. з. в областях иных, чем у катода, играет значительную роль и в электронных лампах. Так например, О. з. образуется между «сеткой О. з.» и управляю-

щей сеткой (ближе к последней) в «лампах с сеткой О. з.» («двухсетки»), образуя т. наз. «виртуальный катод» (термин Пирса - Тонкса); все происходит так, как если бы катод имел диаметр виртуального катода, т. е. величина β^2 падает, а I возрастает. В лампах экранированных (или с экранирующей сеткой) О. з. образуется около анода, если $V_a < V_{экр.}$ (если даже $V_a > 0$). Вторичные электроны также могут образовать О. з. О роли О. з. при генерации дециметровых волн см. *Ультракороткие волны*.

Лит.: Бурсиан В., «Ж», 1922, т. 50, стр. 139 (плоские электроды); Богуславский С., «Труды Госуд. экспериментальн. электротехнич. ин-та», Москва, 1924, вып. 48 (цилиндрич. электроды); Langmuir J., «Phys. Review», N. Y., 1913, v. 2, p. 425; «Physikal. Ztschr.», Lpz., 1914, B. 15, p. 348; Schottky W., ibid., 1914, *15*, p. 526 (поправка на скорость вылета); Schottky W., «Annalen d. Physik», Lpz., 1914, B. 44, p. 1011 («закон $^3/_2$»); Langmuir J., «Phys. Review», N. Y., 1923, v. 21, p. 419 (таблица ψ); Fry Th., ibid., 1921, v. 17, p. 441, 1923, v. 22, p. 445; Langmuir J. a. Blodgett K. B., ibid., v. 22, p. 347 (цилиндрич. электроды); Langmuir J. a. Blodgett K. B., ibid., 1924, v. 24, p. 49 (сферич. электроды); Tonks L., ibidem, 1927, v. 30, p. 501; Fouaust R., «L'onde électrique», P., 1929, *8*, p. 227 (виртуальный катод). **Б. Введенский.**

ОВЕЧЬЕ МАСЛО (сливочное) получается из овечьего молока кустарным способом в овцеводных районах Болгарии, Юж. Америки и т. д.; в СССР—на Кавказе, в Казакстане и на Алтае. Овечье молоко богаче жирами (6,98—9,7%), нежели коровье (2,7—5,6%). О. м. белого цвета, его удельный вес (100°) 0,8690—0,8695, $t°_{пл.}$ 29—30° и $t°_{заст.}$ 12°. Число омыления О. м. 216,8—242,6; число Генера 88,5; Рейхерта-Мейсля 23,3—32,9; иодное число 29,7—38,5; кислотное число свежего масла д. б. не выше 0,5—3,0; общее содержание казеина, молочного сахара, молочной к-ты, золы в О. м. 1,2—1,5%; содержание жира—82,8—87,2%. Нерастворимых в воде жирных к-т 88—90%, летучих к-т 11,4—14,7%, считая на масляную кислоту. В состав О. м. входят следующие жирные к-ты (1 проба): 6,5% масляной кислоты, 1,2% капроновой; 4,2% каприловой; 4,8% каприновой; 4,7% лауриновой; 13,7% миристиновой; 13,3% пальмитиновой; 4,4% стеариновой; 40,7% олеиновой и 0,3% диоксистеариновой. Высокое число омыления Рейхерта-Мейсля и низкое—Генера обусловливаются содержанием низкомолекулярных летучих к-т. О. м. прогоркает на свету и в тепле, что является результатом гидролитич. расщепления глицеридов и процесса окисления, причем образуются альдегиды и кетоны. Раса, период лактации, время года, погода, уход, географич. происхождение молока, корм и т. п. влияют на состав О. м., но этот вопрос еще недостаточно изучен.

Лит.: Eldson G., The Chemistry and Examination of Edible Oils a. Fats, L., 1926; Grün A., Analyse d. Fette u. Wachse, B. 2, B., 1929. **С. Иванов.**

ОВОЩЕВОДСТВО, см. *Производство овощей*.

ОВРАГИ, различной величины выемки на земной поверхности, произведенные проточной водой. О. развиваются преимущественно в рыхлых породах, плохо залесенных и задернованных, при условии достаточного уклона. Началом оврага может послужить любая канава, проведенная по склону, или борозда, а иногда и простая колея дороги. При благоприятных условиях и в случае непринятия соответствующих мер, размыв м. б. настолько энергичным, что в течение нескольких лет склон будет перерезан глубоким О. Быстро растущий О. имеет узкое дно и крутые склоны, в противоположность старым О. («балки»), склоны которых более пологи и задернованы, а иногда и залесены, а на дне отлагается принесенный с верховьев материал. О. начинается одним или несколькими отвершками, которые, соединяясь вместе, образуют основной О. Обычно явления размыва наиболее энергичны в верховьях оврагов. В глубоких О. в склонах наблюдаются *обвалы* (см.) от подмыва склонов, а также и *оползни* (см.). Если овраг прорезал водоносный горизонт, то по дну протекает ручей большей или меньшей мощности, в зависимости от мощности водоносного горизонта и характера пород дна. В рыхлых породах (пески, галечник) водоток иногда пропадает (просачивается), появляясь вновь в местах с водонепроницаемыми породами. Это всегда надо иметь в виду при определении действительного водоносного горизонта при гидрогеологич. изысканиях.

О. приносят огромный вред: 1) разрушение полей и угодий и снос с них почвы, 2) размыв дорог и необходимость построек мостов и их защит, 3) ускоренный сток дождевых и талых вод, благодаря чему меньшее количество воды пропитывается в почву, 4) благодаря вскрытию водоносных горизонтов (дренаж)—понижение уровня грунтовых вод, ибо обедняются источники, колодцы, а иногда и совершенно высыхают, 5) вследствие усиленного выноса из О. размытого материала—обмеление рек и отсюда увеличение затрат на землечерпательные работы. Меры борьбы с оврагами: предупредительные, к-рые заключаются в оберегании лесов и кустарников от порубки по крутым склонам в районах развития О.; кроме того необходимо избегать распахивать крутые склоны и проводить канавы. Уже образовавшийся О. надо стремиться возможно скорее закрепить от дальнейшего роста и углубления: верховья оврага и боковые отвершки необходимо засыпать соломой, стружками, хворостом; склоны покрывать дерном и производить насаждения; обваливающиеся склоны укреплять плетнем, укладывать камнями; поперек дна оврага ставить плетень, возводить из камня невысокие стены для того, чтобы уменьшить скорость протока воды и тем самым уменьшить размывающее действие дождевого потока, благодаря чему около заграждений будет отлагаться размытый и принесенный сверху материал. В местах особенно крутых, сильно размываемых (слои песка), необходимо устраивать деревянные желоба с ящиком внизу для стока воды. Особенное распространение овраги получили на юге и юго-востоке СССР, где развитию их способствуют мягкие третичные и четвертичные породы, отсутствие лесов и плохая задернованность почвы.

Лит.: Докучаев В., Овраги и их значение, СПБ, 1887; Керн Э., Овраги, их закрепление, облесение и запруживание, 8 изд., М.—Л., 1928; Массальский В., Овраги черноземной полосы России, их распространение, развитие и деятельность, СПБ, 1897; Максимович Н. М., Днепр и его бассейн, Киев, 1901; Спарро Р., Образование котловин как результат разрастания оврагов, «Ежегодник гео-

логии и минералогии России», Петербург, 1907, т. 9, вып. 3. **П. Топольницкий.**

ОВЦЕВОДСТВО. Овцы принадлежат к жвачным, парнокопытным, полорогим животным. Домашняя овца произошла от дикой. Насчитывается большое количество рас диких овец, причем центром их распространения является Азия. Считают, что домашние овцы произошли не менее как от трех диких видов—от муфлона (сейчас различные расы муфлона встречаются на островах южной Европы, в Малой Азии), аркала (дикий баран северной Персии и Туркменистана) и аргали (дикий баран Алтайск. гор). Приблизительно в районе распространения этих диких форм должны были быть и центры доместикации овец. Все дикие бараны имеют короткий хвост и грубый волос. Руно овец, а также длинный, часто жирный, хвост принадлежат у овец к доместикационным признакам, т. е. к признакам, которые появились после одомашнения диких форм.

Классификация. Все существующие породы овец по роду их производительности можно классифицировать след. образом (эта классификация разработана проф. М. Ивановым): 1) овцы шерстные; 2) овцы мясные; 3) овцы шубные, или овчинные; 4) овцы мясо-сальные (курдючные); 5) овцы мясо-шерстные; 6) овцы мясо-шерстно-молочные; 7) смушково-молочные; 8) овцы молочные. Наибольшее значение имеют первые две группы, так как они являются культурными и специализированными в своей производительности; принадлежащие к этим группам породы служат улучшателями более примитивных пород остальных групп. Шерстные и мясные овцы дают наиболее ценную для текстильной промышленности тонкую шерсть (мериносовая, английская), тогда как другие породы дают полугрубую и грубую шерсть, а потому и называются грубошерстными (см. *Волокна прядильные*). Мясные породы имеют очень быстрый рост, они очень скороспелы и уже в молодом возрасте дают большой живой и очень хороший убойный вес. Грубошерстные овцы имеют до сих пор главн. образом потребительское значение и если большие партии их и идут на мясо, то расцениваются ниже мясных и метисов мясных с грубошерстными. Заграничный рынок очень низко расценивает мясо грубошерстных овец. Некоторые породы грубошерстных овец, отличающиеся специфической производительностью (например смушки каракульской овцы, овчины романовской), имеют очень большую рентабельность и могут конкурировать с культурными породами.

Биологические и хозяйственные особенности овец. Овца отличается вообще очень быстрым ростом и отличным усвоением корма, приближаясь в этом отношении к свиньям. Удвоение живого веса новорожденных животных при хорошем питании происходит у нормального молодняка: у жеребят в 60 дней; у телят—47 дней; ягнят—15 дней; козлят—22 дня; поросят—14 дней. В дальнейшем скорость роста вообще быстро уменьшается, но у ягнят мясных овец удерживается дольше в течение первых месяцев их жизни. В это время скорость роста мясных ягнят поразительна: она доходит до 400 *г* и выше в сутки. Изменение живого веса у мясных ягнят при обильном кормлении протекает в среднем след. обр.: удвоение веса при рождении на 13-й день; утроение—на 23-й; учетверение—на 34-й; увеличение в пять раз—на 44-й; в шесть раз—на 56-й; в семь раз—на 67-й день. К отъему в 3—$3^1/_2$ месяца живой вес ягнят доходит до 45—50 *кг*. Мясные овцы откладывают жир не только под кожей, но главным образом между мускулами, отчего мясо получает мраморный вид. Ту же особенность имеют и мясо-шерстные овцы, происшедшие от скрещивания мясных и шерстных овец, например мясные мериносы—прекосы и корридельские овцы. Другой чрезвычайно важной хозяйственной особенностью некоторых групп овец (курдючных и жирнохвостых овец) является их способность при хороших условиях кормления быстро откладывать запас жира на крестце или в хвосте. Во время скудного кормления этот запас жира расходуется организмом, и такая овца легче переносит голодный период, чем овца, не откладывающая запаса жира. Этот жир откладывается у курдючных овец на крестце, у жирнохвостых же овец на хвосте, причем у курдючных он начинает откладываться еще в эмбриональный период, и курдючный ягненок родится уже с хорошо сформированным курдючком; у жирнохвостых овец хвост наполняется жиром в течение первых двух недель жизни ягненка. Как курдюк, так и жирный хвост, в особенности же курдюк, ягненка очень быстро увеличиваются в весе, и курдючные ягнята показывают суточный прирост, который не уступает суточному приросту культурных мясных овец, хотя конечно часть увеличения веса надо отнести не за счет образования мускулатуры, а за счет увеличения жира в курдюке. Жир в курдюке и хвосте более легкоплавкий, чем жир подкожный или из брюшной полости. Баранина представляет собою один из самых здоровых и питательных продуктов: она почти свободна от туберкулеза и весьма редко бывает поражена зародышами различных глист в самом мясе. Отбросов (кости, кожа, сухожилия) баранина имеет 18%, в то время как телятина 30%, говядина 23%. 1 *кг* свежего мяса содержит (по Кулешову):

Мясо	Сухое вещество, %	Жир, %	Cal
Говядина	30—54	80—34	2 000
Телятина	26—31	5—16	1 200
Свинина	—	—	2 300
Баранина (ягнятина)	<51	20—40	2 800
Баранина (взрослая, хорошо откормленная)	<70	35—55	

Следующая по важности производительность овец—*шерсть* (см.). Важной хозяйственной особенностью овец является молочность. Молочность овец используется в Закавказьи, Крыму, южн. Украине, Казакстане и Киргизии. Молоко овец содержит 6—7% жира и идет на приготовление сыров:

брынза и качкавал—продукты, очень ценимые на Кавказе, в Крыму, в Турции и на Балканск. полуострове. Овечье молоко идет и для очень дорогих мягких французских сыров, как рокфор (см. *Сыроварение*). Изготовление этих последних сыров могло бы у нас служить предметом экспорта. В Казакстане и Киргизии из овечьего молока приготовляют различные продукты. Регулярная дойка овец у нас встречается только в этих республиках. Как выяснено экспериментальными работами (опытные станции в СССР), удой овец колеблется от 100—120 *л* (за 4 месяца у гемпширов и рамбулье) до 175—210 *л* (за 5 месяцев у курдючных овец). Германские остфрисландские молочные овцы дают до 1 500 *л* (данные официальных испытаний); в среднем хорошая остфрисландская овца дает 600—700 *л* за 250—300 дней.

Кроме шерсти, мяса и молока овца доставляет овчины для шуб и смушек. Овчины являются превосходным мехом благодаря теплоте, легкости и прочности. Лучшие овчины дают северные короткохвостые овцы (см. *Овчина*). Шкурка, снятая с ягненка смушково-молочной группы овец, называется смушком (см. *Меховое производство*).

Из биологических особенностей овец нельзя упускать и их плодовитость. Некоторые породы (северные короткохвостые, маршевые, часть мясных) обыкновенно приносят двойни, а плодовитость северных короткохвостых и маршевых (в особенности первых) еще выше. Тут часто рождаются тройни, а иногда и четыре ягненка. Наивысшее число ягнят, восемь в одном помете, зарегистрировано у романовской овцы в 1923 г. Овцы особенно хорошо используют пастбища. Они относятся к низко подгрызающим траву животным и могут находить себе корм в тех местах, где крупный рогатый скот голодает. По данным американских опытных станций из 600 разновидностей сорных трав овца ест 570 разновидностей, лошадь—82 и корова—56. Точно также при зимнем кормлении овца благодаря тонким губам может извлечь больше питательных остатков из всяких гуменных кормов и потому солому и мякину овца использует лучше, чем другие сельскохоз. животные. Это свойство овец привело к тому, что им всегда отводятся худшие пастбища и зимою содержат их хуже, чем других животных, что конечно неправильно, и потому овца не может проявить свою действительную производительность. Навоз овец у нас совершенно не используется; в Германии считают, что он представляет собою важное удобрение и что на тяжелых глинистых почвах он дает эффект лучший, чем навоз от других сел.-хоз. животных.

Экстерьер овец. Осмотр и оценка животных в отношении экстерьера необходимы, чтобы решить, имеет ли животное нормальное телосложение и не имеет ли оно каких-либо конституциональных дефектов, понижающих его производительность. При осмотре необходимо прежде всего обратить внимание на то, насколько возраст животного соответствует его развитию. Возраст у овец определяется по зубам, причем у скороспелых мясных пород и у скороспелых мериносов смена молочных зубов на постоянные происходит раньше, чем у поздноспелых пород овец (шерстные мериносы и грубошерстные овцы), а именно:

Названия зубов	У скороспелых	У поздноспелых
1-я пара резцов (зацепы) . . .	в 1 г.	в $1^1/_2$ г.
2-я пара резцов (внутр. средние)	в $1^1/_2$ г.	в 2 г.
3-я пара резцов (наружн. ср.)	в $2^1/_4$ г.	в $2^3/_4$ г.
4-я пара резцов (крайние) . .	в 3 г.	в $3^3/_4$ г.

При осмотре каждой овцы независимо от ее породы надо иметь в виду хорошее телосложение и отсутствие переразвитости. У овцы не д. б. тонкие, как бы перешнурованные, кости ног, тонкие просвечивающие уши, тонкая узкая голова, узкая грудь, узкий, свислый крестец, острая холка, провисшая спина, плохой постанов ног (сближенные в запястьях и в скакательных суставах, или развороченные или поджатые под туловище, саблистые задние ноги). В общем все телосложение должно быть пропорционально; животное не должно казаться высоконогим и растянутым. Общий вид д. б. крепкий и здоровый. Пол д. б. резко выражен, и большим недостатком будет женственный вид барана, и наоборот. Половой аппарат барана и вымя матки д. б. хорошо развиты. Шерсть густая, не грубая наощупь, выравненная (обычно на бедре шерсть грубее, чем на лопатке, и большая разница в качестве шерсти на этих местах дает невыравненное руно) — вообще чем шерсть однороднее по всей поверхности руна, тем лучше. Брюхо, предплечье и голень должны быть покрыты таким же рунным волосом, как и все туловище. Распространение рунного волоса на голове и на остальных частях ног зависит уже от породы, но хорошая оброслость головы и ног коррелирует с густотою руна вообще. В отношении экстерьера—у мясных овец туловище имеет вид параллелепипеда, округлые, боченкообразные ребра, широкие мясистые грудь, холка, спина, поясница и крестец, причем грудная кость (осколок) резко выдается вперед, и положение грудной кости к позвоночнику—параллельное, а не под углом, как это имеет место у других пород овец. Шея у мясных овец короткая, округлая, мускулистая, незаметно переходящая в плечи. Мускулатура бедра и голени (окорок) развита очень пышно, и чем ниже этот окорок спускается к скакательному суставу, тем лучше. Ноги сравнительно короткие и широко расставленные. Необходимо помнить, что лучшие сорта мяса расположены на задней части туловища (поясница, крестец), почему на мускулатуру этих частей должно быть обращено особое внимание.

При оценке мериносовой шерстной овцы имеют в виду шерсть, ее главную производительность. О тонких и главных особенностях мериносовой шерсти см. *Волокна прядильные* и *Шерсть*. При оценке руна мериносовых овец особое внимание обращается на густоту и массу шерсти. Шерсть д. б. густой: при раскрывании руна руками должна

получаться извилистая узкая полоска кожи, если же руно рыхлое, то полоска кожи более широкая и прямая; затем наощупь чувствуется, что шерсти на овце много и она очень плотная и упругая. При надавливании рукой руно должно быстро восстанавливать свою форму. На брюхе и предплечьи шерсть должна иметь такое же строение руна, как и на остальных местах туловища. Мериносовые шерстинки соединены в отдельные косички, а последние соединены в штапельки; несколько штапельков образуют штапель. Различают штапель наружный, т. е. вид руна снаружи, и штапель внутренний, т. е. внутренний вид при раздвигании руна, другими словами—верхнюю и боковую поверхность штапеля. По своей форме наружный штапель бывает мелкозернистым, крупнозернистым, мелкоквадратным, крупноквадратным. По боковой поверхности различают штапель цилиндрический, конический и воронкообразный. На боковой поверхности штапеля видна извитость мериносовой шерсти, по которой определяют тонину (см. *Волокна прядильные*). Густая мериносовая шерсть имеет штапель цилиндрический с боковой поверхности, мелкозернистый или мелкоквадратный — с наружной. Пороки мериносового руна: 1) неуравненность (см. выше); 2) неверность извитости—когда на боковой поверхности штапеля замечается неравномерная извитость, т. е. на одном и том же штапельке будут два сортимента по тонине; 3) нитка на брюхе и предплечьи — шерстинки не соединены в штапельки, а образуют такие же петли, как в нитке распущенного чулка; 4) уступ—когда на штапеле замечается перехват шерсти, что происходит от сильного утончения шерсти из-за болезни животного или плохого кормления. В мериносовой шерсти всегда есть жиропот (см. *Воски*), к-рый у нек-рых пород мериносов очень обилен и трудно растворим в воде; такое руно называется смолистым, т. к. сверху это руно покрыто как бы смолой. Боковая поверхность штапеля шерсти с трудно растворимым жиропотом оранжевого цвета. Шерсть с нормальным жиропотом светложелтая. Вымытая мериносовая шерсть—белая. В 100 ч. грязной мериносовой шерсти средн. качества имеется по весу: 31% чистой шерсти, 32,7% растворимого в холодной воде жиропота, 8,6% нерастворимого жиропота, 27,7% посторонних веществ (пыль, остатки корма и пр.). У грубошерстных и мясных овец выход чистой шерсти 50 — 60%. При указании количества настрига шерсти с головы обычно указывают вес грязной шерсти. Жиропот, смешиваясь с пылью и склеивая кончики косичек (штапельков), образует как бы верхний слой в руне, к-рый предохраняет шерсть от вредных атмосферных влияний. Без жиропота шерсть теряет свою структуру и становится похожей на паклю (ватная шерсть, или паклистая).

Породы овец. Во всем мире сейчас насчитывается до 650 млн. овец, причем это количество обнаруживает тенденцию в некоторых государствах увеличиваться, в других же несколько уменьшаться. Главные овцеводные страны в 1928 г.:

	Число овец		Число овец
СССР	124 953 000	Великобритания и северн. Ирландия	24 515 503
Австралия	96 000 000	Уругвай	22 500 000
Китай	45 000 000	Испания	20 528 677
США	44 935 000	В остальных государствах меньше	2 000 000
Южн. Африка	40 109 826		
Аргентина	36 208 981		
Индия	35 084 958		
Н. Зеландия	27 001 236		

Из этих главных овцеводческих стран культурные породы овец, доставляющие шерсть для текстильной индустрии и экспортную баранину, находятся в Австралии, Н. Зеландии, США, Аргентине, Южноафриканском Союзе, Англии, Испании и Уругвае. СССР, Китай и Индия имеют грубошерстных овец. До войны в СССР было до $4^1/_2$ млн. мериносовых овец, к-рые за годы гражданской войны почти все были уничтожены. В настоящее время количество овец с тонкой и полутонкой шерстью в СССР вновь дошло до $2^1/_2$ млн. Породный состав овец сказывается на удельном весе страны в отношении продуктов овцеводства на мировом рынке. Из пород овец наибольшее экономич. значение имеют наиболее специализированные породы: мериносы и англ. мясные овцы.

Мериносы представляют собой овец с самой тонкой однородной шерстью, тониной от 20 до 30 μ_1. Наиболее производительные типы мериносов были созданы в Германии и Франции, и мировое мериносовое О. было создано на основе немецких и французских мериносов. Сейчас наибольшее значение по численности имеют австралийские мериносы. В настоящее время наиболее нежную мериносовую овцу типа электораль, дававшую лучшую суконную шерсть, уже нельзя встретить; она оказалась экономически невыгодна. Точно так же почти исчез и другой тип мериносовой суконной овцы, негретти, отличавшийся большими складками. Третий тип мериносов, выведенный в Сев. Америке и в России под названием инфантадо и представлявший собою крупную и многошерстную овцу со штофной шерстью (~6 *см* длины) в настоящее время сохранился отчасти в Северной Америке под названием мериноса типа В. Тип А содержит весьма много крови негретти, а тип С больше крови рамбулье и в Австралии тип fine wool и medium wool. Главное же значение сейчас имеет крупный камвольный меринос французского происхождения рамбулье. Это крупная овца: до 64—70 *кг* матки и до 90—100 *кг* бараны с камвольной шерстью (7—8 *см* длины) и имеющие только 2—3 складки кожи на шее и небольшую складку кожи у корня хвоста (розетку). Овцы типа рамбулье представляют собою в настоящее время главную массу тонкорунных овец в США и в СССР. Кроме того почти чистый тип рамбулье представляет и лучший тип австрал. мериносовой камвольной овцы, а именно Wanganella, который в настоящее время австрал. специалистами выделяется в самостоятельное отродье. Овцы Wanganella сейчас наиболее ценны (до 50 000 р. за племенных баранов), и на них было основано улучшение мериносов в Южной Африке, а в последнее время их стали ввозить даже в Алжир (вывоз мериносов из Австралии в настоящее время

запрещен декретом австрал. парламента). От скрещивания рамбулье с мазаевским мериносом на Сев. Кавказе получен был русский новокавказский камвольный тип. Лучшую по крепости камвольную шерсть дает южнорусская мазаевская овца (меринос, выведенный овцеводом Мазаевым), но эта овца очень мелкая, плохого экстерьера и плохой конституции, подвержена заболеваниям и потому не может иметь значения в деле восстановления русского мериносового О. В чистом виде мазаевской овцы осталось немного. Все мериносы представляют собою отличных пастбищных животных и хорошо акклиматизируются в разнообразных условиях. Ягнята родятся довольно крепкими и сравнительно с другими культурными породами мало подвержены легочным заболеваниям. Однако и рамбулье не удовлетворил овцеводов по своей позднеспелости и не особенно высокому качеству мяса. Идеалом являлась английская скороспелая мясная овца с шерстью мериноса. Путем скрещивания с англ. длинношерстными овцами были получены во Франции бесскладчатые мериносы суассоне и шатильоне, а также и дишлей-мериносы; последние в настоящее время консолидированы в самостоятельную породу иль-де-франс. Мериносы суассоне и шатильоне, а также и дишлей-мериносы были ввезены в Германию и в короткое время совершенно преобразовали немецкое мериносовое х-во, которое в настоящее время разводит мясных мериносов и мясо-шерстных мериносов, или камвольных мясных мериносов с шерстью А и камвольных мясных мериносов с шерстью А/В (по последней германской номенклатуре). Мясные мериносы произошли от введения крови мериносов суассоне и шатильоне, а мясо-шерстное направление—от разведения дишлей-мериносов и меле (скрещивания мериносов с бордер-лейстером). Немецкие мясные мериносы под общим названием прекосов очень хорошо акклиматизируются в СССР и сейчас ввозятся к нам в большом количестве. Это — крупная овца: матки 64—70 *кг* и годовые бараны 90—120 *кг* с длинной камвольн. шерстью тониной 25—30 *μ*. Порода комолая (бараны и матки)—с худшей, чем у рамбулье, оброслостью морды (лицевая часть головы) и передних ног. Прекосы также хорошие пастбищные животные, но требуют для своего нормального развития более богатых кормовых условий, чем шерстные мериносы. И в других государствах замечается стремление разводить не чистошерстных, а мясо-шерстных скороспелых овец, см. т. наз. кроссбредной шерстью. Новозеландская корридельская овца, полученная путем разведения «в себе» метисов англ. длинношерстных овец с мериносами, в настоящее время не только занимает доминирующее положение в Новой Зеландии, но и сильно распространяется в Австралии, Аргентине и США. Кроме того в самой Австралии и в США выведены аналогичным путем похожие на корридельскую овцу отродья (полуэрс в Австралии; колумбия, панама, ромельдель—в США), к-рые уже начинают появляться на выставках и аукционах. Мериносы и кроссбредные типы овец имеют сомкнутое руно.

Английские мясные овцы наиболее специализированы в отношении скороспелости, чисто мясного экстерьера и качества самого мяса. Англ. мясные овцы большей частью являются плохими пастбищными, не переносят больших перегонов и не обладают стадным инстинктом, пасутся врозь. Очень требовательны к хорошим условиям кормления летом (богатые пастбища) и зимой (обязательно концентрированный корм и корнеплоды) и к форсированному выращиванию молодняка (без обильного кормления очень быстро хиреют и вырождаются). Молодняк родится более слабым, чем у мериносов, и процент отхода молодняка всегда больше, чем в других породах. Англ. мясные овцы делятся на две больших группы: длинношерстных белых овец, имеющих люстровую шерсть (см. *Волокна прядильные*), и короткошерстных или черноголовых — темная окраска морды и ног. Краткая характеристика главных пород дана в табл. 1.

Табл. 1.—Характеристика главных пород овец.

Порода	Живой вес барана	Живой вес матки	Настриг шерсти	Характер шерсти	Длина шерсти	Тонина шерсти
	кг				*см*	*μ*
Длинношерстные						
Лейстеры англ.	до 110	до 90	5—6	Руно косицами	до 30	35—40
Бордер-лейстеры	» 125—130	» 100	5—6		» 30	35—40
Линкольны	» 150	» 125	6—7 отдельн. до 12 *кг*	То же	30—40	35—45
Котсвольды	» 140	» 110	6—7	»	30—40	35—45
Ромни-марши, или кентские	» 140	» 140	4	»	20—25	35
Короткошерстные						
Соусдауны	» 90	» 60	3,5	Руно сомкнутое, как у мериносов	до 10	28—30
Шропширы	» 100	» 80	до 5		15—18	30
Гемпширы	» 130	» 96	4		15	30—35
Оксфордширы	» 130	» 96	5		до 20	30—35
Суффольки	» 110	» 90	4		» 15	30—35

Длинношерстные овцы (крупнейшие из культурных овец, дающие наиболее тяжелое руно) в Англии распространены главн. образом на низких прибрежных пастбищах, тогда как короткошерстные—больше в глубине страны. Англ. овцы в настоящее время распространены во всех овцеводных странах, особенно же в Австралии, Новой Зеландии, Аргентине и США. Особенно хорошей способностью к акклиматизации отличаются из длинношерстных овец ромни-марши, а из короткошерстных овец шропширы и суффольки (в засушливых районах). В СССР ввозятся линкольны, ромни-марши, гемпширы, шропширы и оксфорды. Англ. длинношерстные и мериносы особенно при-

годны для скрещивания с грубошерстными овцами, т. к. характер их шерсти настолько доминирует, что при скрещивании грубошерстных маток (курдючные и волошские овцы) с линкольном уже в первом поколении получается технически вполне однородная шерсть. При скрещивании с рамбулье или прекосом тот же результат получается у значительной части животных при вторичном скрещивании с улучшающими породами ($^3/_4$-кровные животные). Это доминирование свойств шерсти англ. длинношерстных и мериносов установлено на целом ряде опытов на наших опытных станциях, и теперь массовая метизация русских грубошерстных маток мериносами (рамбулье и прекос) является одним из основных мероприятий по восстановлению О. в нашем Союзе.

Грубошерстные овцы. Из русских грубошерстных пород особенное значение по массиву своего распространения имеют след.: 1) северные короткохвостые, 2) курдючные, 3) длиннохвостые тощехвостые, 4) длиннохвостые жирнохвостые (волошские), 5) смушково-молочные. Из них первые сосредоточены в лесной зоне, в этом районе нет больших овечьих стад, и потому северные короткохвостые овцы по количеству уступают другим группам. Самая большая по численности группа курдючных овец имеет район распространения от сев. Кавказа через Туркменистан, Узбекистан, Казакстан, Киргизию до Монголии.

1) Северные короткохвостые овцы (число позвонков в хвосте не более 14) имеют южную границу своего распространения примерно от района, лежащего к северу Киева, через Тулу, Рязань, Казань и далее к Уралу по правому берегу Камы. Эти овцы—мелкие: матки 40—50 *кг*, бараны 50—70 *кг*, очень плодовитые, всегда 2—3 ягненка в одном помете, отличаются отличными шубными качествами, и шерсть их наиболее пригодна для валяльного производства. Овцы—черные, белые и серые. В руне северных овец пуха содержится 50—90%, и пух по длине равен ости или даже перерастает ее. Из северных овец лучшие разводятся на Волге в пределах б. Ярославской губ.—Тутаевский район, прежде Романово-Борисоглебский, почему эти овцы и называются романовскими. Они отличаются тем, что дают лучшие овчины для полушубка. Ость у этих овец черная, пух и переходный волос «перлового» цвета, почему при раздвигании руна или когда овцы острижены получается красивый голубовато-серый цвет. Этот цвет получается при определенном % пуха (~70%), и при таком количестве пуха технические качества овчины (легкость, теплота и прочность в носке) являются наилучшими. Овцы с таким качеством руна называются овцами нормального типа (отличают еще грубый и нежный тип), и селекция романовских овец ведется именно в направлении нормального типа.

2) Курдючные овцы имеют самую малоценную ордовую шерсть (см. *Волокна прядильные*) с большим количеством мертвого волоса, который не окрашивается в производстве, ломок; такая шерсть годна только для выделки кошм. Курдючная овца по числу позвонков (4—11) является короткохвостой; эти позвонки со всех сторон обложены жиром, который откладывается на крестце, так что при наружном осмотре курдючной овцы хвоста не заметно. Это жировое скопление на крестце и ягодицах носит название курдюка (исковерканное тюркское слово «куйрюк»—хвост). По величине курдючные овцы являются крупнейшими в мире и в некоторых районах доходят до 200 *кг* (взрослые бараны). Особенной величиной отличаются гиссарские овцы в Таджикистане. Курдючные овцы отличаются очень большой скороспелостью, быстрым ростом ягнят, кроме того большой молочностью (в Казакстане и в Киргизии их всегда доят). Курдючные овцы способны к длиннейшим переходам, очень нетребовательны и отличаются повидимому повышенной способностью к усвоению корма. Для всех тех степных районов, где невозможно культурное О., курдючная овца незаменима. На улучшенное содержание эта овца очень быстро реагирует, и возможна селекция даже в шерстном отношении на меньшее содержание мертвого волоса и более выравненное руно.

3) Длиннохвостые тощехвостые овцы имеют тощий хвост длиной до скакательного или путового сустава, число позвонков доходит до 26, хвост всегда покрыт рунным волосом, это—зоологич. отличие длиннохвостых овец от тощехвостых короткохвостых, у которых хвост покрыт покровным волосом. Русская деревенская длиннохвостая овца распространена по всей Украине и РСФСР к югу от Московской области. Эта длиннохвостая овца отличается очень низкой производительностью, но она способна резко реагировать на лучшие условия содержания. Зоологически к этой группе овец принадлежат мериносы и англ. мясные овцы, а в СССР имеются местные отродья деревенских тощехвостых овец, поражающие своей высокой производительностью. Это—михновские и бокинские овцы в ЦЧО, черкасские в Средне-волжском крае и Татарской Республике. Происхождение этих отродий до сих пор еще недостаточно ясно. Производительность овец очень высокая. Живой вес доходит у баранов до 120 *кг*, у маток до 90 *кг*, настриг шерсти до 8 *кг*, и шерсть у лучших экземпляров состоит главным обр. из переходного волоса и имеет очень небольшой % короткого пуха. Ягнята отличаются быстрым ростом и к 4 месяцам могут достигать 40 *кг* и больше живого веса. Экстерьер этих овец совершенно не мясной, но селекции в мясном отношении у нас над этими высокопроизводительными отродиями местных овец до сих пор совершенно не велось, и как быстро могли бы они улучшиться в указанном отношении, неизвестно.

4) Из большого числа жирнохвостых овец в СССР наиболее широкое распространение имеет волошская, правильнее—валахская, овца. Эта овца распространена на Северном Кавказе и в ЦЧО, метисы же ее широко распространены по всему юго-востоку РСФСР. Эта порода характеризуется жирным прямым хвостом, настолько длин-

ным, что он иногда волочится по земле. Шерсть в косицах, без мертвого волоса, и пригодна для грубых сукон. Овцы белого и черного цвета. Различают более мелкую степную волошскую овцу, очень крупную задонскую (бараны до 120 *кг* живого веса и настриг шерсти до 8 *кг*) и крупную воронежскую или нижнедевицкую овцу (ее называют еще и кучугуровской по имени того села, в котором находится главный центр ее разведения).

5) Смушково-молочные овцы встречаются как в группе жирнохвостых, так и в группе тощехвостых длиннохвостых овец. К первым относятся каракули и маличи, ко вторым — решетиловские и сокольские. Лучший смушек дают каракульские овцы. Родиной каракулей является зап. Узбекистан и вост. Туркменистан, причем лучшие каракульские смушки идут из Каракульского и Кашка-Дарьинского районов. В Ср. Азии каракульская овца является типичной пустынной формой. Вне своей родины она хорошо акклиматизируется, но требует сухих степных пастбищ. В РСФСР она не идет севернее Самары. Эта порода чрезвычайно интересует иностранцев, и попытки акклиматизировать ее в различных местах уже делаются за границей лет 25. Она хорошо акклиматизировалась в некоторых местах Германии и Австрии, но лучше всего чувствует себя все же в ю.-з. Африке (пустыня Карро) и в южных степных штатах С. Америки. Каракульская овца средней величины, жирнохвостая, причем жир откладывается в верхней части хвоста, конец хвоста без жира и изогнут, так что весь хвост напоминает букву S. Уши—длинные, висячие. Черный каракуль с возрастом сильно седеет; черными остаются только голова и ноги. Серый каракуль, называемый ширази, сохраняет тот же цвет, как и у ягненка, а у цветного каракуля руно седеет, голова же и ноги остаются рыжего или бурого цвета. Лучшие по плотности, блеску и красоте рисунка смушки дают черные каракули; серые и цветные (комбар и сур) по плотности и красоте рисунка хуже, но ценятся по своей редкости и оригинальности окраски. В партиях обычно ок. 90% черных смушков, 7% серых и 3% цветных. До самого последнего времени было высказано много соображений о корреляции между качеством смушка и строением шерсти у взрослого каракуля. На основании последних работ различных опытных станций можно считать, что особых корреляций между свойствами шерсти взрослого каракуля и смушком ягненка еще не установлено. Худший, чем у каракуля, смушек дают крымский малич (мелкая жирнохвостая, но с клиновидным, а не изогнутым хвостом, овца серого или черного цвета), украинские решетиловские черные и сокольские серые длиннохвостые тощехвостые овцы. Решетиловские и сокольские овцы разводятся в районе б. Полтавской губ., причем еще до революции решетиловских овец стали улучшать каракулем, сокольские сохранились больше в чистоте. На юге СССР (Сев. Кавказ, Украина) имеет значение еще цигайская овца, с однородной, как грубая мериносовая, шерстью, но количественно этой овцы очень немного. На Кавказе имеются овцы местного значения, б. ч. мелкие горные жирнохвостые овцы, ценные для производства ягнятины и шерсти, к-рая идет на изготовление бурок (от одних пород) и ковров (от других). Некоторые породы, как тушинская (грузинская) и лезгинская овца, имеют часто технически почти однородную, годную для производства сукон, шерсть.

Районы овцеводства в СССР. Районирование СССР в отношении определенных типов овец до сих пор еще не проведено, но в ближайшем будущем Народный комиссариат земледелия РСФСР предполагает установить районы с преобладанием определенных пород и организовать племенные книги для этих пород. При выборе породы необходимо следить за тем, чтобы порода и направление О. соответствовали экономическим и естественно-историч. условиям района. Здесь надо иметь в виду следующие соображения. 1) Как показывают данные обследования хозяйств в Америке и Германии, наибольший экономический эффект дает интенсивное О. при интенсивном полеводстве. 2) Под интенсивным О. надо понимать только мясное скороспелое О., с быстрым обменом стада (маток выбраковывают не старше 5 лет) и с интенсивным выращиванием и откормом ягнят при ликвидации их на мясо в 5—7-месячном возрасте при живом весе не более 50 *кг*. 3) У нас до революции товарного интенсивного мясного О. не было вовсе, а было только товарное экстенсивное частновладельческое шерстное (тонкорунное) и экстенсивное крестьянское частью товарное, частью потребительское, грубошерстное О. (включая сюда и О. кочевых районов). 4) В настоящее время в целях удовлетворения нужд текстильной индустрии в наших овцеводных хозяйствах в массе продолжает доминировать шерстное направление овцеводства. 5) У нас до сих пор нет данных об экономич. эффекте интенсивного разведения местных пород овец и сравнения их в этом отношении с культурными породами. В виду изложенного при установлении овцеводческих районов нам нельзя вполне базироваться на данных экономических обследований, так как они свои выводы до сих пор основывали на изучении экстенсивного О., нам же в будущем необходимо ориентироваться на интенсивные формы О. колхозов и совхозов. При выборе породы и направления можно руководствоваться следующими признаками района. 1) Допускают ли кормовые условия района разведение культурных пород овец. 2) Если допускают, то рельеф и ботанич. состав пастбищ позволяют ли держать культурные породы овец, не переносящих больших перегонов (английские мясные), или необходимо остановиться на тех культурных породах, которые хорошо переносят дальние перегоны (различные типы мериносов). 3) Какая продукция О. (ягнятина, откорм взрослых овец, шерсть, овчины, смушки) является главной для района. 4) Выносит ли О. большие капиталовложения. 5) Каковы средства сообщения и как далеко находятся бойни и холодильники. 6) Будет ли само О. племенное или пользо-

вательное. В общем, не говоря уже о Сев. Кавказе, Средней и Нижней Волге, культурное О. вполне возможно в Зап. Сибири и в Казакстане, приблизительно к северу от линии, соединяющей пункты Уил, Темир, Семиозерное, восточный угол озера Балхаш и далее к югу по горным хребтам Тянь-Шаня (имеет место использование летом альпийских пастбищ); такой же характер должно носить культурное О. и в Киргизии. В Туркмении по Копет-Дагу в виду слабой водной обеспеченности и отсутствия альпийских пастбищ культурное О. затруднительно, как и в Закавказьи, где культурные породы овец заболевают пироплазмозом (кровавая моча). Борьба с потерями в О. от заболевания печеночной двуустской (Distoma Hepaticum) на заболоченных местах и в сырые годы в настоящее время вполне возможна дачей внутрь пилюль 4-хлористого углерода. В пустынных районах, где крупные потери происходят от бескормицы, главное внимание д. б. обращено на заготовку и подвоз зимой корма, на фитомелиорацию и на селекцию пустынных растений, имеющих кормовое и пастбищное значение.

Техника разведения и содержания овец. Племенные и крупные пользовательные овчарни находятся в СССР гл. обр. в ведении Овцеводтреста и Колхозцентра. В этих овчарнях овцы находятся под наблюдением высококвалифицированных специалистов бонитеров-зоотехников. Каждое стадо овец весной пересматривается специалистом бонитером, и в пользовательном О. применяется классная бонитировка, разбивка овец на классы, а в племенном стаде и в элитной племенной группе пользовательного стада — индивидуальная оценка каждого животного. При классной бонитировке стадо разбивается на несколько классов, причем первый класс всегда д. б. нормальным. Этот класс должен заключать в себе животных, к-рые по экстерьеру и продуктивности вполне отвечают той цели, к-рую поставил себе бонитер при разведении данного стада. В остальные классы назначаются овцы, представляющие собою отклонение в сторону или грубости или нежности от нормального класса. Деление стада на классы можно представить в виде следующей схемы:

При индивидуальной оценке каждое животное характеризуется условными знаками — бонитировочным ключом. В настоящее время Комиссия по О. при Совете труда и обороны выпустила единый ключ для бонитировки овец. Бонитировка всегда производится весной перед стрижкой овец. В небольших племенных стадах и в элитных группах крайне важно иметь данные об индивидуальной производительности (шерстной и мясной) каждого животного. Беря затем индивидуальные отклонения от среднего арифметического каждой возрастной и половой группы, устанавливают отклонение в производительности от среднего (+ и — варианты) для каждого животного. Браковкой минус-вариантов мы очень быстро очищаем стадо от мало производительных животных. Учет индивидуальной производительности племенных стад овец начал применяться в Германии уже с 1920 г. Производительность учитывается только у годовиков или у двухлеток, смотря по тому, в каком возрасте ярки (в $1^1/_2$ или в $2^1/_2$ года) впервые поступают в случку. При подборе овец всегда соблюдается правило ставить лучшее с лучшим. В I класс назначают баранов первого же класса, в остальные по возможности также первоклассных баранов, если же их нет, то баранов своего класса. В О. родственное разведение часто применялось, и если оно осторожно производилось (комплексным инбридингом) опытными овцеводами, то плохих результатов не имело. Необходимо строго следить за тем, чтобы все овцы и ягнята были нумерованы. Овец скороспелых пород пускают в случку: баранов в $1^1/_2$ года, ярок в $1^1/_2$ года; поздноспелых баранов в $2^1/_2$ года, ярок в $2^1/_2$ года. На одного барана назначают 50—60 маток при индивидуальной и 30—40 маток при классной или гаремной случке. При индивидуальной случке необходимо пускать в стадо пробника — малоценного барана, пускаемого для отыскивания тех маток, которые находятся в охоте (течке). Пробнику, чтобы он не мог покрыть маток, подвязывают фартук. При классной случке на случной сезон определенные бараны пускаются в стадо, при гаремной же случке каждый баран имеет свою группу маток. Течка у овцы нормально длится ок. 36 часов и если овца не оплодотворилась, то течка повторяется через 3—4 недели. Беременность матки продолжается в среднем 152 дня (140—160). Чтобы получить возможно более короткое ягнение, случной сезон не делают дольше 6 недель. В зависимости от хозяйственных условий ягнение устраивается зимнее или весеннее. Для племенных целей лучше всего зимнее ягнение, конечно при условии надлежащего помещения и возможности обильного зимнего кормления маток. Преимущества зимнего ягнения следующие: 1) возможен индивидуальный уход за матками и ягнятами, 2) подкормка ягнят производится легче, 3) при выпуске на пастбище ягнята уже прошли свой критич. возраст и меньше страдают от погоды, 4) возможно отъем произвести до выпуска на пастбище, на к-ром выделить для ягнят совершенно отдельный участок, где в прошлом году не паслись взрослые овцы, этим предохранить ягнят от заражения паразитами (в особенности легочными глистами Strongiles), 5) ягнята на стойловое содержание идут

в возрасте 8—10 мес., когда главный рост у них уже почти закончен, и т. о. отсутствует задержка в росте, к-рая всегда имеет место при стойловом содержании более молодых животных. При содержании овец надо стремиться к тому, чтобы они возможно большее время (не только летом, но и зимою) проводили на свежем воздухе. Собственно теплое помещение нужно только для зимнего ягнения, а на остальное время нужна защита от дурной погоды; кроме того овец надо беречь от сквозного ветра. Зимою надо следить за тем, чтобы шерсть на овцах была сухой, при мокрой шерсти они мерзнут. Лучшая t° помещения зимой при ягнении ~ 10°, в остальное время 5—6°, но при обязательном условии сухого, хорошо вентилируемого помещения, в к-ром нет ни мокрых стен ни мокрого потолка. Размеры овчарни: площадь пола 1—1,5 $м^2$ на матку (подсосный ягненок не принимается во внимание) и 2 $м^2$ на барана. На валуха считают 0,6—0,8 $м^2$, на молодняк до года 0,6 $м^2$ и на молодняк двухлетний до 1 $м^2$. Высота стен 4 *м*; если овец в одном помещении больше 500 голов, то 5 *м*. Потолок плотный, вентиляция системы Кинга, при которой хорошо вентилируется воздух в нижней части помещения. Чем светлее в овчарне, тем лучше; площадь окон—$^1/_{10}$ площади пола. Окна делаются на южной стороне фасада и располагаются на высоте 2—2,5 *м* над полом. Ворота не менее 3—4 *м* ширины; в холодном климате кроме того надо делать тамбур и съемные пороги. Пол глинобитный, на него кладется слой песку или торфа, этот слой ежегодно удаляется вместе с подстилкой. Помещение для баранов отделяется от общей овчарни сплошными стенками не менее 1,25 *м* высотой. Особенно ценные бараны держатся в отдельных станках. Ясли располагаются друг от друга не менее как на 2,5—3 *м*. На каждую овцу должно приходиться не менее 40 *см* длины *кормушки* (см.). Расстояние между прутьями решетки не менее 10 *см*. Решетка ясель должна откидываться внутрь или ясли д. б. круглые. Необходимо так конструировать ясли, чтобы при кормежке сеном не засорялась шерсть. Круглые ясли особенно удобны в отделении для суягных маток. Овчарню надо разгораживать съемными перегородками на ряд отделов. Главные отделы: бараны производители, бараны общего стада, баранчики 2 лет, баранчики ягнята, валухи, матки холостые, матки суягные, ярки 2 лет, ярки ягнята и т. д. В больших овцеводных хозяйствах каждая половая и возрастная группа имеет отдельную овчарню (кошару), но и здесь приходится отделять более слабых от более сильных, рогатых от комолых; суягных маток перед ягнением разбивают на отдельные маленькие группы, шматки и т. д. Стрижка мериносов и английских мясных производится весной, большая часть грубошерстных стрижется два раза (весной и осенью), а шубных овец стригут часто три раза. После стрижки зимою надо держать овец при 10° около 2 недель. Стрижка производится ножницами или машинками. При стрижке нельзя мять овец и надо очень осторожно их переворачивать. После весенней стрижки необходимо купание (купка) овец в 2%-ном растворе креолина или лизола для дезинфекции кожи и предохранения от чесотки. Пастьба овец должна производиться на высоких сухих пастбищах; степные и высокогорные альпийские пастбища используются ими превосходно. Для мясных пород необходимы особенно богатые пастбища, гл. обр. искусственные, люцерна, клевер или многолетняя смесь. При пастьбе на бобовых надо овец постепенно приучать к ним, пуская стадо на короткий срок на бобовое пастбище. Также нельзя их пускать во избежание тимпанита на бобовое пастбище голодными, при росе или дожде. На 1 *га* искусственного пастбища надо считать 10—12 овец, на 1 *га* обычного степного 1—3 овцы, в пустынных же районах Средней Азии приходится считать 8—10 *га* на 1 овцу. Количество овец на 1 *га* меняется ежегодно в зависимости от травостоя и количества и времени выпадения осадков. При кормлении овец зимой необходимо для тяжелых мясных пород вводить в рацион корнеплоды, силос, концентрированный корм, сено—лучше всего бобовое или бурьянистое; сено из тимофеевки или из костра для овец не идет. Во время случки барану необходима усиленная дача концентрированного корма. Подкормка ягнят под маткой начинается со второго месяца и при зимнем ягнении молодняк скороспелой породы овец должен к отъему получать до 400 *г* концентрированного корма в сутки. После отъема на пастбище подкормка молодняка должна продолжаться. Существенно необходимо держать отдельно маток с одним и с двумя ягнятами. Зимой и летом необходима дача им соли, лучше всего в виде лизунцов—каменная соль.

Кормовые нормы для овец (по проф. И. С. Попову). Ежедневная дача корма на голову в *кг* взрослым овцам, находящимся в среднеупитанном состоянии, следующая:

Живой вес в *кг*	Перевар. белок	Крахмальн. эквивалент
40	0,05	0,36
50	0,06	0,45
60	0,06	0,52
70	0,07	0,61
80	0,08	0,68
90	0,09	0,76
100	0,10	0,82

Кормовые нормы для подсосных маток (по проф. Гольфу) следующие:

	Живой вес в *кг*	Перевар. белок	Крахмальн. эквивалент
Матка с 1 ягн.	50—60	0,120	0,8
» » 2 »	50—60	0,160	1,0

Суточные нормы для племенных ягнят (по проф. И. С. Попову) на каждые 100 *кг* живого веса:

Породы	Возраст, мес.	Перевар. белок	Крахмальн. эквивалент
Шерстные . .	5—6	0,30	1,64
» . .	6—8	0,25	1,30
» . .	8—11	0,18	1,07
» . .	11—15	0,15	1,02
Мясные . . .	5—6	0,45	1,72
» . . .	6—8	0,35	1,54
» . . .	8—11	0,25	1,38
» . . .	11—15	0,20	1,14

При правильном выращивании молодняка последний должен иметь живой вес не менее указанного ниже в табл. 2.

В 4-месячном возрасте живой вес двоен д. б. не ниже 24 *кг*; двойни мясных пород не ниже 28 *кг*; двойни романовские не ниже 20 *кг*.

Табл. 2.—Живой вес молодняка.

Порода	Жив. вес в 4 мес. в *кг*		Живой вес в в $1^1/_2$ г. в *кг*	
	ягнят баран.	ярки	бараны	ярки не менее
Романовские	24	22	40	30
Волошские	30		55	40
Курдючные	35	Не ниже 28	60	50
Черкасские	35		55	50
Мериносы:				
Мазлевские	—	У одиночных ягнят	40	32
Рамбулье	35		60	45
Прекосы	40		64	55
Английские мясные:				
Линкольны	45	32	64	60
Гемпширы	45	У один. ягнят	60—70	50—60
Шропширы	35			

Нормы откорма при стойловом содержании (по проф. И. С. Попову) в день на голову в *кг*:

	Живой вес в *кг*	Перевар. белок	Крахмальн. эквивалент
Для ягнят	20	0,06	0,36
»	25	0,07	0,45
»	30	0,08	0,54
»	35	0,09	0,63
»	40	0,09	0,70
»	45	0,10	0,77
Для взрослых овец	40	0,06	0,58
»	50	0,08	0,72
»	60	0,09	0,87
»	70	0,10	1,02
»	80	0,12	1,16
»	90	0,14	1,30
»	100	0,16	1,45

Лит.: Кулешов П. Н., Овцеводство, 6 изд., Москва, 1925; его же, Мясное овцеводство, М.—Л., 1926; его же, Выбор лошадей, скота, овец и свиней по экстерьеру, М.—Л., 1926; Иванов М. Ф., Овцеводство, М., 1925; «Труды Комиссии по стандартизации шерстей», Москва; Петров Н. В., Овцеводство, М.—Л., 1927; Попов И. С., Кормление с.-х. животных, 2 изд., М.—Л., 1929; Оперман Т., Болезни овец, М., 1928; Сборник «Овцеводство», Москва, ab 1930 г.; «Социалистич. животноводство», б. «Вестник животноводства», М.; «Социалистич. сельское хозяйство» (б. «Пути сельского хозяйства»), М.; «Zeitschrift für Tierzüchtung u. Züchtungbiologie einschliesslich Tierernährung», Berlin; Heyne J., Das Schafzucht, 4 Aufl., Berlin, 1921; Gärtner R., Das Schafzucht, Stg., 1924; «Ztschr. f. Schafzucht», Hannover.

А. Васильев.

ОВЧИНА, шкуры овец и баранов всех возрастов. Использование овчин находит место в овчинно-шубном, меховом и кожевенном производствах. Для овчинно-шубного производства используют исключительно шкуры грубошерстных овец, для мехового—грубошерстные и нек-рые сорта тонкорунных. В кожевенном производстве используются преимущественно О. неполноценные по шерстности. По данным на 1927/28 г. количество грубошерстных овец в СССР исчислялось в 120 000 000 голов. Валовой отход О. исчислялся в 32,5%, т. е. 39 000 000 штук. 75% всей О. используются в овчинно-шубном производстве и только 25% в кожевенном. В меховом производстве находит применение небольшое количество О. тонкорунных пород (цигайской и шленской), исчисляемое сотнями тысяч, и шкуры ягнят грубошерстных овец (мерлушки и тряски) в количестве до 3 000 000 штук ежегодно. О. грубошерстная разделяется на несколько сортов в зависимости от происхождения, возраста, времени резки, величины шерсти и веса.

Прежде всего овчина делится на две больших группы: русскую и степную. К русской овчине относятся шкуры овец следующих пород: 1) короткохвостых овец (включая сюда также и романовских овец), 2) длиннохвостых (простые деревенск. овцы, сокольские серые, решетиловские), 3) широкохвостых (волошские, малич, карачаевские и др.) и 4) прочих видов русских овец; сюда например относятся цигайские овцы, нашедшие в последнее время применение в меховой промышленности, вырабатывающей из них весьма ценные меха, по внешнему виду, густоте и нежности волосяного покрова напоминающие после стрижки, окраски и отделки благородный мех нутрии. К степной О. относятся шкуры курдючных овец. Сюда же относятся шкуры тушинских овец горного Кавказа и Закавказья (см. *Овцеводство*).

В качественном отношении русская О. отличается от степной прежде всего характером волосяного покрова. Тогда как в первой разница между пухом и остью не так заметна, в степной О. имеется резкий контраст между нежным пухом и грубой остью. Поэтому волосяной покров в среднем у русской О. мягче, нежнее, чем у степной. Кроме того волос у степной О. рослее, чем у русской, и по площади О. крупнее, а по весу тяжелее, напр. самый тяжелый вес русской О. около 164 *кг* в сотне, в то время как в степной он достигает 230 *кг* в сотне. Из русской О. выделяется своими прекрасными качествами романовская О. Лучшие романовские овцы «петровского» убоя (убоя июнь-август) молодого приплода, родившегося в январе-феврале. Цвет волоса их темносерый, с голубым отливом на спине. В степной О. выделяется разновидность с очень нежным пухом, используемая в щипаном виде, т. е. с выдернутой остью, для выделки мехов. Цвет ости степной О. бывает различный: рыжий, бурый, белый и черный. По возрасту О. также разделяется на несколько групп, причем торговая номенклатура для русской и степной О. различна. В О. русской различается: а) мерлушка—шкурка ягнят в возрасте до 3 недель, смушка—то же, что и мерлушка, только мелкокудрявая (УССР), б) молодняк легкий—шкурки ягнят в возрасте до 4 мес. (молодняк из южнорусской овцы с нестриженой шерстью—«трясок»), в) молодняк тяжелый—шкурки ягнят в возрасте 4—6 мес., г) старица—шкура взрослой овцы, старше 6 мес., д) старица тяжелая—шкура старой крупной овцы.

В О. степной различается: мерлушка—шкурки ягнят в возрасте 3 недель, молодняк легкий (кургашка)—шкурки ягнят в возрасте до 5 месяцев; шкурки молодняка с нестриженой шерстью носят название сак-сак и относятся так же, как и трясок к меховому сырью; молодняк тяжелый (межеумок)—шкурки ягнят 5—8-месячного возраста; старица—шкура взрослой овцы старше 8 месяцев; старица тяжелая (дубная)—шкуры старых крупных овец; стуловая—шкуры особо крупных старых овец. При сортировке О. особенно учитывается шерстность. По шерстности различают: а) О. шерстную с полной шерстью, длиной не менее 6 *см*, б) О. полушерстную—шкуры с менее

полной шерстью, длиной не менее 3 *см* и в) голяк—шкуры овец с короткой шерстью, длиной менее 3 *см*.

Основным признаком, по которому разделяется О. на шубную и кожевенную, является шерстность. К шубной О. относится О. шерстная и полушерстная, имеющая густую, мягкую, крепкую, неспутанную, негрубоостистую, непереросную шерсть, причем вся шерстная и полушерстная романовская О. относится к шубной. К кожевенной О. относится голяк и шерстная и полушерстная О., не удовлетворяющая требованиям, предъявляемым к овчине шубной. О. снимается с овцы пластиной, т. е. путем распарывания по средней линии брюха и поперек по линии лап. Свежеснятая О. называется парной. Для хранения ее подвергают консервированию. В зависимости от способов консервирования (см. *Кожевенное сырье*) О. делится на мороженую, мокросоленую, сухосоленую и пресносухую. Вес О. разной консервировки неодинаков. Если принять вес овчины парной за 100, то для соответствующей породы, района, возраста и сорта веса будут выражаться:

Консервировка	Для шерстной овчины	Для полушерстной овчины
Парная	100	100
Пресносухая	48	44
Сухосоленая	57	53,5
Мокросоленая	88	86,5
Мороженая	91,2—95,6	90—95

Вес О. находится также в зависимости от района, происхождения и возраста. Весовое соотношение для возрастных групп определяется следующими цифрами, если принять вес молодняка легкого за 100:

Наименование	Русская О.	Степная О.
Молодняк легкий	100	100
Молодняк тяжелый	до 150	до 138
Старица	» 200	» 190,5
Старица тяжелая	выше 200	» 247,5
Стуловая		выше 247,5

Приведенные в таблице весовые соотношения распространяются на любой вид консервировки и на все подсорта внутри каждой возрастной группы, т. е. на шерстную, полушерстную О. и голяк. Колебания в весе в зависимости от шерстности, если принять вес шерстной О. любой возрастной группы за 100, характеризуется следующими данными:

Наименование	Для пресносухой консервировки	Для прочих видов консервировки
Овчина шерстная	100	100
» полушерстная	83,3	90
Голяк	66,78	

По существующему временному стандарту на О. русская О. разделена на 6 групп по районам происхождения. Каждая группа характеризуется определенными весовыми признаками. О. степная вся объединена в одну группу, причем для нее также даются определенные весовые показатели. Следующая таблица дает представление о колебаниях в весе старицы тяжелой для каждой группы в абсолютном выражении и в относительном, если вес русской овцы 1-й группы принять за 100 (см. табл.).

Сравнительные весовые отношения для О. разных групп.

Наименование	Группы	Районы происхождения	Вес одной штуки в *кг*	Весовые отношения
Овчина русская				
Старица тяжелая пресносухой консервировки, шерстная	1	С.-з. область; области: Марийская, Коми и Вотская; автономные республики: Татарская, Чувашская и Карельская; Белорусская ССР	> 1,228	100
	2		> 1,310	107
	3		> 1,392	112,5
	4		> 1,474	120
	5		> 1,556	127
	6		> 1,638	133
Овчина степная (с курдюком)				
Старица тяжелая пресносухой консервировки, шерстная		Юго-Восток СССР	> 2,129	173

Как видно из табл., группы расположены в порядке возрастания веса, причем самой легкой является О. короткохвостых овец, следующей по порядку идет О. длиннохвостых овец, затем широкохвостых и наконец самая тяжелая—степная овчина. Качество О. устанавливается сортировкой. Сорт определяется в зависимости от наличия на шкуре различных пороков. Пороки по своему происхождению делятся на след.: а) пороки прижизненные, б) происходящие от съемки, в) от консервирования, г) хранения и д) транспорта. Наиболее часто встречающиеся пороки в О. следующие: дыры, подрези, прорези, трещины, царапины, рубцы, прелина, молеедина, опарина, подсочина, запек, ороговение, загиб, червоточина, выхват, безличина, шестовина. По стандарту О. сортируется на 4 сорта. Среди О. встречается значительное количество жирных, с содержанием жира, доходящим до 40% от веса О. Особенно богаты жиром О. широкохвостых и степных (курдючных овец). Жирность О. влияет на методы выделки, вызывая необходимость тщательного *обезжиривания* (см.). Жир от О. содержит ценный продукт—ланолин.

Использование О. разнообразно. В кожевенном производстве она идет для изготовления хромовой кожи (шеврет), на выработку краснодубной кожи в виде сафьяна и шагреня. Из бараньего голяка вырабатываются рукавицы. Шубная овца употребляется для нагольных изделий—полушубков, тулупов, пиджаков. Особое место занимают овчинно-меховые изделия мурашкинского района (б. Нижегородской губ.), вырабатываемые из щипаной пуховой степной О. Широкую известность приобрели мурашкинские меха из беленой щипаной О., меха из выростков и др., крашеные русские О. 1-й резки и др. В последнее время все более и более расширяется область использования овчины в качестве мехового товара. Заграничная техника в этом направлении далеко шагнула вперед и позволяет некоторые породы овец имитировать под нутрию, бобра, скунса, куницу и другие благородные меха. В СССР с успехом подобную работу ведет Всесоюзный пушной синдикат, который построил специальную мощную фабрику в Казани для облагораживания овчины. Для этой цели из шкур овец, разводимых в СССР, подходят следующие разновидности: часть русской мерлушки после соответствующей стрижки, окраски и вы-

глаживания дает хорошую имитацию под нутрию и бобра; из грубой, рослой русской мерлушки получается после соответствующей обработки и окраски имитация куницы и голубого песца. Из шкурок молодняка мериносовой овцы также получаются прекрасные имитации; цигайская овца дает хорошую имитацию бобра и нутрии. Наконец в последнее время достигли больших успехов по облагораживанию русской овчины, и подходящим товаром оказались шкуры зимней резки и молодые с мелким, густым, шелковистым подшерстком.

Лит.: Врем. стандарт на кожевенное сырье, М., 1929; Шляпников Г., О построении стандарта и цен на овчину, «Вестник кожев. промышленности и торговли», М., 1928, *5*; Сташевский А. К., Проблема овчины в мехообрабатывающей промышленности, «Пушное дело», М., 1930, *1*; Шелютто В., Задачи овчинно-шубного рынка и производства, там же, 1928, *6—7*; Булгаков Н., Овчинное производство и его нужды, там же, 1925, *3*; Иванов М. Ф., Овцеводство, М., 1925. **Н. Булгаков.**

ОГИБАЮЩАЯ СЕМЕЙСТВ КРИВЫХ И ПОВЕРХНОСТЕЙ, см. *Семейства кривых и поверхностей.*

ОГНЕМЕТЫ, пламеметы, приборы, выбрасывающие струи легковоспламеняющейся жидкости на расстояние от 15 до 200 *м*. Выбрасывание производится силою сжатого воздуха, азота, углекислоты, водорода или пороховых газов. Жидкость зажигается при выходе из брандспойта (металлич. наконечник выбрасывающего рукава, шланга) автоматически действующим зажигателем. Горючие жидкости, применяемые для огнеметания, представляют собою смеси различных легковоспламеняющихся жидкостей: смесь нефти, бензина и керосина; смесь легкого каменноугольного масла с бензолом; раствор фосфора в сероуглероде и др. Рабочее действие определяется дальностью выбрасывания горящей струи и временем ее горения. Дальность струи обусловливается начальной скоростью истекающей жидкости и углом наклона наконечника. Применяя закон *баллистики* (см.), дальность струи P определяют из ф-лы

$$P = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g}, \qquad (1)$$

где v_0—начальная скорость жидкости при выходе ее из наконечника, φ—угол наклона наконечника к О. и g—ускорение струи под влиянием силы тяжести. Приведенная ф-ла показывает, что дальность струи P изменяется как квадрат начальной скорости v_0, к-рая характеризуется высотой h жидкости в резервуаре, давлением P_0, к-рое испытывает жидкость в резервуаре, и давлением P_1, к-рое испытывает жидкость при выходе из наконечника. По ф-ле Бернулли начальная скорость

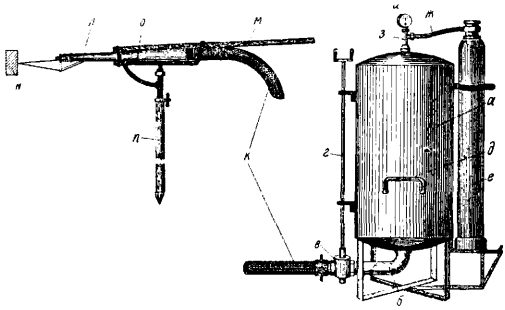
$$v_0 = \sqrt{2g\left(h + \frac{P_0 - P_1}{d} - R\right)}, \qquad (2)$$

где d—уд. в. жидкости, R—сопротивление трубопровода, давление P_0 находится в тесной связи с диам. выходного отверстия наконечника, от величины к-рого зависит дальность струи. Установлено, что например при диам. отверстия в 20 *мм* давление не должно превышать 17—18 *кг/см*², т. к. в противном случае жидкость начинает пульверизировать и дальность струи уменьшается, P_1—атмосферное давление, является величиной постоянной. Т. о. основным фактором, обусловливающим дальность струи, является давление и сопротивление трубопроводов. Угол наклона наконечника практически принимают не больше 15°.

В войну 1914—1918 г. применялись О. двух типов: ранцевые (малые и средние) и тяжелые (полутраншейные, траншейные и крепостные). После войны появился третий тип О.—фугасный.

Ранцевый О. (фиг. 1) представляет собою стальной резервуар *а* овальной или цилиндрической формы; полная емкость 15—20 *л*. Через кран *б* резервуар наполняется на $^3/_4$ горючей жидкостью и на $^1/_4$ сжатым газом. В нек-рых системах давление создается путем выпуска сжатого газа из особого маленького баллончика, вставляемого перед работой в резервуар; в этом случае ударник баллончика выходит наружу через крышку резервуара. Резервуар рассчитан на давление до 50 *atm*, рабочее давление 12—20 *atm*. При открывании крана при помощи рукоятки *в* жидкость через гибкий резиновый шланг *г* и металлический брандспойт *д* выбрасывается наружу и приводит в действие автоматич. зажигатель *е*. Зажигатель представляет собой коробку с рукояткой. В передней части на шарнирах укреплена стойка с крышкой. С нижней стороны крышки приклепан крючкообразной формы нож-ударник, служащий для разбивания ампулки с серной кислотой. При выходе из брандспойта струя жидкости ударяет в стойку зажигателя, которая опрокидывается и увлекает за собой крышку; ударником крышки разбивается ампулка с серной к-той. Серная к-та, действуя на паклю, смоченную бензином и посыпанную зажигательным порошком, дает огонь, и вытекающая жидкость, воспламенившись, образует огненную струю. Дальность полета струи 15—35 *м*, время непрерывного действия 20—40 *сек.*, с перерывами (короткими струями)—до 2 мин. Ранцевый О. переносится при помощи ремней за плечами. Направление струи жидкости дается при помощи прикрепляемой к брандспойту рукоятки управления *ж*. Мо-

Фиг. 1.

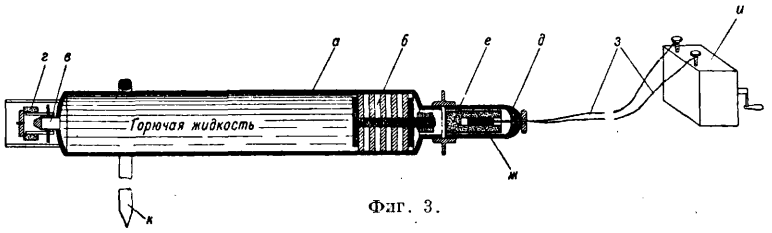


Фиг. 2.

жно управлять струей держась руками непосредственно за брандспойт. Для этого в некоторых системах выпускной кран имеется на самом брандспойте. Вес порожнего ранцевого О. (со шлангом, краном и брандспойтом) 11—14 *кг*, снаряженного 20—25 *кг*.

Тяжелый О. (фиг. 2) представляет собою железный резервуар *а* с дугообразной выводной трубой *б*, краном *в*, рукояткой крана *г* и скобами *д* для переноски вручную. Высота его 1 *м*, диаметр 0,5 *м*. Полная емкость 200 *л*, полезная—160 *л*. Сжатый газ находится в особой бутыли *е* и при помощи резиновой соединительной трубки *ж*, тройника *з* и манометра *и* подается в резервуар во все время действия О., т. о. в резервуаре поддерживается постоянное давление (10—13 *atm*). К крану присоединен толстый брезентовый шланг *к* длиной 8,5 *м*. Брандспойт *л* с рукояткой управления *м* и зажигателем *н* при помощи подъемного приспособления *о* подвижно укреплен в металлич. штыре *п*. Зажигателем в тяжелом О. может служить такое же приспособление как и в ранцевом О., или же зажигание производится электрическим током. Вес порожнего тяжелого О. (без шланга и подъемного приспособления) ок. 95 *кг*, снаряженного—ок. 192 *кг*. Дальность полета струи 40—60 *м*, сектор поражения 130—180°. Время непрерывного действия ок. 1 мин., с перерывами—до 3 мин. Обслуживается семью человеками. Характеристика и основные данные О. различных государств указаны выше в таблице.

Фугасный О. (фиг. 3) состоит из железного цилиндра *а* и поршня *б*. На сопло *в* надевается терочный зажигательный патрон *г*, а в зарядник *д* вкладывается пороховой выбрасывающий патрон *е* с электрич. запалом *ж*. К запалу присоединен электрический или спец. саперный провод *з*, протянутый на расстоянии $1^1/_2$—2 *км* к источнику электрич. тока *и*. При помощи штыря *к* фугасный О. укрепляется в земле. Вес порожнего фугасного О. ок. 16 *кг*, снаряженного—ок. 32,5 *кг*. Пороховые газы, получающиеся при сгорании выбрасывающего патрона, толкают поршень и выбрасывают жидкость наружу. Время действия 1—2 ск. Дальность полета струи 35—50 *м*. Фугасные О. устанавливаются на местности группами от 3 до 10 штук. Одной подрывной машиной можно подорвать одновременно до 20 фугасных О.



Фиг. 3.

О. применяются в оборонительных боях с целью нанесения непосредственных потерь атакующему противнику, а также для морального воздействия на него. С большим успехом О. могут применяться в особых условиях боя (в населенных пунктах, в горах, в борьбе за речные преграды и др.).

Основные данные об огнеметах различных армий.

Государство	Тип огнемета	Название огнемета	Вес в *кг*		Рабочее давление в *atm*	Дальность полета струи в *м*	Горючая жидкость	Газ, производящий давление на жидкость
			Порожнего	Снаряженного				
Германия*1	Ранцевый » Тяжелый	«Векс» «Клейф» «Гроф»	10,5 14,0 35,0	21,5 30,0 135,0	23 23 15	25 22 35—40	Смесь каменноугольной смолы с легкими и тяжелыми углеводородами, каменноугольным маслом и сернистым углеродом	Углекислота
Франция	Ранцевый Тяжелый	«№ 1 бис», «№ 2 и 3 бис» «Огнемет № 1»	— —	23,0 и 30,0 125,0	50 140	18—30 30	Смесь каменноугольной смолы с бензолом »	Сжатый воздух
Англия	Ранцевый Тяжелый »	«Лоуренс» «Винсент» «Крепостн. Ливенс»	17,6 ок. 1000 ок. 2500	28,0 ок. 1500 3700	15 15—81 24	30—35 60—80 До 200	Смесь фосфора, сероуглерода и скипидара Нефть, бензин и керосин »	Углекислота Сжатый воздух
Италия	Ранцевый*2	«D. L. F.»	—	—	—	25	—	—
США	Тяжелый*3	«Boyd № 3»	—	—	15	35	—	Водород

*1 Указаны огнеметы, примененные немцами во время войны 1914—18 гг. По Версальскому договору Германии запрещено иметь огнеметы. *2 Помещается 6 *л* горючей жидкости. *3 Помещается 16 *л* горючей жидкости.

Лит.: Сухаревский М., Основы огнеметного дела, Москва, 1924; Руководство для командного

состава по обращению и пользованию огнеметами, М.—Л., 1927; Лефебюр В., Загадка Рейна, пер. с англ., стр. 49—50, 77—78, М., 1926; Фрайс А. и Вест К., Химич. война, пер. с англ., 2 изд., М., 1924; Тейне Х., Ударные войска и огнеметы, пер. с нем., М., 1927; Савицкий И. И., Огнеметы, Техника химич. нападения, стр. 73—90, М., 1927; Бубнов А. Ф., Огнеметание, сборн. «Военно-химич. дело», под ред. Я. М. Фишмана, Москва, 1929, стр. 99—105; Карагодин, Огнеметное дело, «Военно-инж. сборник», Москва, 1919, вып. 2; Смысловский М., Огнеметы, «ВВ», М., 1924, *27*; Баташев В. Н., Применение огнеметов в маневренной войне, «Техника и снабжение Красной Армии», Москва, 1925, *4* (*181*); Бубнов А. Ф., Горючие жидкости для снаряжения огнеметов, там же, *7—8* (*205—206*); его же, Применение фугасных и тяжелых огнеметов в оборонительном бою, «Война и техника», Москва, 1926, *25—26*; его же, Применение огнеметов при обороне населенного пункта, там же, М., 1926, *15—16*; его же, Огнеметы, «Химия и жизнь», М., 1926, *1*; его же, Огнемет как противотанковое средство, «Пехота и бронесилы», М., 1929, *7*; Принципы устройства огнеметов, «Военно-инженерный зарубежник», Москва, 1922, вып. 7; Материалы об огнеметах герм. армии, там же, вып. 5; Bied Charrenton, Огнеметы, «Военный зарубежник», М., 1922, *14—15*, стр. 1028—1031; Употребление огнеметов, «Информационный бюллетень ВОХИМУ», пер. с франц., М., 1926, *5*, стр. 46—48.

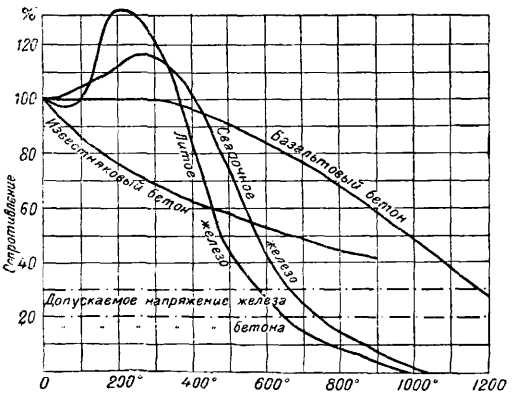
А. Бубнов.

ОГНЕСТОЙКИЕ КОНСТРУКЦИИ, конструкции несгораемые, сохраняющие свою прочность во время пожара и тушения его, не меняя от действия огня и воды существенно своего вида, и препятствующие как возникновению, так и распространению пожара. Огнестойкими м. б. признаны следующие конструктивные части зданий. 1) Стены, если они полношовные и сделаны из обыкновенного силикатного или шлакового (свободного от угля) кирпича или же из равноценного по огнестойкости камня, толщиной не менее $^1/_2$ кирпича; из бетона толщиной не менее 10 *см* и из железобетона толщиной не менее 6 *см*. При этом следует иметь в виду, что стены д. б. настолько прочно сконструированы и в потребных случаях закреплены анкерами, чтобы они могли выдерживать образующееся во время пожаров воздушное боковое давление до 600 *кг/м*^{2}. 2) Междуэтажные перекрытия, если они сделаны из таких же материалов и такой же минимальной толщины, как и стены, согласно п. 1. Рекомендуется в каменных зданиях выполнять их массивными и огнестойкими, дабы тем самым предохранить нижележащие помещения от порчи во время тушения пожара. 3) Балки и поддерживающие их прогоны из железобетона. Железные балки и прогоны можно считать огнестойкими только в том случае, если они покрыты огнестойким материалом. 4) Стойки и колонны—огнестойки, если они сделаны из кирпича, бетона, железобетона или естественного стойкого камня. Стойки из гранита и мрамора нельзя считать огнестойкими. Железные стойки должны иметь рациональную одежду из огнестойких материалов, так как только в таком виде они м. б. признаны огнестойкими. Опорные (несущие на себе нагрузку) стойки из каменной кладки или бетона не должны содержать кварцевых составных частей, т.к. практика показала, что такие стойки уже при $t°$ ок. 600° изменяют свой объем настолько, что могут повлечь преждевременное разрушение кладки. 5) Крыши, если они сделаны из железобетона. Железные крыши можно считать огнестойкими лишь в том случае, если железные стропила покрыты одеждой из огнестойких материалов или если чердачное помещение вполне отделено О. к. от остальных помещений здания и не используется жильцами для каких-либо целей. 6) Лестницы, если они сделаны из кирпича, железобетона или огнестойкого естественного камня. Висячие лестницы или отдельные ступени из мрамора или гранита не считаются огнестойкими. 7) Двери, если они при испытании сопротивляются не менее получаса разрушительному действию огня при $t° \sim 1\,000°$ и, будучи установленными в огнестойких рамах с фальцами не менее 1,5 *см*, самостоятельно закрываются, не пропуская дыма. 8) Стеклянные заполнения в вертикальных стенах, если они выдерживают испытание огнем (при $t° \sim 1\,000°$) и водой (при тушении) в течение не менее получаса без того, чтобы произошло растрескивание стекол или потеряна была связь между ними. Покрытию железных частей рациональной огнестойкой одеждой (напр. терракотовой или бетонной) д. б. уделено особое внимание, учитывая при этом внезапное охлаждение внешних поверхностей водой при тушении пожара. Чтобы избежать нежелательных внутренних напряжений в бетоне, рекомендуется не слишком тонкие бетонные плиты делать в несколько слоев. При расположении швов расширения необходимо обращать внимание также и на то, чтобы они не пропускали огня из одного помещения в другое.

О. к. ни в коем случае не следует смешивать с огнезадерживающими конструкциями, под к-рыми разумеют всякого рода конструктивные части, могущие успешно противостоять действию огня, не загораясь и не пропуская огонь в течение не менее четверти часа. К этому типу конструкций можно отнести: 1) стены, потолки, стойки и части крыши из дерева, покрытые слоем известковой штукатурки толщиной не менее 1,5 *см* по тростнику или штукатуркой Рабица; 2) лестницы из песчаника, железа или твердого дерева, а также деревянные и неогнестойкие каменные лестницы, покрытые снизу штукатуркой толщиной не менее 1,5 *см*; 3) двери из твердого дерева или из 2,5-*см* шпунтовых досок, обитые железом толщиной не менее 0,5 *мм*, расположенные в несгораемых стенах и самостоятельно захлопывающиеся в 1,5-*см* фальцы.

В отношении огнестойкости железобетонных конструкций см. *Железобетон*. По сравнению с железными и деревянными эти конструкции отличаются огнестойкостью и долговечностью. На фиг. представлен график, показывающий изменение сопротивления железа и бетона механическим усилиям в зависимости от изменения $t°$, под действием к-рой они находятся. Нагревание до 400° причиняет прочности железа нек-рый вред, но нагревание выше 600° вызывает уже значительное падение сопротивления растяжению и модуля упругости. Железобетон является весьма пригодным материалом для защиты железных конструкций от действия огня (с этой целью железо полностью забетонировывается), а также и для несгораемых шкафов, панцырных кладовых,

фабричных труб (см. *Железобетонные дымовые трубы*). Одежда из тщательно исполненной кладки или кладки вместе с забетонировкой, как показала практика, менее надежна: кирпич может обвалиться и железо обнажиться, как это бывало неоднократно во время пожаров.



Для **огнестойкости бетона** необходимо соблюсти нижеследующие условия. а) Инертные составляющие бетона (песок и щебень) д. б. **огнеупорными**. Пригодными для них материалами являются: аморфные и пористые камни, клинкер, кирпич, шлак, пемза, базальт и другие вулканич. породы. Камни с плотным строением, как кварц и гранит, непригодны, т. к. разница темп-рных удлинений создает скалывающие усилия. Кварцевый бетон легко расслаивается с поверхности. Бетон из речного гравия менее удовлетворителен, чем бетон со щебнем. б) Бетон д. б. **пористым**, что обусловливается или пористостью камневидных добавок (пемзовый песок, шлак) или избыточным количеством воды при приготовлении бетонной массы (литой бетон). Когда бетон в наружном слое и поверх железа слишком плотен, происходит чешуйчатое облупливание бетона вследствие образования водяного пара внутри его. в) Раствор бетона должен удовлетворять определенной дозировке. Слишком жирные бетоны, а также и слишком тощие менее огнестойки. На огнестойкость бетона влияет также и его возраст. Молодой бетон, в котором образование соединений, содержащих химически связанную воду, еще не закончилось и к-рый содержит много свободной воды, обладает меньшей сопротивляемостью огню. Огнестойким поэтому м. б. признан бетон, имеющий достаточный возраст.

В отношении предохранения **железных** частей построек от пожара следует указать на следующие рациональные мероприятия. В стенах перед концами железных балок следует оставлять пустоты, а при скреплении с анкерами делать в балках овальные отверстия с тем, чтобы железные части при нагревании могли беспрепятственно расширяться, не разрушая соприкасающихся с ними частей постройки. При проектировании потолков с железными прогонами, балками и сводиками между ними не следует опирать балки на верхний пояс прогона, а необходимо располагать нижние поверхности балок и прогона в одной плоскости. Из всех различных огнеупорных и нетеплопроводных материалов, испытанных в Гамбурге в качестве одежды колонн, лучше всех по сопротивлению действию пламени и в раскаленном состоянии — действию струи воды оказалась обделка из асбеста, затем идут плиты Монье, толщиной в 4 *см*, и наконец патентованные плиты из пробки и из туфа. При одежде колонн по способу Монье сетку заменяют железным каркасом из проволок, заделанным в цементный раствор. Между колонной и одеждой оставляется тонкий слой воздуха. По способу Рабица, колонны надлежит снабжать выступами с тем, чтобы прикреплять к ним окружающую колонну сетку, которая покрывается штукатуркой из извести с гипсом. Следует однако указать на то, что при надлежащей одежде железных стоек и чугунных колонн стоимость их настолько возрастает, что возникает вопрос, не выгоднее ли взамен их сложить каменные столбы, вполне безопасные в пожарном отношении.

Деревянные сооружения в пожарном отношении нисколько не уступают железным, не защищенным одеждой, в особенности при рациональном конструировании первых. Средствами для уменьшения огнеопасности деревянных конструкций могут служить: а) рациональная обработка дерева для конструктивных целей; б) устройство одежды из нетеплопроводных материалов; в) покрытие дерева защитными слоями или пропитка его консервирующими веществами (см. *Дерево*, **Пропитка** Д.). Рациональн. обработка дерева в направлении **огнезадерживающих** мероприятий заключается в придании идущему в дело дереву ровных, гладких поверхностей и в закруглении всех ребер. Практика показала, что круглое и гладкое дерево довольно трудно воспламеняется и медленно обугливается снаружи внутрь, благодаря чему деревянные конструкции во время пожара сохраняют устойчивость б. или м. продолжительное время. Против пронизывания огнем деревянных междуэтажных перекрытий могут служить асбестовый картон толщиной 8 *мм* и асбестовый раствор по металлич. сетке. Для защиты от внешних повреждений асбестовый картон покрывают тонким листовым железом. Кроме того огнезащитной одеждой дерева служит оштукатурка известью или цементом по тростнику или проволочной сетке, а также оштукатуренные известковым раствором пробковые кирпичи и гипсовые доски. Предохранительными обмазками, под к-рыми дерево только тлеет, являются следующие: а) глина, разведенная растворимым (т. наз. фуксовым) стеклом (обмазка производится от 5 до 6 раз); б) известь, загашенная в растворе хлористого кальция. Окраска поверхности дерева достигает цели защиты его от быстрого воспламенения лишь в том случае, когда консервирующее вещество нанесено не слишком тонким слоем и если целость защитного слоя тщательно поддерживается. К веществам, способным своим распадом при высокой температуре и образованием нейтральной газовой оболочки защитить дерево от

воспламенения, относятся: соли нашатыря, карбонаты и бикарбонаты, сульфиты и некоторые сульфаты (напр. квасцы). Веществами, защищающими древесные волокна путем образования на них стекловидных покровов, могут служить: борная кислота (а также ее соли), фосфаты и некоторые вольфраматы. Часто употребляются также и сульфаты натрия и магния, действие к-рых основано гл. обр. на большом содержании в них кристаллизационной воды, постепенно испаряющейся при высокой $t°$ и могущей в течение нек-рого времени защищать древесные волокна от огня. Химич. вещества, употребляемые для защиты дерева от огня, только тогда приносят существенную пользу, когда вводятся в дерево достаточно глубоко и под давлением. Соломенные крыши, для защиты их от огня, покрывают составом из глины, гипса и газовой воды, получаемой на газовых заводах при очистке каменноугольного газа.

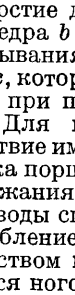
К типам неогнестойких зданий и конструкций относятся: деревянные фахверковые; скелетные, когда скелет сделан из дерева или заполнение сделано из дерева или другого сгораемого материала; деревянные, облицованные кирпичом менее чем в $1^1/_2$ кирпича толщиной; всякого рода иные конструкции стен, наружные поверхности которых содержат сгораемые материалы.

Лит.: Брилинг С. Р., Технич. свойства строит. материалов, М., 1926; Справочник для инженеров строит. специальности, М., 1928; Kleinlogel A., Einflüsse auf Beton, 3 Aufl., B., 1925; Saliger R., Der Eisenbeton, seine Berechnung udn. Gestaltung, 5 Aufl., Lpz., 1925; Eisen im Hochbau, 7 Aufl., Düsseldorf, 1928; Saliger R., Die Feuersicherheit d. Eisenbetonbauten, Handbuch f. Eisenbetonbau, hrsg. v. F. Emperger, 1 Aufl., B. 4, T. 1, W., 1909; Hamel H., Feuersicherheit, B., 1921; Schumann C. u. Büsnig F., Der Portlandzement u. seine Anwendungen im Bauwesen, 4 Aufl., B., 1912; Gesteschi Th., Der Holzbau, Handbibliothek f. Bauingenieure, hrsg. v. R. Otzen, T. 4, B. 2, B., 1926; Grün R., Schädliche Einwirkungen auf Beton u. ihre Verhütung, «Zementverarbeitung», Charlottenburg, 1926, H. 21; Himmelwrigth H., The San-Francisco Earthquake a. Fire, N. Y., 1907; Probst E., Vorlesungen über Eisenbeton, 2 Aufl., B. 1—2, B., 1923—29; Die Feuersicherheit d. Eisenbetons bei den grösseren Brand-Katastrophen im Jahre 1911, Berlin, 1912; Die Feuersicherheit von Beton, Eisenbeton, Eisen und Holz, B., 1911; Zucker O., Die Widerstandsfähigkeit d. Eisenbetons gegen Feuer, «Bauwelt», B., 1925, H. 30; Gary M., Beton und Eisenbeton im Feuer, «Beton und Eisen», B., 1922, H. 3; Mörsch E., Der Eisenbetonbau, seine Theorie und Anwendung, 6 Aufl., B. 1—2, Stg., 1923—1929; Ingberg, Griffin, Robinson and Wilson, Fire Tests of Building Columns. Technologic. Paper № 184 of the Bureau of Standards; Bronneck H., Holz im Hochbau, W., 1927; Lea and Sreadling, The Resistance of Fire of Concrete a. Reinforced Concrete, «Engineering», London, 1922, *11*; Friedrich, Die Feuersicherheit des Eisenbetons bei d. Brandkatastrophe in d. Sarottifabrik, Berlin, «Schweizerische Bauzeitung», 2 Halbjahr, *9*; Denkschrift über die Brandversuche im Wiener Modelltheater, B., 1906; Silomon, Über die Feuersicherheit von Eisenbetonbauten, «B. u. E.», Heft 9, B., 1924; Bach C., Versuch mit Eisenbeton-Balken, «Deutscher Ausschuss f. Eisenbeton», B., 1911, H. 9; Gary M., Brandproben von Decken, 2 Bericht, ibid., 1916, H. 33; Gary M., Brandproben an Eisenbetonbauten, 3 Bericht, ibid., 1918, H. 41; «Eng. News», N. Y., 1906, p. 723; «Eng. Record», N. Y., 1907, v. 56, *1*; «Zeitschriftenschau für das gesamte Bauingenieurwesen», Berlin.

С. Брилинг.

ОГНЕТУШИТЕЛИ ручные, приборы для тушения пожаров. О. делятся на простые, работающие обыкновенной водой, и химические, работающие посредством различных химич. составов. О., работающие обыкновенной водой, называются гидропультами и подразделяются на следующие виды: гидропульт-ведро, гидропульт-стремянка и гидропульт-костыль.

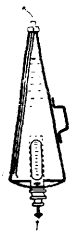
Гидропульт-ведро (фиг. 1) состоит из обыкновенного жестяного ведра, к к-рому прикреплен внутри его обыкновенный поршневый насос *a*, имеющий в нижней части отверстие для всасывания воды из ведра *b* и в верхней для выбрасывания воды через рукавчик *c*, который прикреплен к насосу при помощи винтовой гайки. Для приведения насоса в действие имеется в верхней части штока поршня рукоятка *d*, а для удержания ведра при накачивании воды специальная скоба или углубление у днища ведра *e*, посредством которого О. удерживается ногою в неподвижном состоянии. Гидропульт-стремянка состоит из такого же насоса, как и гидропульт-ведро, но без самого ведра. Для забора воды из подносимых ведер к всасывающему отверстию прикрепляется жесткий прорезиненный рукавчик, а для выбрасывания воды имеется такой же рукавчик, как у гидропульта-ведра. Для удержания гидропульта на месте при работе в нижней части его имеется подножка в виде стремени (от чего он и получил свое название). Гидропульт-костыль представляет собою полую внутри трубу такой высоты, чтобы она могла упираться в подмышку человека среднего роста. Эта труба имеет соединение со второй трубой меньшего размера, служащей цилиндром для поршня. В соединении труб помещается клапанная коробка. К длинной трубе прикреплен рычаг для приведения насоса в действие. В нижней части имеется подножка в виде стремени, а в верхней делается упор в виде ручки костыля. Кроме того имеются забирной и выкидной рукава, прикрепленные так же, как и у гидропульта-стремянки. Для работы костыль вставляется под правую подмышку, правая нога вставляется в стремя, и правою же рукою приводится в действие рычаг, посредством которого начинает двигаться поршень насоса. Для того чтобы струя получалась плавною и непрерывною, оставляется воздушное пространство в длинной трубе. Забирные рукава у костыля и стремянки снабжаются сетками, защищающими гидропульты от засорения, а выкидные рукава—маленькими стволиками (наконечниками). Кроме указанных гидропультов в качестве О. могут применяться обыкновенные и специальные пожарные ведра или насосы в виде спринцовок. Гидропульты требуют за собою тщательного ухода, без к-рого они могут в нужный момент отказать в действии, а потому для простого обывателя они мало пригодны.

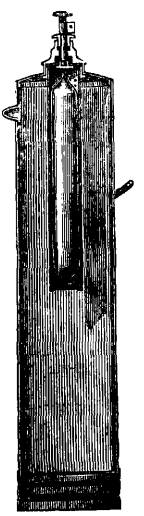


Фиг. 1.

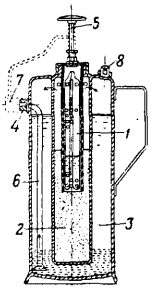
О. химические делятся на жидкостные и сухие. Жидкостные в свою очередь разделяются на густопенные и жидкопенные, сухие же—на порошковые и газовые. Жидкостные О. состоят из металлического корпуса, имеющего форму: конуса (фиг. 2—«Минимакс»), усеченного конуса или цилиндра (фиг. 3—«Богатырь» № 1). Корпус

внутри и снаружи освинцовывается для предохранения от разъедания кислотами; в верхней части он имеет арматуру, состоящую из навинтованных гаек и ударника различных форм в зависимости от системы. С наружной части имеются две ручки—одна сбоку, другая у днища, а на одной стороне верхней части О. или в арматуре—отверстие для выхода жидкости. Внутри корпуса находится сетчатое гнездо для помещения одной или двух колб с к-тою. Для приведения в действие О. его сначала заряжают, т. е. снимают арматуру, наполняют корпус раствором щелочи в теплой воде, вставляют колбы с к-тою, завинчивают арматуру, берут левою рукою за верхнюю ручку, правою же за нижнюю, поворачивают О. ударником вниз и ударяют им о какой-либо твердый деревянный предмет, благодаря чему ударник входит внутрь, разбивает колбу с кислотою, к-та выливается и, смешавшись со щелочным раствором, образует углекислоту, под давлением к-рой смешанная жидкость выбрасывается в виде жидкой или густой пены на расстояние до 12 *м*. Вся работа О. продолжается около $1^1/_2$ мин. в зависимости от емкости О. (5—10 *л*). Нек-рые фирмы вместо ударника ставят маховые колеса, при завертывании к-рых разбивается колба с к-тою (фиг. 4). В СССР допущены к обращению следующие типы О.: «Богатырь» № 1—жидкопенный и № 3—густопенный з-дов Тремасса, «Пеногон Долгорукова» мастерских ВСНХ СССР, «Пенобой» сист. Беленького и «Пенобой Титан» сист. Борунского. О. не м. б. допущен к обращению, пока не будет испытан и одобрен Центральным пожарным отделом. Заряды к О. состоят из пакета двууглекислой соды, бикарбоната, с примесью порошка лакрицы для образования пены (вес заряда ~835 *г* в зависимости от емкости О.) и заряда серной к-ты в запаянной колбе (~485 *г* крепостью в 36—94° Bé). Заряды для «Богатыря» № 3 состоят кроме содового порошка из двух колб серной кислоты: один до 350 *г* крепостью ~36° Bé с окислом алюминия, другой 425 *г* крепостью 94° Bé. При действии О. в нем развивается давление до 12 *atm*, потому корпуса О. при изготовлении испытываются на давление до 25 *atm*. Кроме указанных О. у нас применяются также заграничные О., работающие тетрахлором, т. е. четыреххлористым углеродом, к-рый выбрасывается в распыленном виде наружу при помощи насоса-спринцовки, расположенного внутри корпуса, наполненного четыреххлористым углеродом, или под действием углекислоты. Из этих О. следует указать на «Пайрен», «Тетра», «Фикс» и «Тетра-минимакс». На фигуре 5 представлен разрез прибора, где *1* — сетка с кислотной ампулой; *2* — щелочной раствор; *3* — жидкость «Тетрахлоруглерод»; *4* — спрыск; *5* — ударник; *6* — сифонная трубка; *7* — капсюль, предохраняющий спрыск от засорения; *8* — воронка для наливания жидкости тетрахлоруглерод.


Фиг. 2.

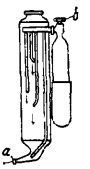

Фиг. 3.

Фиг. 4.



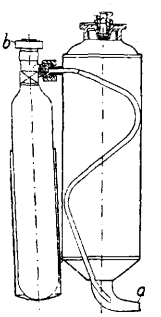
Фиг. 5.

Жидкопенные огнетушители применяют при всякого рода пожарах твердых тел; густопенные—преимущественно для легко воспламеняющихся жидкостей, а О. с четыреххлористым углеродом — для двигателей внутреннего сгорания. До появления описанных О. были в обращении цилиндры, бутылки, гранаты и бомбы с огнегасительными жидкостями. Состав этих жидкостей был: поваренная соль, хлористый натрий, хлористый кальций, хлористый аммоний, окись кальция, углекислый кальций, нашатырь, а также ряд других химических веществ. Но все эти огнетушители как по форме, так и по составам в настоящее время устарели и вышли из употребления как неудобные и малопригодные. При установке жидкостных О. в неотапливаемых помещениях с целью воспрепятствовать замерзанию жидкости к составу ее прибавляются следующие вещества: хлористый натрий, поваренная соль, хлористый кальций, хлористый аммоний, окись кальция, углекислый кальций, нашатырь, глицерин и др.



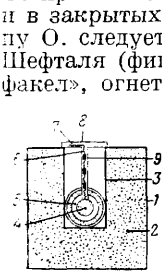
Фиг. 6.

О. сухие, действующие порошком. К числу их относятся: «Тотал» (фиг. 6), «Тайфун» (фиг. 7) и «Титан». Эти О. состоят из двух цилиндрических баллонов, скрепляющихся между собою посредством ниппеля и соединительного хомута. Большого размера баллон изготовляется из железа, в верхней своей части имеет крышку с пружинным предохранительным клапаном; через крышку производится засыпание порошка. Снизу имеется коническое сопло *a* с отверстием в 8—10 *мм*. Второй баллон, меньшего размера, изготовляется из стали, сверху закрывается вентилем с маховичком *б*. Внутренность малого баллона соединяется с большим посредством особой трубы, через которую газ из малого баллона переходит в большой и выдувает из него находящийся в нем порошок. Кроме того в малом баллоне имеется специальный предохранитель от взрыва. Этот баллон испытывается на давление в 250 *atm*, а большой на 25 *atm*. О. изготовляются нескольких размеров (малый, средний и большой), и вес их колеблется в зависимости от размера. Так например, О. среднего размера весит около 10 *кг*, причем порошка он содержит до 4 *кг*. Работа этих

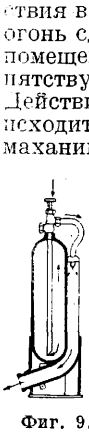


Фиг. 7.

аппаратов обычно продолжается до 15 ск. при длине порошковой струи до 4 *м* и высотою до 3 *м*. Главную массу порошкового заряда составляет двууглекислая сода с примесью незначительных количеств алюминия, окиси железа и кремневой к-ты. Подобного рода О. применяются при электрич. установках и в закрытых помещениях. К этому же типу О. следует отнести и «Пожарогаз» инж. Шефталя (фиг. 8), «Тео», «Рапид» и «Блиц-факел», огнетушительный «Патрон Бухера» и ряд других, вышедших из употребления из-за неудобства применения их во время пожаров и несоответствия современным требованиям, предъявляемым к такого рода О. «Пожарогаз» инж. Шефталя состоит из шестигранной картонной коробки *1*, наполненной огнегасительными солями *2* (двууглекислые соли, квасцы, сернокислый аммоний, инфузорная земля и асбестовые очесы). В середину коробки вставляется картонный стакан *3*, а в него закладывается пороховой заряд *4*, заключенный в прессованную картонную коробку круглой формы, обмотанную шпагатом. Заряд весит до 0,8 *кг*. От заряда через верхнее днище выводится бикфордов шнур *6*, имеющий на конце пороховую нитку *7*. На бикфордов шнур надевается несколько хлопушек *9*, и весь стакан заполняется таким же порошком, как и сама коробка. Пороховой шнур закрывается особым футляром *8*, который бандеролится. В случае пожара срывают бандероль и футляр *8*, пороховую нитку зажигают и бросают «Пожарогаз» через окно, дверь или через другое отверстие в горящее помещение; от бикфордова шнура первыми воспламеняются хлопушки *9*, предупреждающие, что вскоре последует взрыв. Когда же настанет момент взрыва, от его действия воздух выдавливается из помещения, огонь сдувается с горящих предметов, и все помещение обсыпается слоем порошка, препятствующего вторичному воспламенению. Действие О. «Тео», «Рапид» и других происходит путем выбрасывания порошка при махании О. в направлении огня. Устройство огнегасителей «Патрон Бухера» основано на сгорании веществ, поглощающих большое количество кислорода и выделяющих газ, не поддерживающий горения (селитра, сера, уголь, окись железа). Кроме перечисленных О. последнее время за границей появились О., действующие углекислым снегом; к числу этих О. относится «Поляр-Тотал» (фиг. 9). состоящий из стального цилиндрич. формы баллона с арматурой, в к-рой находится ударник. К баллону прикрепляется трубка с расширителем. Для держания О. имеются сбоку и внизу две ручки. Заряд О. состоит из 4 *кг* жидкой углекислоты, находящейся под давлением до 70 *atm*. Для приведения в действие О. следует стукнуть по ударнику, благодаря чему откроется выход углекислоты в расширительную трубку, углекислота, проходя тонкой струей в эту трубку, будет выбрасываться под большим давлением наружу в виде снежной струи. Подобного рода О. применяют для тушения легко воспламеняющихся жидкостей, разного рода химических товаров и электроустановок. В СССР такие О. пока не изготовляют.



Фиг. 8.


Фиг. 9.

Общие технические требования, предъявляемые к О. Каждый О. до выпуска его в обращение в качестве отдельного типа должен получить оценку, т. к. он должен вполне отвечать всем требованиям, к-рые предъявляются к данной конструкции. При этом конструкция О. должна обеспечивать удобство и быстроту обращения с ним в работе одного человека, а потому вес заряженного О. не должен превышать 17 *кг*, а конструкция его должна обеспечивать постоянную безотказность в работе согласно изложенным нормам и быть безопасной для лиц, работающих с О. или ухаживающих за ними.

Требования, предъявляемые к корпусу и арматуре О. Пенным О. может считаться только такой О., пена к-рого при работе превышает по объему не менее чем в 2 раза самый заряд. Емкость корпуса как жидкостного О., так и сухого д. б. ~10 *л*. Материал, применяемый для изготовления корпуса О., должен гарантировать прочность его при внутреннем давлении от $1^1/_2$ до 2 раз против нормы и во всяком случае не менее 25 *atm*. Баллоны для сжатого газа должны выдерживать давление не менее 200 *atm* при абс. плотности затворов арматуры, чтобы не было утечки газа. Как самые корпуса, так и отдельные их части (ручки, подвески и др.) д. б. сварены и приварены автогенным способом. Баллоны для сжатого газа должны иметь предохранители, открывающиеся при давлении свыше 100 *atm*, а порошковые баллоны—свыше 15 *atm*. Для предохранения от ржавчины все баллоны д. б. освинцованы как снаружи, так и внутри. Снаружи, по свинцу, разрешается покрытие прочной краской, а баллоны для газа должны иметь окраску определенного цвета, присвоенную газу, к-рым они наполнены. Вся арматура как внутренняя, так и внешняя д. б. прочна и проста в обращении и покрыта слоем металла, предохраняющего от разъедания кислотами. К выходному отверстию для струи не должны приделываться никакие шланги или рукавчики, за исключением О. специального назначения.

Требования, предъявляемые к зарядам для О. Заряд О. ни в коем случае не должен действовать разрушающе на О. и его арматуру, а самая струя заряда (пенная или порошковая) д. б. безвредной для человека и не должна разрушать тех предметов, на которые попадает. Состав заряда должен сохранять свою стойкость не менее двух лет, а порошок для сухих О. не должен слеживаться и комковаться. Для сохранности зарядов во время перевозки требуется соответствующая упаковка. Незамерзающие заряды д. б. снабжены четкой надписью «незамерзающий». Зарядка д. б. проста, удобна при работе одного человека. Каждый О. должен иметь надежное приспособление для пломбирования.

Требования, предъявляемые к действию О. При работе каждый О. должен давать безотказно непрерывную струю жидкости в течение 1 мин., а порошковый—струю порошка не менее 15 ск., причем струя пены или жидкости д. б. компактной и достигать полезной длины до 6 *м* для жидкости или 3 *м* для порошка. Как жидкость, так и порошок должны выбрасываться без остатка.

Учет и эксплоатация О. Корпус каждого О. должен иметь ясную надпись, указывающую: название, систему, фирму, способ приведения в действие, порядковый заводской номер, год выпуска и средний вес в заряженном состоянии. На баллоне же для сжатого газа д. б. указано, для какого О. он предназначен, с указанием фирмы, способа приведения в действие, порядкового заводского номера, года выпуска, общего веса баллона с газом и газа отдельно, давления газа в баллоне и давления, на к-рое баллон испытан. Те же указания д. б. и на упаковке. К каждому О. должен прилагаться ключ и другие принадлежности в зависимости от конструкции, необходимые при зарядке, действии О. и уходе за ним, а также наставление к обращению.

Правила приемки и испытания О. и зарядов к ним. Если партия О. составляет более 100 шт., то для приемки ее создается комиссия с участием представителя местного органа государственного пожарного надзора, причем приемка производится в следующем порядке: а) наружный осмотр для определения соответствия О. данному типу и условиям, характеризующим данный тип О.; б) испытание на гидравлич. давление, для чего берется 4% партии О. Если при испытании хотя бы один О. не выдержал давления, то испытанию подвергаются все О. данной партии и принимаются только те из них,

которые это испытание выдержали. Приемка зарядов к О. производится в таком же порядке, т. е. сначала производится наружный осмотр упаковки, затем испытание давления, развиваемого разрядом в О. при закрытом вспрыске. Если сама комиссия сделать этого не может, то поручает произвести испытание одной из государственных лабораторий. Далее производится испытание длины струи, длительности работы и пенности. Если партия О. значительна, то комиссия имеет право потребовать испытания на гасительный эффект, согласно нормам ЦПО НКВД. Количество зарядов, берущихся на пробу, определяет сама комиссия. Приемка единичных О. производится в том же порядке, но без составления комиссии, одним приемщиком. В том и другом случае составляются акты.

Лит.: Михайлов Ф. М., Ручные химические огнетушители, Москва, 1922; Циркуляры НКВД: *383* от 15/X 1927, *141* от 8/IV 1927, *57* от 9/II 1928, *361* от 1/X 1927.

ОГНЕУПОРНЫЕ ГЛИНЫ, глины, обладающие достаточной пластичностью и способностью выдерживать высокую $t°$ (от 1 600° до 1 700°) не плавясь и не размягчаясь. При смешивании с водой они дают пластичную массу, обладающую такой связывающей способностью, что отформованный из нее предмет может быть направлен на обжиг при более или менее высокой температуре. Обжиг сообщает полученным предметам твердость, цвет, стойкость к воздействию воды. Фарфоровые и каменные изделия из О. г. при обжиге спекаются, остальные же виды товаров из О. г. не спекаются, пропускают газ и жидкости, причем для придания им газо- и водонепроницаемости их покрывают глазурями или эмалями. В самом широком химич. смысле глинами называют бисиликаты алюминия, состоящие из оводненного кремнекислого глинозема с примесью кремнекислых земель, щелочей и железа. В узком же значении этого слова химич. глины следует рассматривать как гидратные формы кремнекислого алюминия и его аморфную форму. В сухом состоянии глина представляет собой землистую, ломкую, липнущую к языку землю, которая при слабом увлажнении (дыхании на кусок) получает своеобразный запах. Природа этого характерного для глин запаха не выявлена; вероятно он зависит от присутствия в глинах невесомого количества органич. примесей. Твердость глин мала и по шкале твердости она принята равной единице. Теплопроводность глин очень мала: она в 10 раз хуже проводит тепло, чем графит.

По своеобразному ощущению на осязание глины разделяются на «жирные» и «тощие», и между этими крайними видами имеется ряд переходных видов. Жирные глины являются наиболее чистыми, они находят предпочтительное применение для изготовления огнеупорных изделий. Они мягки, жирны наощупь, с водою дают жидкое тесто; при высыхании после формовки изделия дают большую усадку. Такие глины у наших керамистов-практиков называются «мыленками». Тощие глины известны под названием «сухарей». Они тверды, сухи наощупь, часто имеют камневидное состояние. С водою не дают хороших жидких тестовидных смесей. Мыленки легко полируются пальцем, сухари этим свойством не обладают. Промежуточные глины носят название «полусухарей», «мягких сухарей» и т. д. Для применения О. г. в промышленности очень важно отношение их к воде. С водою пластич. сухие глины легко размешиваются и дают пластич. массы. Хорошие пластические глины удерживают до 70% воды, не переходя в капельно-жидкое состояние. У тощих глин такой большой водоемкости нет, и они не могут давать хороших пластич. масс. В виду этого они могут применяться или в смесях с жирными глинами или там, где не требуется большой пластичности. Влажные глины обладают очень большой водонепроницаемостью; это свойство сильнее выражено у жирных глин, чем у тощих. Непроницаемы влажные глины и для солей растворенных в воде. Сухие глины обладают избирательным поглощением солей и красок, при этом коллоидальные тела из глин не вымываются. Избирательно поглощаются основные краски (метилен блау, конгорот, малахитовая зеленая). Из солевых растворов глины поглощают основания, оставляя кислоты. Поглощением коллоидов объясняется накопление в глинах гумусовых веществ, гумусовых к-т и других органич. веществ, которые часто сообщают глине кроме цвета еще и специфические свойства.

Основным химич. веществом глины являются водные силикаты глинозема, сходные по своему составу с каолином. Вещество глины можно разделить на три составные части. а) Собственно глины—пластическое связывающее вещество, к-рое после подсушивания переходит в твердую, но ломкую массу с уд. в. 2,2. При тщательном отмучивании и отделении от других составных частей глины остаются частички размером в 0,01 *мм*. Совершенного отмучивания и отделения достигнуть трудно и особенно это отделение трудно от кристаллических частичек каолина, переходящих в отмученную жидкость несколько более крупными частичками (0,01—0,03 *мм*). б) Второй слагающей глин является песок. Наличие песка понижает пластич. свойства глин и огнеупорность, несмотря на то что $t°_{пл.}$ песка высока. Уд. вес частичек песка в глине 2,6. в) Третьей составной частью глин являются так наз. шлюффы—остатки продуктов выветривания полевых шпатов. В противоположность основному веществу глины остальные слагающие при высыхании не дают ломких, плотно схватывающихся с водою масс. При растирании они гораздо труднее поддаются превращению в порошок. Уд. вес этого шлюффа 2,2—2,6; большое количество его делает глину совершенно негодной для изготовления предметов с последующим обжигом. Так как по своему уд. весу эти три составных вещества близки, то разделение их довольно затруднительно, и поэтому более точное суждение о характере глин и их пригодности для переработки можно получить согласно предложению Зегера на основании т. н. рационального анализа. Для этого глина подвергается обработке разбавленной серной к-той, которая разрушает основное вещество глины и не действует на песок и шлюфф. Глинозем силиката переходит в раствор; промытый осадок, состоящий из кремнезема силиката алюминия, песка и остатков выветривания, обрабатывается разбавленной щелочью и соляной кислотой для перевода кремнекислоты в рас-

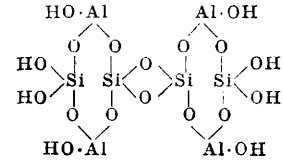
твор и ее определения. На фильтре остаются неразложенные части. Такой анализ дает быстрый и верный метод для суждения о ценности глины для ее применения в огнеупорных и керамич. изделиях. Чем больше содержание основного вещества глины и чем меньше шлюффа и кварцевого песка, тем огнеупорнее глина. Отмученный каолин, по Зегеру, содержит 96,56% основного вещества глины, 2,3% кварцевого песка и 1,15% остатков полевого шпата. Кроме этих трех слагающих глины содержат еще и другие примеси, часто б. или м. случайные.

Цвет природных глин б. ч. серый, часто голубоватый и даже голубой, нередко черный, желтый и красный. Цвет глин обусловлен примешанными в суспендированном виде примесями, но часто эти красители и растворены в глине. При прокаливании цвет глины изменяется, только белые пластич. глины и белый каолин сохраняют свою окраску. Зегер классифицирует глины по их окраске, к-рая получается при обжиге, на четыре класса. 1) Глины, богатые основным веществом и бедные железом (<1%), при обжиге остаются белыми или принимают едва заметную окраску (каолин, фаянсовые глины, трубчатые глины). 2) Глины, богатые глиноземом с примесью небольшого количества глин же с окисью железа. При обжиге они дают черепок слабожелтого до желто-телесного цвета; сюда можно отнести большинство огнеупорных пластич. глин, с содержанием 1—5% железа и 20—30% глинозема. 3) Глины, бедные глиноземом и богатые глинами, содержащими соли железа, в зависимости от $t°$ обжига дают цвета от красного до черно-голубого. 4) Глины, содержащие мало глинозема и много соединений железа и извести, с возрастанием $t°$, начиная с красного цвета, становятся все светлее, принимая нередко бело-желтую окраску; при температуре белого каления при плавлении дают плавни от желто-зеленого до черного цвета. Глины третьего и четвертого раздела к огнеупорным глинам отнесены быть не могут.

По способу подготовки материала и по переработке этого материала между О. г. и каолинами трудно провести границу; нельзя провести границу и по их химич. составу, можно только отметить, как это видно из прилагаемой ниже таблицы, что «настоящие глины» содержат сравнительно большое количество щелочей, извести, окиси железа и меньшее количество воды, чем «настоящие» каолины. Состав каолинов и их глин приведен в помещаемой ниже таблице.

Приводим названия различных глин: 1) Английская China clay, 2) С.-Ирье, французская, 3) Саксонская, Зейлиц, 4) Китайская, 5) Глуховская (это—пять образцов каолина), 6) Бердянская, 7) Сибирская, 8) Глуховская «чистый белый сухарь», 9) Глуховская «мыленка», 10) Тульская, деревня Баздыровка, 11) Гжельская мыловка, 12) Сосновская, б. Екатеринославской губ., 13) Софиевская, б. Екатеринославской губ., 14) Вычегодская, б. Олонецкой губ., 15) Челябинская, 16) Севрская смесь, 17) Китайская масса, кессельская мануфактура.

Для практич. применения глин наряду со знанием неорганич. состава глин важно знать «органические коллоиды», к-рые в общем анализе дают потери при прокаливании. Эти потери не м. б. целиком отнесены за счет органич. части глин. Исходя из состава основного вещества глины $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ и структурной формулы



при прокаливании можно ожидать и выделения конституционной воды. Действительно, работы, начатые еще Ле-Шателье и далее продолженные Соколовым, а в последнее время Уразовым и Володовецом, установили, как это видно из хода кривой повышения $t°$ (см. *Спр. ТЭ*, т. III, стр. 201, 202), что гигроскопическая вода выделяется при 110—105°. При 500—600° в ходе кривой имеется вторая остановка и она отмечает выделение конституционной воды. Интересно изменение кривой при 950—1 060°, которая соответствует экзотермич. превращению силикатов алюминия, саморазогреванию смеси и повышению $t°$ на 130—150°. Описанное явление—общее для всех глин. По резкому изменению хода кривой можно судить о принадлежности глин к жирным или к тощим.

Для О. г. необходима оценка следующих их свойств. 1) Огнеупорность, определяемая в муфельной печи с дутьем как $t°$ полного ожижения глины. Низшим темп-рным пределом условно принимается 1 580° (SK № 26). 2) О. г. при высокой сравнительно $t°$ часто начинают размягчаться гораздо ниже $t_{n.s.}$, и поэтому для определения условий деформации изделия длительно выдерживают при высокой $t°$, при соответственной нагрузке; так, шамотные кирпичи теряют свою форму при 1 300° от нагрузки в 8,8 *кг/см*². 3) Изделия из огнеупорных глин часто применяются в процессах, протекающих при высокой $t°$, при к-рой нейтральные в обычных условиях соединения получают ясно выраженный кис-

Химический состав различных глин.

Состав	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
SiO_2	44,2	58,4	56,3	47,6	45,0	45,6	44,3	44,6	47,3	68,1	65,1	47,3	46,0	43,6	52,6	52,9	65,75
Al_2O_3	37,9	27,5	31,2	37,9	34,6	38,8	38,0	39,1	33,9	25,0	22,5	37,9	38,3	37,2	32,3	28,9	21,73
CaO	0,2	1,5	0,42	0,21	0,92	0	—	—	0,6	—	0,24	—	—	0,3	—	3,99	0,26
MgO	0,1	0,4	—	0,09	0,9	0,79	—	—	0,37	—	0,45	—	—	0,6	0,18	0,17	0,17
Fe_2O_3	1,0	0,4	0,49	1,05	0,6	0,99	—	0,86	2,3	0,57	2,2	1,19	1,58	2,6	1,4	0,48	1,03
K_2O+Na_2O	1,3	4,3	1,17	1,28	0,56	—	—	—	—	—	—	—	—	1,8	—	1,70	2,66
H_2O	12,3	7,2	10,6	12,6	17,4	13,8	15,8	0,82	17,75	—	—	13,6	14,6	14,0	13,2	—	—
Потеря при прокаливании	—	—	—	—	—	—	—	13,7	2,79	7,82	7,9	—	—	—	—	9,12	6,24

лотный или щелочной характер, поэтому необходимо определять кислотность или щелочность глин. Глины, богатые глиноземом—щелочные, богатые кремнеземом—кислотные. 4) Постоянство объема изделий из О. г. заключается в том, что предмет, получивший окаменение объема от нагревания, по возвращении к первоначальной $t°$ принимает и первичный объем. Глины, богатые глиноземом, уменьшают объем после нагревания, тогда как богатые кремнекислотой увеличивают первоначальный объем. Эти свойства учитываются в том случае, когда полное сохранение объема необходимо. 5) Изделия из О. г. должны быть устойчивы к резким переменам темп-ры. Как правило жирные глины более стойки, чем глины тощие и богатые кремнекислыми соединениями. 6) Особенно важно свойство сохранения крепости и плотности после многократных нагреваний. В нек-рых случаях при повторных нагреваниях наблюдается переход через максимальное значение крепости. Так, шамотный кирпич, выдерживавший нагрузку в 161 *кг/см²*, после 19 нагреваний выдерживал 202 *кг/см²*, но после последующих 19 нагревов только 151 *кг/см²*. Кирпичи с большим содержанием кремневых соединений до нагрева выдерживали 190 *кг/см²*, после 5 нагреваний—163 *кг/см²* и после 15 следующих нагреваний—144 *кг/см²*.

См. *Спр. ТЭ*, т. III, стр. 196—204, 207—208, а также *Глина* и *Керамическое производство*.

Лит.: Любавин Н. Н., Техническая химия, т. 2 и 3, М., 1899—1903; Пригоровский М., Огнеупорные глины, П., 1922; Земятченский П. А., Глины, их физич., химич. и технич. свойства, «Труды Госуд. исслед. керамического ин-та», Москва, 1927, вып. 7; Гинзбург И. И., Глины огнеупорные, Годовой обзор минеральных ресурсов СССР за 1926/27 г., Ленинград, 1928 (имеется литература); Bischoff C., Die feuerste Tone u. Rohstoffe, 4 Aufl., Lpz., 1923.

Е. Раковский.

ОГНЕУПОРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, строительные, тепло- и электроизоляционные твердые хемостойкие тела, применимость к-рых в технике высоких $t°$ сохраняется без существенного нарушения главных функциональных свойств в областях высоких $t°$ при наличии прочих неизбежных в данной службе О. м. условий. Высокая $t°$, как главный источник интенсивности всех энергетических процессов, тем самым служит наиболее важным деятелем при проведении всевозможных рабочих процессов в промышленности (общетехнических, металлургических, керамических, стеклодельных и т. д.), и потому условия, при к-рых возможно пользование этим деятелем, представляют предмет особого внимания техники. Однако именно основное требование, предъявляемое к О. м.,—участвовать в процессах, чрезвычайно ускоренных высокой темп-рой, ставит их самих под соответственно ускоренное воздействие различных разрушающих агентов химич. и физич. характера. Отсюда возникают большие трудности в подыскании и производстве О. м., разрушение которых происходило бы значительно труднее и значительно медленнее, чем некоторый рабочий процесс, требующий высокой темп-ры и следовательно отличающийся известной упорностью в отношении темп-ры. Конечно понятие об огнеупорности не м. б. рассматриваемо оторванно от других, кроме высокой $t°$, условий данного производственного процесса, в котором данному О. м. предназначается нести свою службу. Сравнительно редко приходится говорить о чисто тепловой стойкости О. м., да и то лишь постольку, поскольку известное условие (например действие воздуха, тяжести и т. п.) можно считать подразумевающимся. Вообще же при обсуждении О. м. необходимо учитывать и все «поведение» данного материала при высокой $t°$ в условиях предстоящей ему службы (тепловых, механических, химических, электрических), а также экономические показатели, к-рые при имеющемся массовом потреблении О. м., необходимости частой их смены и требуемой в большинстве случаев дешевизны конечного продукта процесса, должны считаться признаком весьма существенным. Как понятно уже из этого разнообразия условий службы О. м., число их весьма велико, а виды их—различны. Поэтому настоящая статья направлена не на систематическое изложение данных об О. м., а лишь на известную целевую координацию других статей ТЭ, говорящих об отдельных видах О. м.

Технические условия. Технические условия, предъявляемые к О. м., могут весьма различаться в зависимости от рода О. м. и от данного случая его применения. В основном от О. м. требуются: 1) $t°$ размягчения не ниже определенного предела, причем во многих случаях желательно иметь этот предел возможно более высоким; 2) возможно бóльшая индиферентность в отношении химич. агентов вообще и достаточная индиферентность в отношении тех сред и веществ, с которыми данному О. м. предстоит соприкасаться в условиях его службы; 3) возможно бóльшая стойкость при колебаниях $t°$, а в известных случаях—стойкость и в отношении резких скачков $t°$; 4) газонепроницаемость или, наоборот, достаточная пористость; 5) значительная механич. прочность, причем во всех случаях желательна, а в некоторых необходима еще и стойкость в отношении ударов. В известных случаях кроме того требуются: 6) стойкость против постарения от перекристаллизовывания, выгорания, внутренних реакций, электролиза и т. д.; 7) возможно бóльшая или, наоборот, возможно меньшая теплопроводность; 8) возможно бóльшая или возможно меньшая теплоемкость; 9) возможно меньшая или возможно бóльшая электропроводность при рабочей $t°$.

Классификация О. м. В соответствии с многообразием признаков, технически характеризующих О. м., классификация последних может быть проводима по каждому из них и следовательно сама может быть весьма различна. Прежде всего естественно намечается деление по предельной $t°$ применимости. Наиболее обычные $t°$ рабочих процессов сопоставлены в табл. 1.

Из нее видно, что сравнительно в немногих случаях эти $t°$ превосходят 1 600°. Однако в отдельных производствах (например плавленого кварца) рабочие $t°$ достигают 2 000° и выше. Так. обр., хотя понятие высокой $t°$, вообще говоря, и условно, но практически

Табл. 1.—Сводка данных о наивысших $t°$, достигаемых при нормальных условиях работы.

Род установки	°С
Отжигательные печи	800—1 500
Доменные печи:	
у фурм	2 000
у леточного отверстия	1 600
Регенераторы	1 200
Котлы:	
топка	1 250
Латунноплавильные печи	1 200
Печи для прокалки боксита	1 500
» » » магнезита	1 700
Химические печи	700—1 200
Основание трубы	350—1 250
Коксовальные печи:	
камеры	1 100
регенераторы	1 200
Конвертеры	1 650
Тигельные печи	1 500
Отражательные печи	1 100—1 500
Газовые реторты	900—1 300
Стекольные печи	1 200—1 300
» »	1 100
» »	1 200—1 300
Подовые печи	900—1 400

имеет смысл ограничить его промежутком от 1 000 до 1 600°, тем более, что 1 600° отвечает $t°$ размягчения некоторых практически весьма важных О. м. Тела, размягчение которых происходит при $t°$ выше 1 600°, однако ниже 1 800°, выделяются в особый класс. Этот второй предел 1 800° следует считать важным практически в связи с $t°$ размягчения наиболее важных О. м.—чистого каолина (1 770°) и чистого кремнезема (1 685°); тела, $t°$ размягчения которых не ниже 1 800°, называются высокоогнеупорными. Классификация важнейших О. м. дана в табл. 2.

Табл. 2. — Сводка данных о $t°_{пл.}$ и размягчения некоторых важнейших О. м.

$t°_{пл.}$	Предел применимости, °С	Огнеупорный материал	Класс огнеупорн.
1 680	1 400	Фарфор	Огнеупорные материалы
1 685	1 100	Кварцевое стекло	
1 600—1 700		Шамот	
1 700—1 750		Динас	
1 730		Газонепроницаемая масса Р57	
1 770	1 600	Чистый шамот	
1 770		Газонепроницаемая масса «экстра Р»	
1 770	1 650—1 700	«Пифагорейский фарфор»	
1 800—1 900		Глиноземистый шамот	
1 825	1 700	Шпинель (28% MgO; 72% Al_2O_3)	Высокоогнеупорные материалы
1 850	1 400	Марквардтовская масса и масса Е2	
1 880		Масса 1	
2 050	1 800	Глинозем	
2 500	2 000	Карбид кремния	
2 800	1 800	Магнезия	
2 690 ± 20	< 1 850	Двуокись циркония	
Выше 3 000		Нитрид бора	

В отношении тепловом возможны классификации О. м. по теплоемкости, теплопроводности, стойкости в отношении тепловых скачков, качественного и количественного хода теплового расширения тел и др. Далее, может иметь значение характеристика по признаку электропроводности при высокой $t°$. В отношении химич. природы проводимых процессов необходимо также считаться с делением О. м. по их составу. Самая главная классификация О. м. — по химич. природе — состоит в распределении на вещества кислотного характера, вещества основного характера и вещества в большей или меньшей степени индиферентные (из последних большою индиферентностью отличается двуокись циркония, а также уголь и графит). В виду чрезвычайной ускоренности различных процессов при высокой $t°$, выбор О. м. для каждого данного случая должен производиться с весьма большою осторожностью. Прежде всего при этом выборе могут руководить нек-рые общие соображения; напр. кислотные вещества, и в особенности силикаты, не должны приходить в соприкосновение с основными и с металлами весьма электроположительными; вещества основного характера не должны соприкасаться с к-тами и их ангидридами; вещества углистые д. б. отстраняемы от соприкосновения с веществами, способными восстановляться за счет окисления угля, и т. д. В смысле выбора поэтому во многих случаях особенно благоприятны О. м. индиферентного характера. Однако этих общих соображений в большинстве случаев недостаточно, т. к. кроме реакций, к-рые легко предвидеть, при высоких $t°$ нередко возникают разные другие, менее известные, как напр. повреждение платины действием углерода, повреждение нихрома при соприкосновении с асбестом, заранее непредвиденные образования эвтектич. сплавов, с соответственно пониженной точкой плавления, и т. д. Классификация О. м. по химическому составу может быть представлена напр. схемой, приведенной в табл. 3.

Взаимоотношение свойств О. м. Трудность технологии О. м. состоит не столько в самых требованиях порознь, как в их совокупности: свойства О. м. находятся в тесной связи между собой и потому установление самостоятельной нормы для каждого из их свойств, как если бы они были независимы между собой, может оказаться содержащим внутреннее противоречие. Так, исходные вещества, напр. окислы кремния, алюминия, магния, циркония и др., обладающие высокой огнеупорностью в чистом виде, трудно поддаются промышленной обработке и нуждаются для таковой в известных смешениях; но в результате последних могут возникнуть эвтектические сплавы с соответственным снижением точки плавления. Далее, химическая индиферентность весьма редко обладает универсальным характером. Кроме того она весьма зависит от значения удельной реакционной поверхности материала; так, крупнозернистость, ведущая к пористости, понижает хемостойкость и вместе с тем ведет к газо- и жидкостепроницаемости. Но в других отношениях, напр. для огнеупорности, крупнозернистость м. б. выгодна, и потому при выборе структуры материала приходится брать какой-то относительный оптимум. Стойкость в отношении резких перемен $t°$ зависит от малости коэф-та теплового расширения, к-рый связан с химич. составом О. м. Так, наименьшим коэф-том расширения обладает переплавленный кварц и затем двуокись циркония, тогда как окиси магния и

Табл. 3. — Химическая классификация О. м.

Огнеупорные силикаты	Фарфор	
	Алюмосиликаты	Двойная система Al_2O_3-SiO_2: Дюмортьерит $8\,Al_2O_3 \cdot B_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot H_2O$.—Силлиманит $Al_2O_3 \cdot SiO_2$.—Андалузит.—Кианит.—Муллит Специальные массы: Марквардтова масса.—Масса E2 фарфоровой ф-ки в Гольденвангере.—Масса D3 Государств. фарфоровой ф-ки в Берлине.—Масса D4 той же ф-ки.—Газонепроницаемая масса P57 Государств. фарфоровой ф-ки в Мейссене.—Газонепроницаемый пифагорейский фарфор фарфоровой ф-ки в Гольденвангере.—Газонепроницаемая и неактивная в отношении металлов масса «экстра P» той же ф-ки Чистые шамоты Глиноземистые шамоты Кварцевые шамоты Динас
	Плавленый кварц	Прозрачное кварцевое стекло—витреозил Мутное кварцевое стекло Непрозрачный плавленый кварц
	Магниесиликаты	Асбест Тальк Искусственные двойные смеси MgO-SiO_2 Форстерит—ортосиликат магния Mg_2SiO_4
Огнеупорные окислы	Окись магния	Обожженный магнезит (содержит кристаллы периклаза MgO), оливин, шпинель и феррит магния Чистая магнезия
	Окись алюминия	Расплавленный кристаллич. глинозем — диамантин, динамидон, алоксит, искусственный корунд Бокситовый кирпич Аморфный глинозем—алунд или электрорубин
	Двойная система MgO-Al_2O_3	Шпинель $MgO \cdot Al_2O_3$ Газонепроницаемая искусств. шпинель Госуд. фарфоровой ф-ки в Берлине
	Хромитовый железняк	Чистый хромистый железняк $FeO \cdot Cr_2O_3$ Хромитово-каолиновые смеси
	Двуокись циркония (ZrO_2)	
Соединения группы углерода	Графит Карборунд—карбид кремния (SiC) Нитрид бора (BN)	
	Жаростойкие металлы и сплавы	

Табл. 4.—Сопоставление характерных признаков важнейших О. м.

О. м.	Положительная сторона	Отрицательная сторона
Фарфор	Весьма значительная химич. индиферентность; стойкость в отношении резких перемен $t°$; хорошая пластичность необожженной фарфоровой массы; значительная газонепроницаемость при $t°$ до 1 400°	Значительная электропроводность при высоких $t°$; малая теплопроводность
Специальные массы	Высокая $t°_{пл.}$; некоторые массы химически индиферентные в отношении металлов	Необходимость в глазури для сообщения газонепроницаемости, причем глазурь вредно действует на термопары; большая электропроводность подобных масс
Шамоты	Высокая огнеупорность; дешевизна; легкость выработки	Недостаточная кислотостойкость; значительная газо- и жидкостепроницаемость; сравнительно малая стойкость против колебаний $t°$; постепенная разрушаемость окисью углерода; чувствительность к SiO_2
Кварцевый шамот	Кислотостойкость; большая стойкость в отношении резких перемен $t°$	Сравнительно малая огнеупорность; значительная жидкосте- и газопроницаемость
Динас	Весьма большая кислотостойкость; дешевизна, легкость выработки	Большая пористость; чувствительность к основным шлакам, окисям металлов, золе, особенно к щелочам
Плавленый кварц	Полная нечувствительность к резким изменениям $t°$; прозрачность (у витреозила), прозрачность для ультрафиолетовых лучей; газонепроницаемость; малая электропроводность; большая кислотоупорность	Сравнительно низкий предел рабочей $t°$ (1 000°); перерождаемость при длительном нагреве из аморфного кремнезема в кристобаллит; большая чувствительность к веществам основного характера; известная трудность технич. переработки
Магниесиликаты*	Волокнистость и упругость (асбест)	Разрушаемость длительным нагревом; химическая активность в отношении нихрома
Обожженный магнезит	Высокая огнеупорность; стойкость в отношении веществ основного характера и в отношении большинства расплавленных металлов; хорошая теплопроводность при весьма малой электропроводности	Большая чувствительность к резким изменениям $t°$; пористость
Окись алюминия (алунд, диамантин, динамидон, алоксит, искусств. корунд, электрорубин)	Химич. неактивность, очень высокая огнеупорность	Большая чувствительность к колебаниям $t°$, пористость
Шпинель ($MgO \cdot Al_2O_3$)	Газонепроницаемость, особенно после повторных обжигов; высокая огнеупорность; сильно выраженные основные свойства	Растрескиваемость при охлаждении (впрочем устранимая тестом из той же массы)
Хромистый железняк ($FeO \cdot Cr_2O_3$)	Высокая огнеупорность (SK № 42 = 2 000°); чрезвычайная химич. индиферентность	Отсутствие пластичности у чистого материала, причем примесь каолина снижает точку плавления
Двуокись циркония (ZrO_2)	Чрезвычайно высокая нечувствительность ко всем к-там, также нечувствительность к едким щелочам и щелочным карбонатам и кремнекислоте; весьма высокая $t°_{пл.}$ (2 950—3 000°); полная нечувствительность к изменениям $t°$; малая электропроводность при нагреве	Трудность технич. переработки; появление трещин при обработке
Графит	Наивысшая огнеупорность; значительная теплопроводность	Окисляемость графита расплавленными окисями; растворимость в железе; способность соединяться с кремнием (в глине), что ведет к разрушению материала; большая электропроводность
Карбид кремния (SiC)	Весьма высокая $t°_{пл.}$ (2 500°); индиферентность в отношении кремнезема при высокой $t°$; большая прочность на сжатие	Диссоциируемость при 2 000°; химич. активность уже при 1 000° в отношении основных окисей, шлаков, расплавленных металлов и паров воды; значительная цена
Нитрид бора (BN)	Чрезвычайно высокая $t°_{пл.}$ ($> 3\,000°$); весьма малая электропроводность при высоких $t°$; средняя устойчивость в отношении колебаний $t°$; малая газопроницаемость	Испаряемость и диссоциация при сильном нагреве; чувствительность к расплавленным карбонатам и к металлам при высоких $t°$; при 2 000° появляются карбиды бора; при $t°$ от 700° происходит энергичное взаимодействие с парами воды и с кислородом

* Недостаточно исследованы.

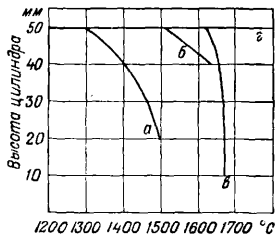
алюминия обладают коэф-том расширения значительным; в промежутке же стоят силикаты, алюмосиликаты и магниеалюмосиликаты. Но члены указанного ряда О. м. характеризуются разнородной хемостойкостью, и потому изменение стойкости в отношении температурных скачков связано с изменением значения и характера хемостойкости. Механич. свойства, тепло- и электропроводность тоже связаны как с составом, так и со строением О. м. Таким образом при выборе О. м. необходимо учитывать сразу всю совокупность присущих ему свойств, но не брать их порознь. В табл. 4 сопоставлены нек-рые наиболее характерные положительные и отрицательные стороны важнейших О. м.

Тепловые и механические свойства О. м. Тепловые свойства представляют у О. м. особую важность, поскольку непосредственно определяют их главную технич. функцию. На первом месте тут стоит тот температурный предел, до к-рого данный О. м. не утрачивает механич. свойств твердого тела. Этот предел не м. б. назван темп-рой плавления, поскольку О. м. свойственно постепенно переходить из твердого состояния к подвижно-жидкому через промежуточную область размягченности и вязкости. О степени размягченности принято судить по легкости, с к-рой данный О. м. деформируется под воздействием известного усилия и в частности—собственной тяжести. Другой признак размягченности—это скругление острых ребер и вершин материала под стягивающим действием поверхностного натяжения. Что же касается определения $t°$, при которой происходит или не происходит данная деформация, то его производят либо одним из пирометров либо при помощи конусов Зегера (см. *Зегеровские конуса*). Необходимо однако отметить, что все определения обсуждаемого рода страдают внутренним и потому неустранимым недостатком, а именно зависимостью деформации, служащей мерою размягченности при данной темп-ре, от формы испытуемого тела, характера, значения и хода изменения во времени того усилия, которым производится деформация, так что определения эти д. б. признаны очень приблизительными и условными. Вместе с тем, вопрос о $t°$ размягчения не м. б. рассматриваем обособленно от вопроса о механических свойствах О. м. В табл. 5 сопоставлены данные о разрушающих давлениях в зависимости от $t°$ нагрева для наиболее ходовых О. м. Дж. В. Меллор дал для $t°$ размягчения без механич. нагрузки (C_0) и $t°$ размягчения C_w при нагрузке связь вида: $C_w = C_0 e^{-kW}$, где k—числовая константа, зависящая от свойств примененной глины, способа производства изделий и т.п., а W—нагрузка; C_w и C_0 даются в конусах Зегера; если W дано в англ. фн. на дм.^{2}, то значение k в разных случаях содержится между 0,003 и 0,02. При другом способе испытания О. м. на размягчение нагрузка задается постоянная, и измеряют величину самой деформации материала, напр., по К. Энделю, высоту цилиндра после выдержки этого цилиндра под давлением. Эндель дает нагрузку 1 *кг/см*^{2}. На фиг. 1 даны кривые, выражающие обсуждаемую

Табл. 5.—Зависимость давления, разрушающего различные виды огнеупорного кирпича, от $t°$.

Огнеупорный кирпич	Разрушающее давление в *кг/см*^{2} при $t°$				
	20°	800°	1 000°	1 300°	1 500°
Огнеупорный A . . .	195	125	105	740	40
» CL . .	950	555	575	360	65
» P . . .	1100	485	1755	115	20
Глиноземный:					
Бокситовый	395	270	715	55	20
Корундовый	795	530	615	310	30
Карборундовый . . .	415	425	585	150	70
Силикатный A	277	—	—	—	116
» B	276	—	—	—	27
» C	244	—	—	—	53
» D	171	—	—	—	1
» S	180	90	80	60	40
» V	240	125	185	160	100
Переплавленно-кварцевый	2 550	1040	780	1670	100
Цирконовый	395	275	345	90	10
Магнезитовый . . .	260	265	230	110	5
Хромитовый	450	295	190	115	30
	450	450	425	215	75

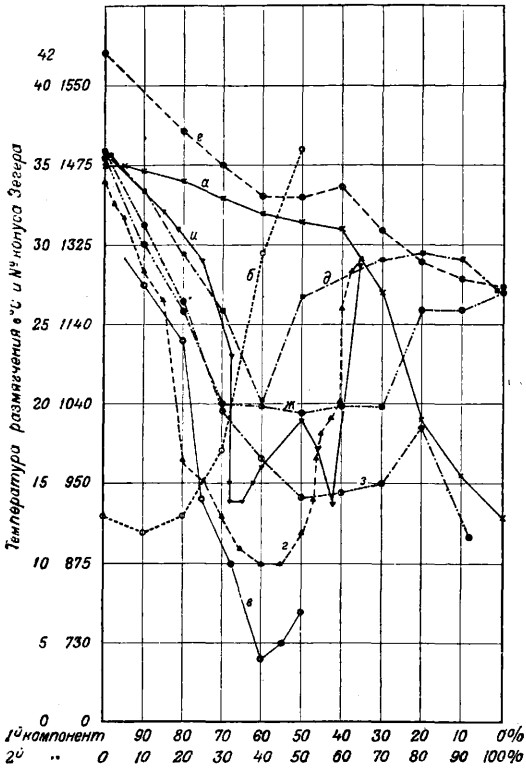
зависимость у наиболее ходовых О. м., причем *а* относится к цилиндрам из огнеупорной глины, *б*—к магнезитовым, *в*—к кремнеземным, *г*—к угольным, к-рые, как это видно из кривых, одни только выдерживают $t°$ свыше 1 675°; материалы цирконовые и нитридборовые однако тоже обладают большой стойкостью. Темп-ра размягчения различных О. м., как и вообще всех смесей из взаимо-



Фиг. 1.

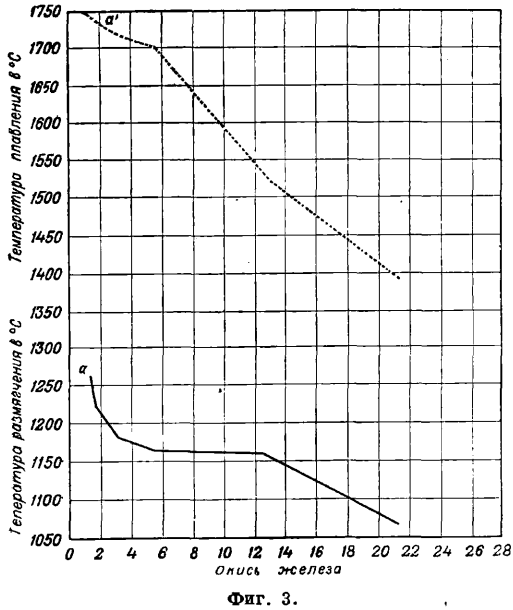
растворяющих компонентов, ниже, чем для тех же компонентов, взятых порознь, причем во многих случаях даже небольшое содержание примесей резко снижает $t°$ размягчения. На фиг. 2 дан ряд таких кривых, относящихся к наиболее обычным двойным смесям, причем на оси абсцисс первый ряд чисел (от 100 до 0) относится к содержанию в смеси первого из компонентов, а второй ряд чисел (от 0 до 100)—ко второму из компонентов. На оси ординат слева показана $t°$ размягчения в конусах Зегера, а справа—та же $t°$ размягчения, но выраженная в °С. Значение кривых таково: *а*—каолин и слюда, *б*—слюда и глинозем, *в*—огнеупорная глина и закись железа (FeO), *г*—каолин и магнезит, *д*—кремнезем и титановая к-та (TiO_2), *е*—глинозем и титановая к-та, *ж*—каолин и титановая кислота, *з*—кварц и слюда, *и*—кремнезем и известь. На фиг. 3—5 показано действие, к-рое оказывают на огнеупорный кирпич те или другие примеси. Сплошные кривые (обозначенные буквами без индексов) относятся к $t°$ размягчения, а пунктирные (обозначенные буквами с индексами)—к $t°_{пл.}$. Кривые *а* и *а'* показывают зависимость этих $t°$ от содержания окиси железа (фиг. 3), кривые *б* и *б'* (фиг. 4)—зависимость тех же $t°$ от содержания глинозема, кривые *в* и *в'* (фиг. 4) — зависимость их от содержания кремнезема, кривые *г* и *г'* (фиг. 5)—зависимость от содержания магнезита и кривые

д и д′ (фиг. 5), выражающие зависимость от содержания извести.



Фиг. 2.

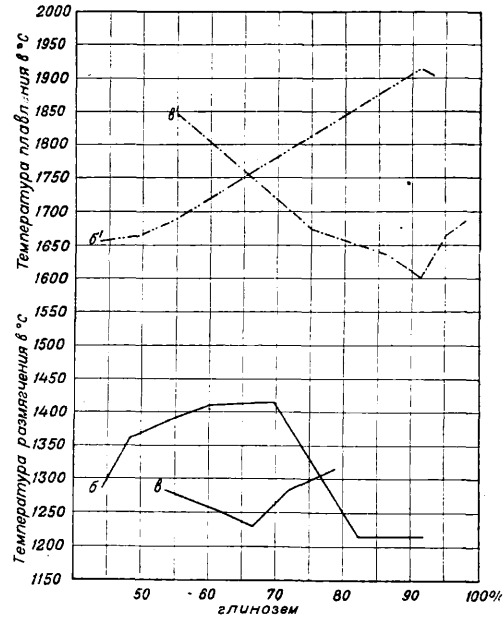
Тройные смеси характеризуются кривыми плавкости в трилинейных координатах. На фиг. 6 даны изотермы размягчения для сме-



Фиг. 3.

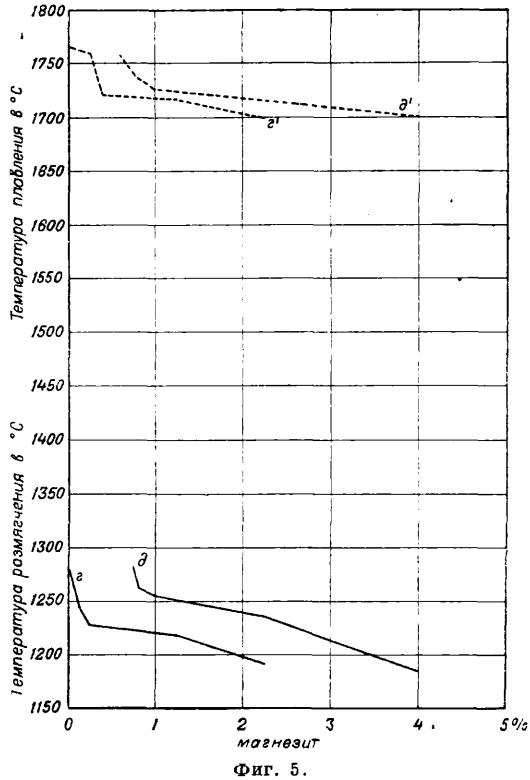
сей полевого шпата, кварца и каолина, а на фиг. 7—такие же изотермы плавкости для смесей магнезита, каолина и кварца; в том

и другом случае $t°$ выражены в номерах конусов Зегера. Выражение связи между $t°$



Фиг. 4.

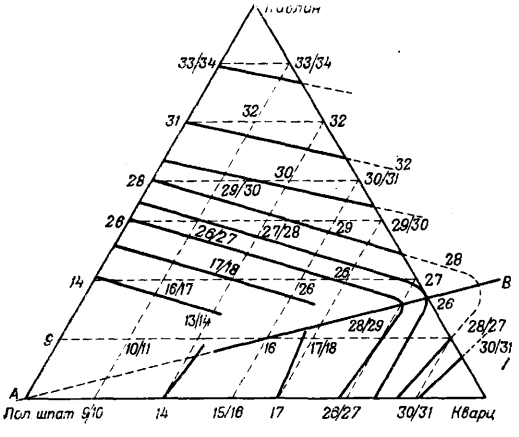
размягчения тройных смесей и их составом м. б. достигаемо также при помощи номо-



Фиг. 5.

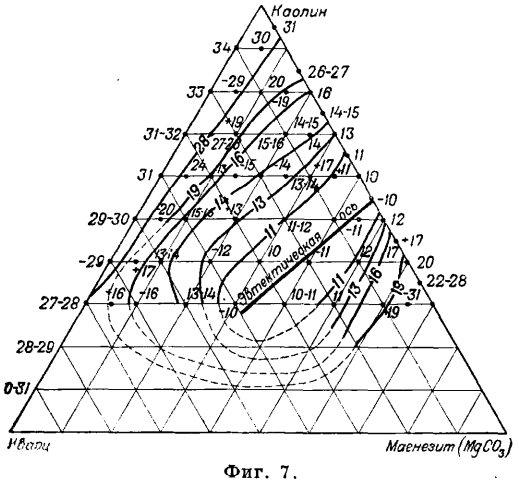
граммы; так напр., для О. м. из кремнезема, глинозема и некоторого окисла согласно ф-ле $xRO \cdot Al_2O_3 \cdot ySiO_2$ имеется номограм-

ма Лудвига (фиг. 8), связывающая значение коэф-тов x и y, дающих изотермич. составы, $t°$ к-рых в конусах Зегера помещена в кружочке на изотерме. Симонис предложил для смесей из каолина (k%), кварца (s%) и по-



Фиг. 6.

левого шпата (f%) особый показатель огнеупорности (refractory index); если $k > \frac{s}{3}$, то показатель огнеупорности $= k - \frac{s}{3} - f + 60$,



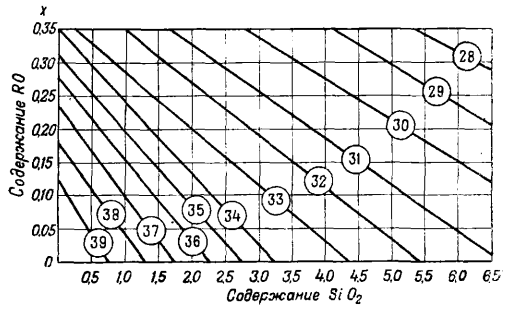
Фиг. 7.

если же $\frac{s}{3} > k$, то показатель огнеупорности $= \frac{2s}{3} - k - f + 60$. Ряд значений показателя огнеупорности в номерах конусов Зегера приведен ниже в табл. 6.

Таб 6.—Соотношение показателей огнеупорности и конусов Зегера.

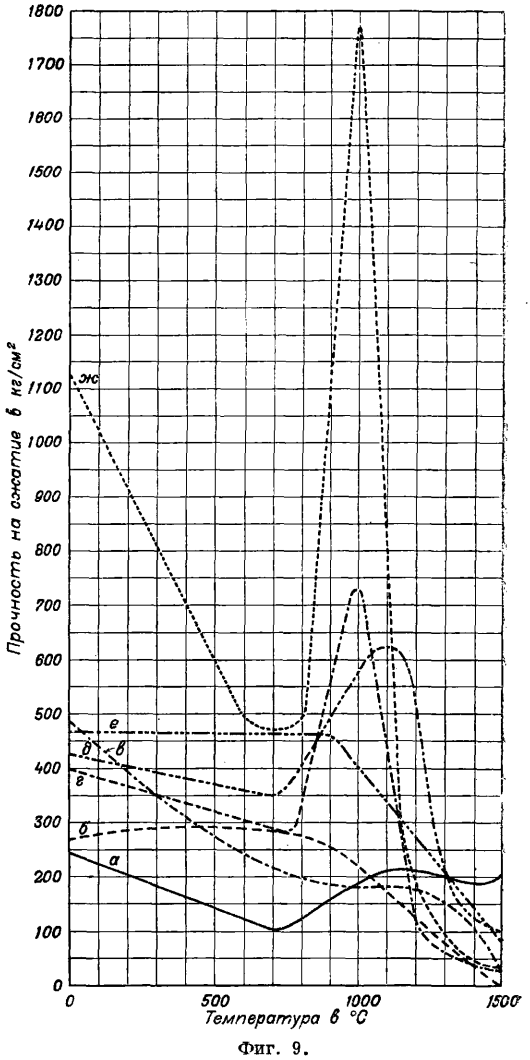
Показатель огнеупорн.	Конус Зегера	$t°$	Показатель огнеупорн.	Конус Зегера	$t°$
17,5	14	1 410	65	27	1 610
22,6	15	1 435	72	28	1 630
28	16	1 460	80	29	1 650
33,7	17	1 480	89	30	1 670
39,2	18	1 500	102	31	1 690
44,6	19	1 520	114	32	1 710
50	20	1 530	127	33	1 730
57,6	26	1 580	141	34	1 750

Зависимость раздавливающего усилия от температуры для ряда ходовых О. м. пред-



Фиг. 8.

ставлена на фиг. 9. Кривая a относится к силикатному кирпичу, $б$—к эвбейскому маг-



Фиг. 9.

незитовому кирпичу, $в$—к штирийскому магнезитовому кирпичу, $г$—к белобокситовому кирпичу, $д$—к карборундовой смеси, $е$—к хромитовому кирпичу и наконец $ж$—к огнеупорному кирпичу.

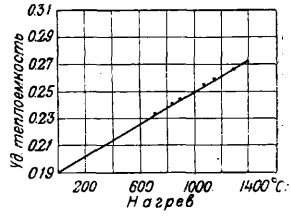
Вторым существенным тепловым свойством О. м. следует считать их теплоизоляционную способность, т. е. величину, обратную теплопроводности. Важность этой характеристики понятна, так как О. м. в большинстве случаев должны не только выдерживать высокую $t°$, но и содействовать накоплению тепла. Если не считать огнеупорных металлов, обладающих весьма малой теплоизоляционной способностью, то у большинства прочих О. м. коэф. теплопроводности изменяется примерно в 10 раз, заключаясь в пределах ~ 0,002÷0,02 cal *см/см*² ск. °С. По возрастающему значению теплоизоляционной способности наиболее часто употребительные О. м. располагаются в порядке: карборунд, графит, магнезия, твердый фарфор, огнеупорная земля, каменная посуда, ретортная масса, боксит, сосуды для плавки стекла, кремнезем, кизельгур. Числовые значения теплопроводности О. м. сопоставлены в табл. 7.

Табл. 7.—Числовые значения теплопроводности О. м.

Огнеупорный материал	Теплопроводность	$t°$ нагрева
Огнеупорная земля	0,0042	1 300
Ретортная масса	0,0038	1 300
Боксит	0,0031	1 050
Кремнезем	0,0020	1 050
Кизельгур	0,0018	1 050
Шамотный камень, 53,9% SiO_2, 40,2% Al_2O_3	0,0022 (0—100°)	—
	0,0027 (0—1 000°)	—
Силикатный кирпич, 96% SiO_2	0,0028 (0—100°)	—
	0,0031 (0—1 000°)	—
Силикатный кирпич (американский)	0,0020	—
Огнеупорный кирпич	0,0019	1 250
Магнезит	0,0065	1 300
»	0,0071	—
»	0,0089 (900°)	—
	0,0140 (500°)	—
	0,0187 (300°)	—
Материал для стеклоплавильных горшков	0,0025	1 200
	0,0045	1 600
Карборунд	0,0145	1 050
	0,0231	1 300
» (рефракс)	0,0275	—
Карборунд с глиноземом	0,0243	—
Графит	0,0185	1 300
Каменная посуда	0,0032	1 050
	0,0040	1 300
Твердый фарфор	0,0043	1 400
Алундовый материал	0,0083	1 250
Кристолон	0,0193	1 188
Силлиманит	0,0043	1 250

Теплопроводность О. м. зависит от двух факторов: от его состава и от строения, причем наличие пор ведет к улучшению теплоизоляционных свойств. Т. к. при повышении температуры обжига повышается плотность О. м., то тем самым повышается и их теплопроводность, причем возрастание теплопроводности почти пропорционально $t°$ обжига. Т. о. механическая прочность при высоких $t°$ и теплоизоляционные свойства антидромны между собою и следовательно в каждом случае д. б. подобраны какие-то средние оптимальные условия обжига. Исключение составляет лишь бокситовый кирпич, теплопроводность которого весьма мало зависит от степени обжига.

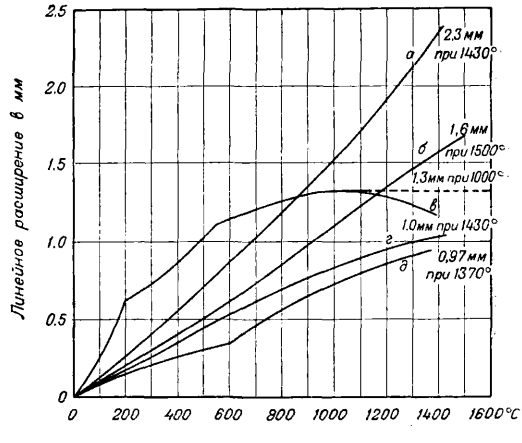
Третье тепловое свойство, которое может представлять существенный интерес при выборе О. м. и различных расчетах, касающихся его, это—теплоемкость О. м. Значение этой характеристики изменяется не только с химич. составом данного О. м., но и с $t°$, причем при возрастании $t°$ теплоемкость возрастает. Так напр., по опытам Вильсона, Гольдкрофта и Меллора, теплоемкость некоторого определенного сорта шамота (из обожженной старбриджской глины) при нагревании ее до различных температур характеризуется данными:



Фиг. 10.

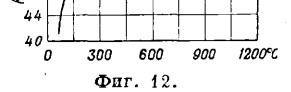
$t°$ нагрева	Теплоемкость	$t°$ нагрева	Теплоемкость
100	0,194	1 000	(0,263)
700	0,233	1 100	0,255
830	0,241	1 150	0,261
900	0,246	1 300	0,264

Из графика фиг. 10 видно, что зависимость между теплоемкостью и $t°$ нагрева—линейная (уд. теплоемкость = 0,193 + 0,00006t). Такие же результаты и числовые значения найдены Гейном, Бауером и Ветцелем при исследовании силикатного кирпича (в интервале 0÷200° теплоемкость 0,220, а в интервале 0÷1 200° теплоемкость 0,267).



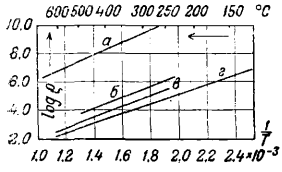
Фиг. 11.

Четвертое тепловое свойство О. м. — их коэф. теплового расширения—особенно важно, как определяющее стойкость О. м. в отношении резких изменений $t°$. На фиг. 11 показан ход зависимости расширения от $t°$ нек-рых кирпичей: бельгийских (*а*, *б*), французских (*в*), германских (*г*) и английских (*д*). Наиболее же замечательными свойствами в отношении теплового расширения обладает кварц, соответственный коэф. которого (β) чрезвычайно мал; ход зависимости β остеклованного кварца от температуры показан, по Рендалю (Randall), на фиг. 12.

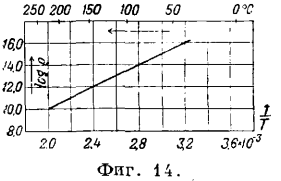


Фиг. 12.

Электрические свойства О. м. Весьма широко распространенное и быстро развивающееся применение в промышленности процессов электрических совместно с термическими (электрические печи, электронагревательные приборы, электрохим. процессы при высоких температурах, зажигательные свечи в двигателях внутреннего сгорания и т. д.) ставит исследователю вопрос об электрич. свойствах О. м. при высоких $t°$, а технологии О. м.—разработку таких О. м., к-рые обладали бы при высокой темп-ре теми или другими электрич. характеристиками. Необходимо отметить, что исследование этого рода вопросов до сих пор поставлено весьма неполно, а требования на О. м. с достаточными электрич. характеристиками при высокой $t°$ удовлетворяются очень слабо. Кроме малого внимания, уделявшегося до сих пор этого рода вопросам, такая неудовлетворительность требуемых от О. м. электрич. характеристик объясняется также и самою трудностью поставленной задачи. Все изоляционные материалы чрезвычайно быстро снижают свои изоляционные характеристики при повышении $t°$, причем большинство изоляционных материалов уже при $t°$ выше 100° отказывается нести свою функцию. На первом месте стоит электросопротивление О. м. С ростом $t°$ проводимость быстро растет; например даже у специальных, более надежных. сортов фарфора—со скоростью около 2% на °С (проценты сложные), а при нагреве до 100°—примерно на 600%. Зависимость удельного электросопротивления ϱ от $T°$ (абс. $t°$) для большинства материалов выражается функцией вида $\lg \varrho = a + \frac{b}{T}$ (где a и b — константы вещества), так что в полулогарифмич.-полугиперболич. координатах график зависимости представляется прямою. На фиг. 13 даны примеры подобных графиков для нек-рых сортов стекла, по Баумейстеру, причем линия a относится к кварцевому стеклу, $б$—к посудному стеклу, $в$ — к стеклу дуракс, $г$ — к стеклу состава 11% Na_2O, 5% Al_2O_3, 12% B_2O_3, 0,05% Mn_2O_3, 71,95% SiO_2. На фиг. 14 представлен в тех же координатах график подобной же зависимости для фарфора, по Рашу. Вместо приведенной выше формулы $\lg \varrho = a + \frac{b}{T}$ можно пользоваться практически ей равнозначащей, полученной интерполяцией опытных данных:



Фиг. 13.



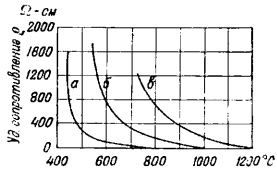
Фиг. 14.

$$\lg \varrho = g - ht,$$

где g и h — постоянные материала. Этою ф-лою пользуются, если ищется та предельная темп-ра, при к-рой удельное сопротивление материала падает до определенного значения, например до 1 MΩ-см. При указанном значении удельного сопротивления

$$t°_{пред.} = \frac{g+6}{h}.$$

Различные сорта специального фарфора (в особенности для изоляции зажигательных свечей двигателей внутреннего сгорания) характеризуются значениями в 350—600°. натриевое стекло—темп-рою 350°. стекло «пирекс»—380°, обожженная глина—свыше 500°, а переплавленный кварц—свыше 850°. Соответственные значения для слюд колеблются между 500 и 700°, а для стеатита и продуктов из него — между 400 и 700°. Вышеприведенная зависимость м. б. выражена также в виде $\varrho = Ae^{\frac{Q}{RT}}$ и представляет следовательно частный случай известной в теории диэлектриков формулы Кенигсбергера. связывающей сопротивление R т. н. изменчивых проводников с их $T°$ соотношением:



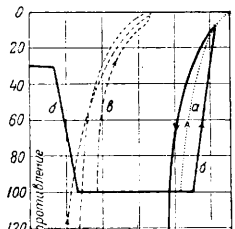
Фиг. 15.

$$R = R_0 (1 + \alpha t \pm \beta t^2)\, e^{\frac{Q}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)},$$

где Q—тепло соединения электронов с одним грамм-атомом или одною грамм-молекулою ионов при 0° К. $R = 1.98$ (R — при e), T_0—темп-ра, при к-рой взято сопротивление R_0, α и β — эмпирич. коэф-ты. Та же зависимость в более рациональном виде:

$$\varrho = \varrho_0 \frac{Tc_v}{(Tc_v)_0} e^{\frac{Q}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)};$$

здесь c_v—уд. теплоемкость вещества при постоянном объеме для соответствующей температуры. На фиг. 15 показан, по Соммервилю, вид тех же самых зависимостей, но в декартовых координатах, для трех наиболее характерных материалов (a—стекло, $б$—фарфор, $в$—кварц). Как видно из этих кривых, типичных для подобного рода веществ, электросопротивление этих последних резко падает при повышении $t°$. Наконец на фиг. 16 показан, по Штифлеру, в зависимости от $t°$, ход электросопротивления, выраженного в % от электросопротивления соответственно тех же материалов при нек-рой определенной $t°$. Линия a относится к магнезии, причем за 100% принято сопротивление в $3 \cdot 10^6 \Omega$ при 800°; линия $б$ относится к асбесту, сопротивление которого при первом нагревании в $2 \cdot 10^6\ \Omega$ при 300—900° принято за 100%; наконец линии $в$ относятся к силикату натрия, сопротивление к-рого при первом нагревании в $2{,}4 \cdot 10^5 \Omega$ при 385° принято за 100%. Удельное сопротивление ϱ некоторых материалов характеризуется следующими данными (Q имеет то же значение, что и в приведенной ф-ле).



Фиг. 16.

Штифт Нернста (представляет собою спрессованную смесь магнезии и извести):

$t°$	ϱ	$t°$	ϱ
303	$1{,}92 \cdot 10^5$	922	$1{,}29 \cdot 10$
400	$1{,}02 \cdot 10^4$	1 102	5,59
571	$3{,}98 \cdot 10^2$		

При этом (см. формулу) $Q = 24{,}220$, $\alpha = 1 \cdot 10^{-4}$ и $\beta = 1 \cdot 10^{-6}$. Масса Ауэра (смесь окиси циркония, тория) обладает удельным сопротивлением при 1 012° в 2 620 Ω-*см*, причем $Q = 20{,}310$, $\alpha = 1 \cdot 10^{-3}$, $\beta = 1{,}05 \cdot 10^{-6}$; до 1 100° поляризации не происходит.

Алундовый цемент RA 355:

$t°$	ϱ	$t°$	ϱ	$t°$	ϱ
20	$9 \cdot 10^6$	1 000	$7{,}6 \cdot 10^3$	1 200	$2{,}3 \cdot 10^3$
800	$3{,}08 \cdot 10^4$	1 100	$6{,}5 \cdot 10^3$	1 600	$1{,}9 \cdot 10^2$
900	$1{,}36 \cdot 10^4$				

Остеклованный кварц:

$t°$	ϱ	$t°$	ϱ	$t°$	ϱ
20	$10 \cdot 10^{18}$	500	$0{,}3 \cdot 10^9$	1 000	$1 \cdot 10^6$
100	$1 \cdot 10^{18}$	600	$60 \cdot 10^6$	1 100	$0{,}7 \cdot 10^6$
200	$10 \cdot 10^{15}$	700	$10 \cdot 10^6$	1 200	$0{,}5 \cdot 10^6$
300	$0{,}2 \cdot 10^{12}$	800	$4 \cdot 10^6$	1 300	$0{,}4 \cdot 10^6$
400	$5 \cdot 10^9$	900	$2 \cdot 10^6$		

Диэлектрический коэф. остеклованного кварца 3,2—3,9, причем наиболее вероятно значение его 3,75. В табл. 8 сопоставлены некоторые данные об электросопротивлении остеклованного кварца и стекол.

Табл. 8.—Сравнительные данные об электросопротивлении переплавленного кварца и стекла.

$t°$	Удельное электросопротивление материала в Ω-*см* в зависимости от $t°$		
	Переплавленный кварц	Известково-натровое стекло	Иенское стекло (трубки для сожжения)
15	$2 \cdot 10^{14}$	—	$2 \cdot 10^{14}$
18	—	$5 \cdot 10^{11}$	—
115	—	—	$3{,}6 \cdot 10^{13}$
150	$2 \cdot 10^{14}$	$1 \cdot 10^8$	$1{,}8 \cdot 10^{13}$
230	$2 \cdot 10^{13}$	—	—
250	$2{,}5 \cdot 10^{12}$	—	—
350	$3 \cdot 10^{10}$	—	—
450	$8 \cdot 10^8$	—	—
800	$2 \cdot 10^7$	—	—

Наиболее жаростойким в отношении электросопротивления до сих пор повидимому следует считать алмаз, который характеризуется, по опытам Г. ф. Вартенберга, следующими данными:

Алмаз:

$t°$	ϱ	$t°$	ϱ
1 300	$9{,}2 \cdot 10^6$	1 300	$1{,}8 \cdot 10^6$
1 250	$4{,}4 \cdot 10^6$	1 330	$1{,}0 \cdot 10^6$

причем, как думает ф. Вартенберг, известная степень проводимости алмаза обусловлена содержащимися в нем примесями. Удельное сопротивление окиси цинка, железа, магния, марганца и алюминия было изучено А. А. Соммервилем, причем оказалось, что оно во всех случаях падает с ростом $t°$. С другой стороны, падает сопротивление подобных окислов при соответственных $t°$ и от присутствия примесей того же рода. Г. Рейнольдс (H. Reynolds) изучил отпрессованные смеси из 9 частей ZnO или Co_2O_3 с одной частью примеси, причем нашел, что зависимость электросопротивления ϱ от температуры выражается для них следующей функцией вида:

$$\varrho = 10^{-4} \cdot (1 + a)^{\frac{T - b}{10}};$$

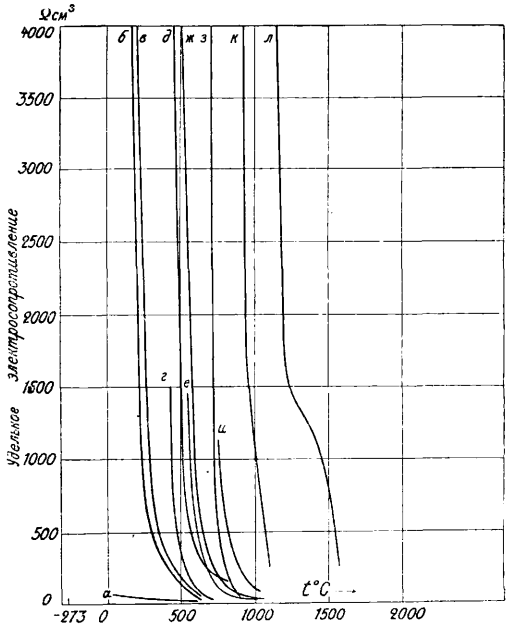
a и b—константы, зависящие от рода окисной примеси и колеблющиеся в пределах: $a = 0{,}3 \div 1{,}0$; $b = 600 \div 900$. Характер проводимости О. м. зависит от состава, примесей и $t°$. Силикаты и фарфор проводят электролитически, но после удаления свободных оснований получают проводимость электронную. Точно так же кварц первоначально проводит электролитически, если содержит следы ионов Na и Li (но не K), тогда как чистая SiO_2 характеризуется проводимостью металлич. типа, обнаруживающеюся впрочем лишь при высокой $t°$. Окислы в роде CaO, BaO, PbO, Bi_2O_3, CuO, перекиси натрия до 1 500°, как доказано ф. Гортоном, обладают металлической проводимостью. Точно так же, вопреки В. Нернсту и Э. Бозе, приписывавшим электролитич. проводимость штифту Нернста, доказана (Кенигсбергер, Вейсенбергер) его металлопроводимость. Огнеупорный кирпич, состоящий из веществ технической чистоты, а не химической, уже по этому одному не может обладать особенно высоким сопротивлением при повышенной $t°$. Данные о зависимости электросопротивления различных видов огнеупорного кирпича от $t°$ сопоставлены в табл. 9.

В чистом виде магнезия при высокой $t°$ имеет малую электропроводность, а именно при 1 160° электропроводность ее равна $2{,}6 \cdot 10^{-6}$ Ω-*см*; напротив, теплопроводность магнезии велика— ~ 0,01 cal · *см*/*см*² · ск · °C при 900°. Этот материал был бы весьма ценным для электронагревательных приспособлений, если бы не его большая хрупкость и чувствительность к резким изменениям $t°$. На фиг. 17 графически сопоставлены данные об удельном электросопротивлении различных наиболее ценных в этом отношении О. м. Кривая *а* относится к рефраксу, *б*—к бору,

Табл. 9.—Сводка данных о зависимости от $t°$ электросопротивления различных видов огнеупорного кирпича.

Огнеупорный кирпич	Удельное электросопротивление в Ω-*см* при $t°$:								
	ок. 20°	800°	900°	1 000°	1 100°	1 200°	1 300°	1 400°	1 500°
Бокситовый	$1{,}33 \cdot 10^8$	$1{,}09 \cdot 10^5$	$3{,}25 \cdot 10^4$	$1{,}72 \cdot 10^4$	$9{,}2 \cdot 10^3$	$6{,}1 \cdot 10^3$	$5{,}6 \cdot 10^3$	$2{,}2 \cdot 10^3$	$1{,}1 \cdot 10^3$
Карборундовый: Карбофракс В	$1{,}072 \cdot 10^5$	$1{,}225 \cdot 10^4$	$8{,}22 \cdot 10^3$	$7{,}42 \cdot 10^3$	$6{,}32 \cdot 10^3$	$4{,}16 \cdot 10^3$	$2{,}42 \cdot 10^3$	$1{,}435 \cdot 10^3$	$7{,}45 \cdot 10^2$
Карборундовый: Карбофракс А	$1{,}27 \cdot 10^8$	$8{,}35 \cdot 10^5$	$4{,}77 \cdot 10^5$	$1{,}97 \cdot 10^5$	$7{,}5 \cdot 10^4$	$2{,}95 \cdot 10^4$	$1{,}52 \cdot 10^4$	$1{,}01 \cdot 10^4$	$8{,}59 \cdot 10^3$
Карборундовый: Рефракс	$1{,}069 \cdot 10^2$	$6{,}45 \cdot 10^1$	$3{,}75 \cdot 10^1$	$4{,}11 \cdot 10^1$	$3{,}11 \cdot 10^1$	$2{,}45 \cdot 10^1$	$2{,}05 \cdot 10^1$	$1{,}74 \cdot 10^1$	$1{,}02 \cdot 10^1$
Хромитовый	$4{,}8 \cdot 10^7$	$8{,}03 \cdot 10^5$	$5{,}25 \cdot 10^5$	$1{,}71 \cdot 10^5$	$7{,}8 \cdot 10^4$	$6{,}3 \cdot 10^4$	$7{,}7 \cdot 10^4$	$8{,}5 \cdot 10^4$	$4{,}1 \cdot 10^4$
Fireclay bricks	$1{,}37 \cdot 10^8$	$5{,}76 \cdot 10^4$	$2{,}06 \cdot 10^4$	$1{,}08 \cdot 10^4$	$6{,}59 \cdot 10^3$	$4{,}16 \cdot 10^3$	$2{,}46 \cdot 10^3$	$1{,}42 \cdot 10^3$	$8{,}9 \cdot 10^2$
Цирконовый	$1{,}34 \cdot 10^8$	$5{,}58 \cdot 10^5$	$2{,}24 \cdot 10^5$	$1{,}31 \cdot 10^5$	$5{,}38 \cdot 10^4$	$7{,}41 \cdot 10^3$	$2{,}1 \cdot 10^3$	$9{,}68 \cdot 10^2$	$4{,}12 \cdot 10^2$
Кремнеземный	$1{,}25 \cdot 10^8$	$2{,}38 \cdot 10^6$	$7{,}65 \cdot 10^5$	$3{,}00 \cdot 10^5$	$1{,}26 \cdot 10^5$	$6{,}2 \cdot 10^4$	$3{,}09 \cdot 10^4$	$1{,}65 \cdot 10^4$	$8{,}42 \cdot 10^3$
Магнезитовый	$1{,}37 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^6$	$1{,}24 \cdot 10^6$	$7{,}08 \cdot 10^5$	$5{,}6 \cdot 10^5$	$1{,}93 \cdot 10^5$	$6{,}7 \cdot 10^4$	$2{,}24 \cdot 10^4$	$2{,}5 \cdot 10^3$

в—к кремниевому порошку, *г*—к стеклу, *д*—к закиси меди, *е*—к фарфору, *ж*—к окиси меди, *з*—к окиси цинка, *и*—к кварцу, *к*—к магнезии, *л*—к алундовому цементу RA 355.



Фиг. 17.

Другое важное электрич. свойство О. м., их электрическая крепость при высокой $t°$, исследовано весьма недостаточно. Наиболее важные данные получены Г. Шенборном и М. Пирани. Для испытания различных О. м. на электрическую крепость при повышенной темп-ре, они измельчали эти О. м., спрессовывали и подвергали высокому обжигу, причем в испытуемый материал предварительно заделывались электроды в расстоянии 5 *мм* друг от друга. Затем на эти электроды накладывалось напряжение 800 V частотою 50 пер/ск. и $t°$ испытуемого вещества поднималась до наступления пробоя. Значения пробойной $t°$ показаны в табл. 10.

Табл. 10.—Пробойная $t°$ огнеупорных материалов при напряжении 800 V, частоте 50 пер/ск. и межэлектродном расстоянии 5 *мм*.

Материал	$t°$	Материал	$t°$
Шоттово стекло 397 III	330	Окись циркона	720
Марквардтова масса	395	Плавленый жировик	900
Фарфор	420	Окись бериллия	1 000
Базальт	470	Нитрид бора	1 100
Циркаллит	540	Окись алюминия	1 200
Гунделахово стекло для впайки платины	553	Окись магния	1 200

У первых семи тел пробой происходил внезапно, а у пяти остальных ему предшествовали поверхностные разряды. См. также *Глина*, *Графит*, *Динас*, *Жировик*, *Кварц*, *Кирпич огнеупорный*, *Кирпичное производство*, *Магнезит*, *Муллит*, *Фарфоровое производство*, *Шамотный кирпич*.

Лит.: Ле Шателье А., Кремнезем и силикаты, пер. с франц., Л., 1929; Шварц Р., Огнеупорные и высокоупорные материалы, пер. с нем., Л., 1926; Келер Э., Деформация огнеупорных материалов под нагрузкою при высоких температурах, М., 1928; Клер М. О., Огнеупорные глины Урала, «Труды Ин-та прикл. минералогии и цветной металлургии», М., 1927, вып. 33; Липшиц Л. Л., Туннельные печи для обжига огнеупорных фарфоровых изделий и динаса, М., 1927; Литинский Л., Шамотный и кварцевый кирпич, их свойства, применение и испытание, М., 1927; Мыслин А., Технология огнеупорных изделий, М., 1923; Орлов Е., Крамаренко А. и Слонимский З., Технич. контроль в огнеупорной и кислотоупорной промышленности, Харьков, 1927; Смирнов Н. Н., Исследование в области силикатного кирпича, вып. 1, «Труды Научно-исследоват. ин-та минералогии и петрографии», М., 1928, вып. 6; Шматолла Э., Печи для обжига кирпича, извести, цемента, магнезита, фарфора, пер. с нем., М., 1927; Будников П., Керамич. технология, Харьков, 1927; Шамотные массы, влияние главнейших производств. факторов на свойства шамотных масс, применяющихся в стеклоделии, «Труды Гос. исслед. керамич. ин-та», М., 1929, вып. 16, стр. 265, 283 (литература); Келер Э., Деформация огнеупорных материалов под нагрузкой при высоких температурах, там же, 1928, вып. 12; Перкаль З. И., Нормы огнеупорных материалов в Англии, «МС», 1928, *5*, стр. 390—396 (литература); Грум-Гржимайло В., Огнестойкость динаса, «ЖРМО», 1910, *1*; Философов П. С., Производство огнеупорных и кислотоупорных изделий, П., 1919; Searle A. B., Refractory Materials, their Manufacture a Uses, 2 ed., L., 1924; Norton Co., Alundum and Crystolon Refractories and Laboratory Ware, Worcester, Mass., USA, 1928 (библиография по алундовым и кристалловым огнеупорным материалам); Pirani M. u. Schönborn, Die Bestimmung der electrischen Durchschlagsfestigkeit von Gläsern u. keramischen Stoffen, «Ztschr. f. techn. Phys.», Lpz., 1925, Jg. 6, p. 351; Bischoff, Die feuerfasten Thone u. Rohstoffe, 4 Aufl., Lpz., 1923; Wernicke Fr., Die Herstellung d. feuerfesten Baustoffe, 2 Aufl., Berlin, 1921; Schwarz R., Feuerfeste u. hochfeuerfeste Stoffe, глава «Sammlung Vieweg», H. 43, Braunschweig, 1922.

П. Флоренский.

О. м. в стекольной промышленности применяются при постройке плавильных печей. Выбор О. м., определяющих в значительной степени продолжительность службы печей и качество получаемых стеклянных изделий, зависит и от химического состава проплавляемого материала и от предельных $t°$, которые д. б. достигнуты в печи. Обычно в стеклоплавильных печах, за исключением некоторых случаев, $t°$ поддерживается около 1450°. Для характеристики О. м. необходимо знать его химический состав, уд. вес и пористость, теплопроводность, расширение или усадку с изменением $t°$ и механич. прочность. Обычно О. м. разделяют на три группы: 1) нейтральные, 2) основные, 3) кислые.

К нейтральным О. м. относятся: 1) хромит ($Cr_2O_3.FeO$), содержащий больше 40% Cr_2O_3 и меньше 6% SiO_2; $t°_{пл.}$ его ок. 2 180°; 2) *карборунд* (см.), или кристаллический карбид кремния, SiC; 3) окись циркона, ZrO_2, которая нашла применение только за последние годы; по данным Родда, ZrO_2 даже при содержании 1,25% SiO_2 и Fe_2O_3 не плавится ниже температуры в 2 250°; 4) *асбест* (см.).

Основные О. м. не имеют применения в стекольной промышленности: стекольный сплав, имеющий кислотный характер (содержит весьма высокий % кремнезема), легко взаимодействовал бы с основными соединениями. Только окись алюминия в виде *боксита* (см.) может иметь применение. Нек-рые бокситы содержат до 90% Al_2O_3. При его обжиге получается аллунд.

Al_2O_3, который из-за высокой стоимости не находит достаточного применения. Изготовленные из него, с небольшой добавкой огнеупорной глины, материалы плавятся не ниже 2 050° и обладают высокой термич. и механич. прочностью.

К и с л ы м О. м. относятся содержащие либо один лишь кремнезем либо высокий % его, в соответствии с чем изделия и именуются к в а р ц е в ы м или ш а м о т н ы м п р и п а с о м. В чисто кварцевых изделиях кварц или кварцит связан известью или глиной. Известково-кварцевые изделия называются *динасом* (см.).

Наиболее распространенным в стекольной промышленности О. м. в настоящее время является шамотный припас. Из него изготовляются кирпичи для обмуровки газоходов, облицовки регенераторов, камни для бассейнов ванных печей и выстилки пода, стеклоплавильные горшки и кранцы, лодки и лодочки Фурко, фидерные части и пр. В зависимости от назначения шамотных изделий и условий их службы подбираются соответствующие сорта глин и шамота, различная рецептура шамотных масс, и устанавливаются методы выработки изделий. Сырые материалы, применяемые для их изготовления, делятся на п л а с т и ч н ы е г л и н ы и н е п л а с т и ч н ы е—отощающие вещества (см. *Глина*, *Керамическое производство*). Глины с высокой пластичностью обладают высокой связностью, а также большой усушкой. При слабом подогревании (около 120°) происходит удаление поглощенной влаги. Химически связанная вода, или конституционная вода, начинает удаляться при 450° и исчезает при $t°$ в 800°. После такого обжига и удаления конституционной воды получается о б о ж ж е н н а я г л и н а, или ш а м о т. Она становится отощающим материалом. При дальнейшем нагревании до $t°$ спекания (для разных глин в пределах от 1 000 до 1 450°) поры в глине становятся все меньше, и масса более плотной. К прежней усушке добавляется о г н е в а я у с у ш к а, или у с а д к а. При дальнейшем повышении $t°$ выше точки спекания наступает процесс р а з м я г ч е н и я. При изготовлении шамотного припаса для стекольной промышленности пользуются и н д и ф е р е н т н ы м и о т о щ а ю щ и м и м а т е р и а л а м и, к-рые при обжиге припаса не участвуют в обмене вещества с частицами глины. Отощающий припас, изготовленный из огнеупорных с л а н ц е в ы х г л и н, меньше разлагается стекольным сплавом и обладает термич. устойчивостью. Кварц как отощающий материал весьма ценен, т. к. помимо понижения усушки почти не размягчается до точки плавления и, вследствие увеличения своего объема, при высоких $t°$ компенсирует усадку глины. Шамотные массы имеют существенный недостаток: уже при 1 200° некоторая часть их переходит в жидкое состояние и начинает смачивать соседние, еще не растворившиеся, частицы. При $t°$ выше 1 300° шамотный припас становится б. или м. пластичным, однако достаточно вязким, чтобы при нормальных условиях сохранить свою форму. При 1 500° большинство шамотных масс уже находится в крайне критич. состоянии.

Практически изготовление шамотного припаса производится лучше всего на Константиновском и Лисичанском з-дах в Донбассе из часов-ярской огнеупорной глины. Последняя в значительных массах направляется также на стекольные з-ды центрального и северного районов. Кроме часов-ярской применяется в большом количестве и латнинская (близ Воронежа) глина; ряд з-дов пользуется местными огнеупорными глинами, отличными по качеству, но пока мало исследованными.

И з г о т о в л е н и е и з д е л и й. Сырьем для сырца служит часов-ярская огнеупорная глина, белая № 5; сырьем для шамота на стеновые брусья—тоже белая № 5; на донные брусья тоже из пласта № 5, белая, сизая или розовая. Для изготовления этих брусьев берется 40% сырца, 60% шамота; для лодочек Фурко—35% сырца, 65% шамота. Величина помола материала для стеновых брусьев и венков—16 отверстий на 1 *см*²; для донных брусьев—9—10 отверстий; для лодок Фурко—36 отверстий и для губ лодочек Фурко—90—100 отверстий на 1 *см*². Перемешивание и замачивание материала происходит в обитых цинком колодах. Материал в количестве ок. 3 *т* кладется в три слоя: нижний слой—шамот, средний—сырец, верхний—шамот; перемешивание ведется тщательно насухо 3 раза лопатами для получения однородной смеси; замачивание речной водой (ок. 720 *л*) ведется при 4-м перемешивании. На следующие сутки после замачивания масса пропускается 6 раз через глиномялку для стеновых брусьев и лодок и 5 раз для донных брусьев. Затем идет формовка изделий «в натир», сушка, оправка и обжиг их; сушка продолжается не менее 2—3 мес., обыкновенно ок. 4 мес. Обжиг ведется в газовых печах с обратным пламенем, с расположением отверстий для тяги в поду в шахматном порядке. Сначала изделия окуриваются в течение 3—4 суток; затем $t°$ доводится до 1 300°; постепенное открытие опечков после обжига начинается через 3 суток после окончания обжига.

Изготовление с т е к л о в а р н ы х г о р ш к о в производится след. обр. Для приготовления горшечной массы употребляется латнинская глина (прима), а за последнее время смесь из 50% латнинской и 50% часов-ярской. Глина не должна иметь в своем составе колчедана и нормально состоит из 46—48% SiO_2 и 34—36% Al_2O_3. Шамот употребляется из указанных выше глин после обжига их при $t°$ 1 250°. Состав массы: 45% глины и 55% шамота; шамот просеивается через сито, имеющее 64 отверстия на 1 *см*²; крупность зерна шамота не превышает 1 *мм*. Анализ на определение фракции шамота показал следующее:

Номер сита	Остаток на сите в %	Величина зерна в *мм*
36	0,70	1
40	15,8	0,75
70	17,8	0,46
50	25,3	0,23

Прошло через сито № 150—37,4%

Шамот дробится в дробилках, а часть истирают на бегунах, причем первого берется 75% и второго 25%. Глина мелется и пропускается также через сита № 36, т. е. зерно глины по своей величине не превышает 1 *мм*, а бо́льшая часть 0,3—0,5 *мм*. Горшечная шихта перемешивается и замачивается горячей водой до влажности 20—21% и пропускается 18 раз через глиномятку, а затем переминается ногами в 3 прохода. Далее она подвергается гноению в сыром помещении и затем идет в формовку. Сушка горшка продолжается 4—6 мес. В целях сокращения процесса гноения, продолжающегося не менее 3 месяцев, ведутся опыты по заражению гниением свежей горшечной массы. Этими опытами доказано, что если от массы, прогноенной в течение 6—7 мес., взять определенное количество и включить в свежеприготовленную массу, то последняя через 1½—2 мес. приобретает все качества прогноенной в течение 6—7 мес. Термич. обработка горшка перед плавкой производится в к а л е н н и ц е (с дровяным отоплением); $t°$ до 900° держится в продолжение 1½—2 суток; горшок накрывается шамотной крышкой. После термич. обработки горшок пересаживается в стеклоплавильную печь, где предварительно выдерживается при 1 500° в течение 11—12 час. Перед наполнением горшка расплавливаемой стекольной массой внутренние стенки его обмазывают расплавленным боем таких изделий.

За последнее время в Европе и Америке стали изготовлять высокой огнеупорности

материал из силлиманита. Помимо этого на заграничном рынке появился новый материал «когарт», изготовляемый сплавлением высокоглиноземистых глин или бокситов в электрич. печах, отливкой в формы и кристаллизацией при замедленном охлаждении. В особенности этот материал устойчив в отношении разъедания его стекольными сплавами.

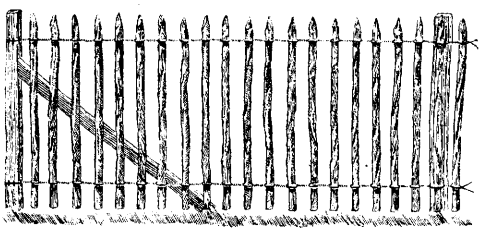
Лит.: Дралле Р. и Кеппелер Г., Производство стекла, перевод с немецкого, т. 1, стр. 533—573, Москва, 1928; Гезбург Л. А., «Керамика и стекло», Москва, 1926, *10—11*; Hodkin F. a. Cousen A., A Textbook of Glass Technology, London, 1925; Wilson H., Ceramics-Clay Technology, New York, 1927.

И. Китайгородский.

ОГОРОДНИЧЕСТВО. В дореволюционной России пресловутая трехполка с ее не менее печальным придатком—узко- мелко- чрез- и дальнеполосицей не могли способствовать развитию требовательных к качеству почвы и методам обработки технических и овощных культур. Эти культуры были, по удачному выражению проф. В. Р. Вильямса, «прижаты к усадьбе» и огорожены от скотины и хронически недоедающего населения. Отсюда и название «огородничества», к-рое закреплено за наиболее прочно обосновавшейся на усадьбе культурой овощей. До революции средний размер овощного хозяйства равнялся нескольким десятым *га*, а в настоящее время, на первых этапах строительства крупного социалистического производства, средний размер хозяйства достигает нескольких сот *га*, т. е. площадь отдельного овощного хозяйства возросла в 10 000 раз. Понятие О., ничего в сущности не дающее кроме неопределенного представления о площади огороженной земли, не м. б. применимо к новым формам овощного производства, гигантские шаги которого таковы, что через несколько лет от мелких огородов не останется и помину. Подробно см. *Производство овощей*.

В. Эдельштейн.

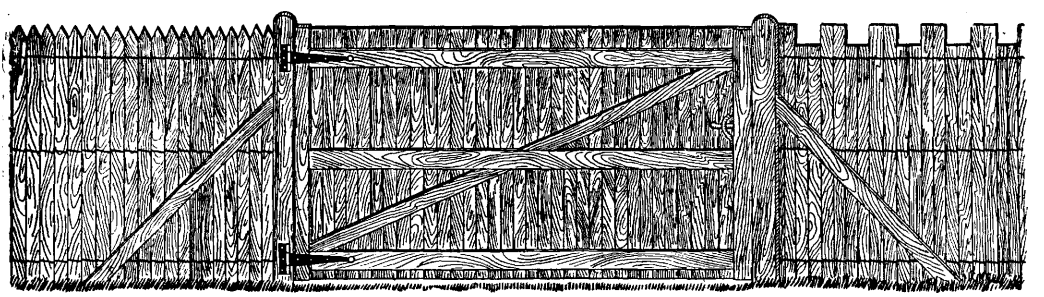
ОГРАДЫ, ограждения земельных участков для преграждения свободного доступа к ним. О. могут быть сплошные, или т. наз. заборы (фиг. 1, два мотива), и сквозные, или же так наз. палисады и решетки (фиг. 2). По роду материала О. могут быть сооружены из дерева, камня (естественного или искусственного), из железа и железобетона. О. могут носить временный характер (временные О.) и отличаться тогда простотой конструкции и выполнения, и постоянный (постоянные О.)—когда стараются их сделать солидными в конструктивном отношении и красивыми по наружному виду. К типам О. необходимо отнести также и всевозможного вида перила. Силами, действующими на О., являются собственный их вес и давление ветра, принимаемое обыкновенно равным 100 *кг/м*². Если напр. высота сплошной О. равна h, ее длина равна b,



Фиг. 2.

а давление ветра на единицу боковой поверхности ее равно w, то давление ветра на рассматриваемый участок стены составит величину $W_1 = b \cdot h \cdot w$. При сквозных оградах давление ветра м. б. выражено величиной $W_2 = a \cdot b \cdot h \cdot w$, где a—коэфициент, учитывающий зазоры между отдельными частями О. и могущий быть принятым равным от 0,40 до 0,60 в зависимости от размеров этих зазоров. Когда имеется основание опасаться возможности надавливания на О. толпы людей (при скоплении толпы в узких местах, огражденных заборами, при напоре зрителей на низкие ограды перильного типа), то учитывается при расчетах и это давление, принимая его равным 80—100 *кг/м* длины О. По америк. данным эта сила может достигнуть величины в 250 *кг/м*. Коэфициент устойчивости на опрокидывание μ принимается $\geq 1,5$.

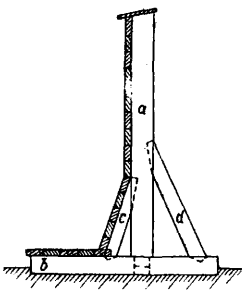
В конструктивном отношении всякая О. состоит из следующих основных частей: из стоек, или столбов, воспринимающих все приходящиеся на долю О. силы давления, и из простенков между столбами, передающих силы давления на столбы. Сила давления ветра считается приложенной на половине высоты простенка, а давление толпы людей—на высоте примерно 1,5 *м* при О. выше роста человека; при высоте перил, равной 1—1,1 *м*, считают, что сила давления от толпы людей приложена на высоте, равной полной высоте перил.



Фиг. 1.

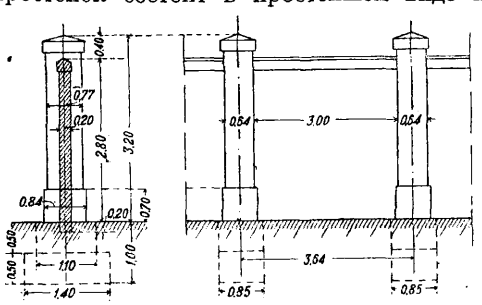
Временные сплошные О. сооружаются обыкновенно из дерева для ограждения места постройки и имеют высоту 2—3 *м*. Составными частями такой О. являются (фиг. 3): стойки a из 16—18-*см* бревен (обыкновенно еловых); подушки b из 18—20-*см* бревен; подкосы c и d из накатника. Стойки

соединяют с подушками шипами. Подкосы концами врубают в подушки и стойки. Такие стойки временных заборов располагают в расстоянии 2—3 *м* друг от друга. Стойки обшивают 2,5-*см* досками (обыкновенно еловыми), сплоченными в ножовку или напуском доски на доску. Когда вдоль временного забора происходит движение людей, то устраивают мостки шириною 1 *м*, для чего по наружным концам подушек и промежуточным подкладкам настилают впритык 5—6-*см* доски. Когда временный забор располагают в непосредственной близости от постройки, его перекрывают крышей. Доски, идущие в дело для временных заборов, обыкновенно не остругивают, а бревна не отесывают. Для подачи материалов устраивают в заборе на высоте 1 *м* от земли квадратные отверстия со стороной квадрата в 1 *м*. Эти отверстия закрывают щитами на петлях или крючках. Для прохода рабочих в заборах делают калитки шириной 0,9—1,0 *м*, а для въезда повозок и грузовиков — ворота. Столбы последних — из 20—22-*см* бревен—зарывают на 1,5 *м* в землю и располагают их в расстоянии 2,8—3,2 *м* друг от друга. Когда временный забор выстраивают на несколько строительных сезонов, то нередко стойки зарывают в землю на глубину 1 *м*.



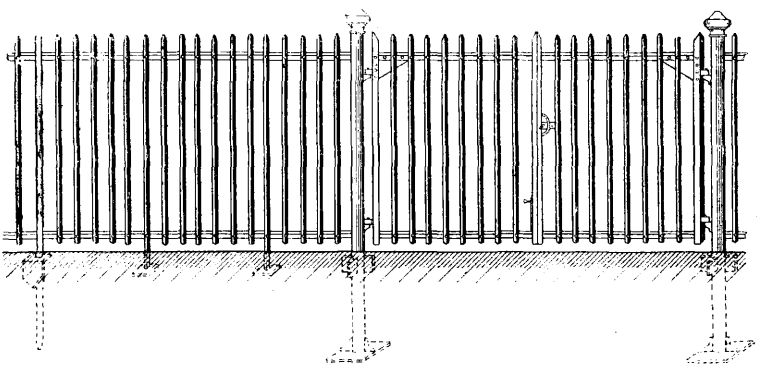
Фиг. 3.

Постоянные сплошные О. сооружают из дерева, железа, камня, бетона и железобетона. Деревянный забор состоит из 27-*см* бревенчатых, отесанных или неотесанных столбов, врытых на глубину 1,5 *м* в землю в расстоянии 3 *м* друг от друга. Простенок состоит в простейшем виде из



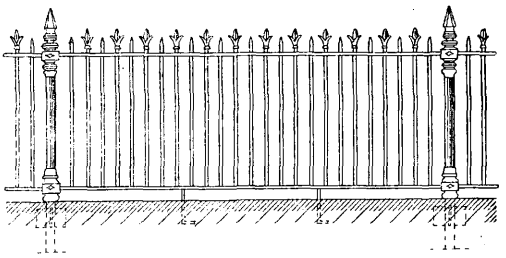
Фиг. 4.

4—5-*см* дощатой горизонтальной сплоченной в четверть забирки, заложенной в шпунты столбов, или из вертикальной обшивки из 2,5—4-*см* досок, пришитых к горизонтальным брусчатым замятинам. Последние вытесаны из 18-*см* бревен и врезаны в столбы. Доски вертикальной обшивки соединяются вчетверть либо врустик либо вразбежку. Сверху и снизу обшивки прибивают окаймляющие доски, а поверх столбов прикрепляют отливную доску. Для того чтобы предохранить врытые в землю столбы от гниения, их концы обжигают, осмаливают. При глинистом грунте столбы против выпирания морозом зарывают глубже и обсыпают при зарывании чистым песком. При наличии фасонного железа столбы делают из него, закрепляя их в бетонных фундаментах. Замятины в этом случае прикрепляют к железным уголкам, приклепанным к столбам. Такой забор обладает бóльшей долговечностью. Каменная О. имеет в разрезе и фасаде вид, изображенный на фиг. 4. Проставленные на последней размеры дают ясное представление о соотношениях между отдельными частями О. Железобетонная О. имеет тот же вид, но меньшие размеры толщины столбов и простенков. Комбинированная О.: столбы и цоколь — каменные; между столбами, поверх цоколя, дощатая решетка. Деревянные поперечины не должны заходить в кладку; они привинчиваются к плоскому железу, заложенному в кладку. Все деревянные части остругивают и окрашивают масляной краской. Вместо дощатой решетки м. б. поставлена более прочная и более отвечающая в данном случае своему назначению железная решетка. Каменные столбы ворот обыкновенно делают бóльшей высоты.


Фиг. 5.

Сквозные О. или палисады и решетки делают деревянные, металлические и каменные и комбинированные. Бревенчатый палисад состоит из врытых вертикально в землю на глубину 1 *м* (с промежутками в 10—15 *см*) 16—18-*см* бревен, соединенных между собой врезанными в столбы заподлицо брусками. Высота такой примитивной О., носящей также название частокола, равна от 2 до 3 *м*. Более целесообразными являются палисады, состоящие из опорных столбов, врытых в землю на 1,5 *м* в расстоянии 2—3 *м* друг от друга и соединенных двумя горизонтальными 12—15-*см* брусками, врезанными в столбы. К поперечинам прибиваются вертикально чистые 5—6-*см* рейки с зазорами в 8—10 *см* или украшенные прорезями 2,5-*см* доски. Внизу рейки или доски оканчиваются свобод-

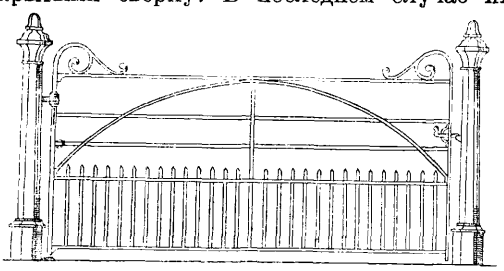
но, не доходя до земли, или их прикрывают доской, прибитой к столбам и вертикальным доскам, не доводя ее до земли.



Фиг. 6.

Высота такого палисада варьирует в пределах от 1,5 до 1,8 *м*. На фиг. 5 изображена металлич. сквозная О., состоящая из железных стоек и прикрепленных к ним железных решеток. На фиг. 6 и 7 приведены еще два мотива железных решеток. Все железные части О. должны быть для предохранения их от ржавчины либо оцинкованы либо окрашены масляной краской, возобновляемой через каждые 3—4 года.

Ворота в О. могут быть сделаны из дерева и железа и быть открытыми или перекрытыми сверху. В последнем случае их



Фиг. 7.

высота в свету должна беспрепятственно пропускать высоко наложенный воз или груженный грузовик. Ширина ворот д. б. такова, чтобы через них удобно было пройти с краю, когда по середине их проезжает встречный экипаж. Нормально их делают шириной от 2,8 до 3,2 *м* и свободной высотой от 3,2 до 3,5 *м* или в $^5/_4$ ширины. Деревянные ворота имеют два полотнища, которые состоят из остова и его обшивки. Для прохождения через ворота людей устраивают иногда в одном из полотнищ калитку высотой в 2,1 *м* (считая от земли) и шириной в 0,9 *м*. Железные ворота изготовляют также сплошными или решетчатыми. Калитки в О. делают всегда одностворными; их размеры идентичны с размерами рассмотренных выше калиток в воротах. В остальном их устройство сходно с *дверями* (см.).

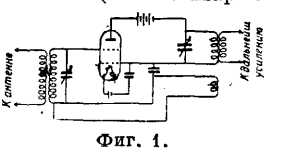
Лит.: Брилинг С. Р., Формулы и таблицы для расчета инженерных конструкций, 3 изд., М.—Л., 1931; его же, Пособие для проектирования и составления смет и отчетности на строительн. и дорожные работы, 3 издание, М.—Л., 1930; Стаценко В., Части зданий, 8 изд., Л., 1930; Фрик О. и Кнолль К., Части зданий, пер. с нем., М., 1929; Султанов Н., Теория архитектурных форм, СПБ, 1901; Handb. d. Architektur, hrsg. v. J. Durm und E. Schmitt, T. 4, Halbband 10, Stuttgart, 1898; Stahl A. u. E., Motive d. deutschen Architektur, Stg., 1890—93.

С. Брилинг.

ОГРАНИЧИТЕЛЬ (в радиотехнике, а также в отраслях проволочных средств связи, использующих электронные лампы), автоматич. регулятор усиления сигналов, или устройство, применяемое в усилителях, работающих от электронных ламп, для автоматич. контроля силы сигналов на выходе последних. О. позволяет получать силу сигналов на выходе усилителя, почти не зависящую от силы приходящих сигналов. В настоящее время О. очень широко и разнообразно используется в технике связи.

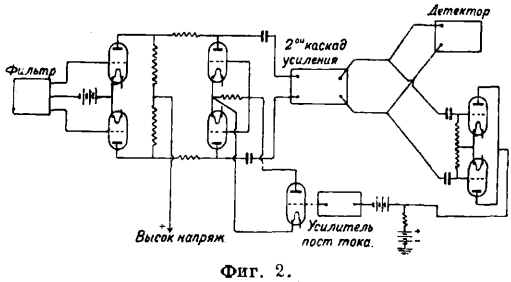
О. находят применение: 1) в длинноволновых радиоприемных устройствах для ограничения атмосферных разрядов, превосходящих своей силой силу сигналов; 2) в коротковолновых радиоприемных устройствах для выравнивания силы сигналов при фадингах; 3) в трансляционных усилителях, работающих от микрофона, для устранения перегрузки выходных каскадов при чрезмерной *модуляции* (см.); 4) в приемн. устройствах, предназначенных для приема телеграфных сигналов, передаваемых с большой скоростью, для исправления формы сигналов, искажаемых избирательными цепями; 5) в проволочной связи гл. обр. на длинных воздушных линиях для борьбы с изменениями силы приема, вызываемыми метеорологическими и климатическими условиями.

По принципу действия О. могут быть разбиты на следующие основные группы. I. О., приводимые в действие частотою самих сигналов, причем О. этой группы различаются 2 видов: а) О., действие которых базируется на том, что режим специальной лампы (диодной или триодной), используемой для ограничения, под влиянием сильных сигналов попадает в область резко выраженного насыщения или, наоборот, в область нулевого анодного тока. О. этого вида обычно включаются или параллельно конденсатору колебательного контура, внося повышенное затухание в контур при большой силе сигнала, или промежуточным специальным каскадом как на высокой, так и низкой частотах и в выпрямительных устройствах. Примером О. этого вида могут служить: 1) Схема ограничителя Райта (Комп. Маркони), показанная на фиг. 1, в к-рой колебательный контур приключен между дополнительной и контрольной сетками; 2) схема трехкаскадного выпрямителя, работающего по схеме усиления постоянных токов (см. *Быстродействующие радиопередача и радиоприем*, фиг. 7). б) О., построенные по принципу регуляторов, в к-рых усиленные и выпрямленные сигналы управляют степенью усиления, изменяя напр. смещающее напряжение на сетке одной или нескольких первых ламп усилителя т. о., что при увеличении силы сигнала на выходе уменьшается усиление. Воздействие на степень усиления помимо изменения смещения на сетке может производиться и другими способами, например дополнительным подмагничиванием переходного дросселя или трансформатора, изменением переходного сопротивления в реостат-



Фиг. 1.

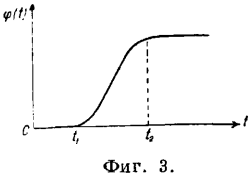
ных усилителях или включением помощью реле параллельно входному контуру сопротивления и другими способами. Примером подобной схемы может служить: 1) схема, показанная на фиг. 2 и применяемая в коротковолновом радиоприемном устройстве франц. радиоэлектрич. компании, а также 2) схема с регулированием смещения (см.



Фиг. 2.

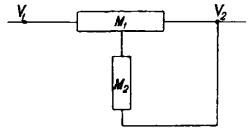
Замирание, фиг. 9). Схема О. первого вида пригодна лишь для телеграфных сигналов; для телефонии, в виду того что при О. происходит сильное искажение формы кривой сигнала, она не пригодна. Схемы второго вида с успехом применяются и при телефонии.

II. О., приводимые в действие специальной, посылаемой передатчиком частотой, лежащей вне полосы слагаемых частот сигнала. Различают два вида этих О.: а) О. с прямым регулированием, в которых для целей регулирования усиления применяется нерегулируемая частота: приемник регулируется со стороны входа; б) О. с прямым или возвратным регулированием, в которых регулирующая усиление частота также регулируется одновременно с сигналами, и т. о. приемник регулируется со стороны выхода. Практически наибольшее распространение получили О. с непрямым регулированием, т. к. при «прямом регулировании» смещающее напряжение на сетку ламп регулируемого усилителя сильным сигналом может быть доведено до такой величины, что усиление упадет до 0. Однако в О. с прямым регулированием (а также и в О. группы I, б) регулирование степени усиления может производиться лишь до определенного предела, иначе возникает самогенерирование усилителя. Этот предел определяется скоростью реагирования регулирующей системы. Та наибольшая степень регулирования, к-рую можно достигать без самогенерирования,—функция t_1/t_2, где (фиг. 3) t_1—время, к-рое протекает от начала действия импульса до начала действия регулирующей системы (время запаздывания), а t_2—время окончания процесса регулирования (т. е. время окончания нестационарных в регуляторе процессов). Достигаемое при этом отношение колебаний силы сигналов, прошедших через регулятор, к колебанию их до регулятора приближенно определяется ур-ием:



Фиг. 3.

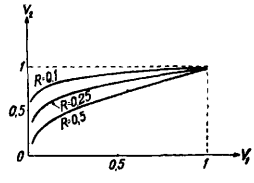
Фиг. 4.



Фиг. 5.

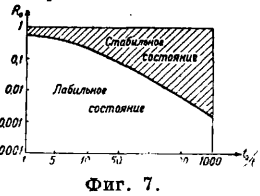
$$R_0 = \frac{t_1}{t_1+t_2}.$$

Так как время t_1 определяется гл. обр. фильтром, то степень регулирования оказывается возможным увеличить, увеличивая время нестационарных процессов. При определенной степени регулирования R_0 скорость регулирования нельзя однако увеличивать выше определенного предела. В О. этого вида, применяемом фирмой Сименс и Гальске, принципиальная схема к-рого показана на фиг. 4, колебания силы сигнала по напряжению в 400 раз уменьшаются регулятором до 3 раз, при условии, что эти колебания совершаются в промежуток времени не короче 50 миллисекунд, и т. о. такая схема О. оказывается пригодной для уменьшения при коротковолновом приеме замираний. В герм. практике для регулирования при телефонном приеме применяют частоту 2 750 ц/ск. На фиг. 4 фильтр F_2 пропускает телефонные частоты до 2 500 ц/ск., «вырезая» частоту 2 750 ц/ск.; полосный фильтр F_1 пропускает только частоту 2 750 ц/ск. Фильтр F_3, включенный после выпрямителя, поглощает обертоны.



Фиг. 6.

Принцип действия описанного О. с регулятором м. б. изучен при помощи схемы фиг. 5. В этой схеме регулирующее устройство состоит из «системы передачи» M_1 и «регулирующей системы» M_2. При бездействии регулирующей системы между напряжением на входе V_1 и напряжением на выходе V_2, существует соотношение $V_2 = AV_1$, где A—фактор передачи системы M_1, обычно зависящий от V_1. При действии регулятора $A = f(V_2)$. Для того чтобы происходило регулирование, $f(V_2)$ д. б. убывающей ф-ией от V_2. Статич. действие регулятора состоит в следующем. При изменении V_1 на малую величину ΔV_1, изменяется V_2 на величину ΔV_2. Тогда



Фиг. 7.

$$V_2 + \Delta V_2 = \left(A + \frac{\partial A}{\partial V_1}\Delta V_1 + \frac{\partial A}{\partial V_2}\Delta V_2\right)(V_1 + \Delta V_1).$$

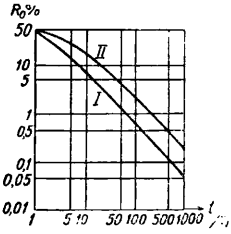
После ряда преобразований найдем

$$\frac{dV_2}{V_2} = R\,\frac{dV_1}{V_1},$$

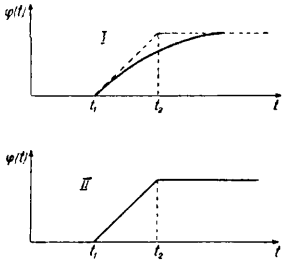
где

$$R = \frac{1}{1 - V_1\frac{\partial A}{\partial V_2}};$$

R—фактор регулирования. Для того чтобы R во всей области регулирования остался постоянным, д. б. соблюдено, как показывает

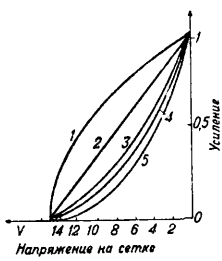


Фиг. 8.



Фиг. 9.

интегрирование, следующее условие: $V_2 = CV_1^R$, где C произвольная постоянная. На фиг. 6 показана зависимость V_2 от V_1 при различных R. Условия получаются тем идеальнее, чем меньше R. Однако для стабильной работы регулятора при скачкообразном изменении ΔV_2 величины V_2, т. е. при $t_2=0$, а следовательно скачкообразном изменении A на величину $\frac{\partial A}{\partial V_2}\Delta V_2$ через время t_1 получается, что R д. б. больше или равно 0,5, т. е. критич. фактор регулирования (см. выше) для этого случая $R_0=0{,}5$. При $t_2=0$ величина R_0 зависит уже: 1) от t_2/t_1 и 2) от вида функции переходного состояния $\varphi(t)$. На фиг. 7 показана кривая зависимости R_0 от t_2/t_1 для импульса. На фиг. 8 та же зависимость: I—для $\varphi(t)$, дающей при значениях $t_2 > t_1$ экспоненциальную зависимость, и II—для ф-ии перехода, состоящей из прямой линии, наклонной к оси абсцисс (то же на фиг. 9, I и II). Время, которое требуется, чтобы регулятор перешел из одного состояния равновесия в другое, пропорционально среднему арифметическому t_2 и t_1 и обратно пропорционально логарифму отношения $\frac{R}{R_0}$. Чрезвычайно важным обстоятельством в подобном виде О., меняющим смещение на сетке, является количество ламп, на к-рых одновременно меняется смещение. На фиг. 10 показана зависимость усиления от напряжения на сетке при различном числе ламп. Из этой фиг. видно, что регулирование тем совершеннее, чем больше число ламп в усилителе с управляемым смещением.



Фиг. 10.

Лит.: Wheeler H., Automatic Volume Control for Radio Receiving Sets, «Proc. of the Inst. of Radio Eng.», N. Y., 1928, vol. 16, *1*; Loffin E., White J., Direct Coupled Detector a. Amplifiers with Automatic Grid-leaks, ibid., *3*; Kappelmayer O., Spannungsbegrenzer für Verstärker, «Jahrb. d. drahtl. Telegr. u. Teleph.», B., 1928, B. 32, H. 1, 1928.

ОДЕКОЛОН, см. *Парфюмерное производство*.

ОДОМЕТР, прибор для механического отсчитывания расстояния, основанный на счете оборотов колеса экипажа при его движении (изобретен Леонардо да Винчи в XV веке). Одометр укрепляется между спицами колеса около втулки; по его счетчику записываются показания до начала движения экипажа и после пройденного пути. Разность показаний дает число оборотов, сделанных колесом во время пути. Если эту разность помножить на длину обода колеса, то получится пройденное экипажем расстояние в единицах меры длины обода. В результат такого измерения всегда входит так наз. «намер», вследствие различных причин: зигзагообразного движения экипажа, неровностей дороги и пр. В автомобилях имеется счетчик пройденного расстояния, устроенный на тех же началах, как и О., но только число пройденных километров отсчитывается непосредственно по указателю счетчика. **О. Дитц.**

ОДОРИМЕТРИЯ, см. *Ольфактометрия*.

ОЗАЗОНЫ, производные *гидразонов* (см.): общая формула, характеризующая строение О.:

$$R\cdot NH\cdot N:\overset{R_2}{\overset{|}{C}}-\overset{H}{\overset{|}{C}}:N\cdot NH\cdot R_1,$$

где R и R_1—алкильные или арильные остатки, R_2—остаток оксиальдегида, оксикетона или монозы. Наибольшее значение имеют (в химии углеводов) фенилозазоны, в к-рых $R=R_1$—фенил C_6H_5, R_2—остаток глюкозы; получаются они нагреванием глюкоз с избытком фенилгидразина, причем на самом деле происходит сложная реакция, протекающая след. образом: сначала при действии фенилгидразина на глюкозу получается соответствующий гидразон затем избыток фенилгидразина окисляет спиртовую группу глюкозы, превращая ее в карбонильную группу (сам фенилгидразин восстанавливается при этом в анилин и аммиак); наконец третья молекула фенилгидразина дает с полученной кетозой (или альдозой) соответствующий О. Характерным для глюкоз является то обстоятельство, что исходная альдоза дает при этом кетозу, и наоборот—из кетозы получается альдоза. Благодаря этому свойству глюкоз, и кетозы и альдозы дают О. одинакового строения.

О.—легко кристаллизующиеся, плохо растворимые в воде вещества; фенилозазоны—желтые кристаллич. вещества. При нагревании с соляной кислотой от О. отщепляются две молекулы фенилгидразина, но при этом получаются не исходные глюкозы, а продукты их окисления, кетоальдегиды, т. н. озоны, общей ф-лы $R\cdot CO\cdot CHO$ (R—остаток глюкозы). Озоны представляют собою аморфные вещества, при восстановлении цинковой пылью дающие соответствующие кетозы $R\cdot CO\cdot CH_2OH$; пользуясь этой реакцией, можно альдозы превращать в кетозы; напр. d-глюкоза дает d-фруктозу. Реакции получения О. и озонов послужили средством для изучения и разделения моноз.

Лит.: Fischer E., «B», 1884, B. 17, p. 579, 1887, B. 20, p. 821, 1890, B. 23, p. 2117, 1908, B. 41, p. 77. **Н. Ельцина.**

ОЗОКЕРИТ, горный воск, состоит гл. обр. из углеводородов парафинового ряда C_nH_{2n+2}. Это—смолистое минеральное тело, клейкое наощупь, светло- и темнозеленого цвета, иногда буроватого и буро-черного; при нагревании становится мягким и упругим. Имеет запах керосина, иногда довольно резкий; иногда, наоборот, запах довольно

приятный. Уд. вес 0,91÷0,97; $t°_{пл.}$ 58÷98°. О. горит светящимся пламенем, не оставляя почти остатка. Чистый О. полностью растворяется в различных смолах, бензине, керосине, нефти, сероуглероде, бензоле, хлороформе; в спирте, эфире, воде и щелочах он почти не растворим. Обрабатывают О. след. обр.: породы, содержащие О.,—песчаники и известняки, а также чистый жильный О., варятся с водой или в чистом виде в котлах. Благодаря малому уд. весу О. всплывает на поверхность. Его снимают и сливают в холодную воду для затвердевания, затем переплавляют, отливают в формы и упаковывают как товар (черный товар). Полученный таким способом О. подвергается дальнейшей переработке на церезин (искусственный воск). Обработка ведется концентрированной серной к-той при высокой $t°$. Получаемый церезин белого, бело-желтого и желтого цвета; $t°_{пл.}$ 50—80°, причем чем выше $t°_{пл.}$, тем ценнее считается продукт.

О. идет гл. обр. на переработку на церезин. В натуральном своем виде О. применяется для пропитки брезентов, а также на сапожные кремы, колесные и другие мази. Применяется О. всегда с присадкой смол и пеков (нефтяных, каменноугольных, буроугольных, древесноугольных). Что касается церезина, то в чистом виде он применяется очень редко, а гл. обр. идет в смеси с различными добавками, разжижающими его. Церезин применяется во всех случаях, где требуется высокая кроющая способность, водонепроницаемость, пластичность, вязкость и другие свойства, присущие пчелиному воску. Напр. применяют церезин для пропитывания винных и пивных бочек, для полотерного воска, для искусственных пчелиных сот, для искусственных цветов и восковых фигур, для политуры, для матриц (в гальванопластике), для пропитывания тканей, для изготовления вощанки. Кроме того церезин идет на консервирование дерева, на производство цветных карандашей, для мазей, вазелина, для подводных мин и т. д.

Мировым поставщиком являлась Галиция (особенно до войны 1914 г.). Месторождение в Бориславе представляет собой сбросовую трещину, заполненную миаргиритом и глиной и проникнутую жилами О. О. пропитывает также известняки и песчаники; в массе песка содержание О. достигает иногда 5% и больше. До мировой войны Галиция занимала первенствующее место по добыче О. Теперь роль монополиста по О. должна перейти к СССР, обладающему богатыми месторождениями, т. к. во всем мире до сих пор другие месторождения О. неизвестны. К наиболее известным месторождениям О. в СССР принадлежат туркменистанские и узбекистанские; особенно замечательны месторождения Туркменистана на о-ве Челекене, на горе Нефтедаг и Чикишляре. Запасы на Челекене выражаются в размерах ок. 1 млн. *т*. Здесь, как и в Бориславе, жилы О. проникают сбросовую трещину, заполненную миаргиритом и глиной. Содержание О. в массе восконосных пород 0,5÷3%. Пески, пропитанные О., содержат его иногда до 10%. В Фергане промышленной разработке подвергались месторождения Шор-Су (вблизи Коканда) и Сель-Рохо (табл. 1). Среднее содержание О. примерно 2%. Жилы О. заключены здесь в пласты песчаников и известняков. Размеры ввоза и вывоза О. и церезина приведены в табл. 2.

Табл. 1.—Добыча озокерита (сырья) в СССР (в *т*).

Районы \ Годы	1913	1923/24	1924/25	1925/26	1926/27
Узбекская ССР					
Сель-Рохо	20	50	19	168	200
Шор-Су	32	2	—	28	21
Туркменская ССР					
Остров Челекен	38	40	373	759	622
Всего	432	92	392	955	843

Табл. 2.—Ввоз и вывоз озокерита и церезина по СССР (в *т*).

Наименование товара \ Годы	1913	1923/24	1924/25	1925/26	1926/27
Ввоз					
Озокерит	423	31	56	152	126
Церезин	679	166	111	18	9
Вывоз					
Озокерит	380	—	113	—	166

Лит.: И. Г., Озокерит или горный воск, Энциклопедия русского экспорта, Берлин, 1925, т. 3; Марков К., Озокерит, «НХ», 1925, *11—12*; Пальчинский П., Озокерит (Горный воск), «НИ», Л., 1927, т. 2 (указана литература). **Н. Федоровский.**

ОЗОН, аллотропич. модификация кислорода; частица его принимается состоящей из 3 атомов, что и выражается ф-лой O_3. В технике О. находит применение как энергичный окислитель.

Физические свойства. О. газообразен при обычных $t°$ и давлении и почти бесцветен, но в более толстом слое (1 *м*) имеет синеватый цвет; обладает характерным спектром поглощения. В жидком виде О. имеет темносинюю окраску. Обладает своеобразным запахом, к-рый чувствуется еще при концентрации 1 : 500 000. Уд. в. О. в газообразном состоянии 1,5 по отношению к кислороду или 1,62 по отношению к воздуху; 1 *л* О. при 0° и 760 *мм* весит 2,1445 *г*. Уд. в. жидкого О. при −183° 1,71; $t°_{кип.}$ −112° и $t°_{пл.}$ −251,5°; критич. давление (по Пикерингу) 92,3 *atm*; критич. плотность 0,54 *г/см*³; теплота испарения 4,88 kJ на *г*-атом; теплота образования −24 600 cal на *г*-мол. (по Бертело) или (по позднейшим данным Яна) −34 100 cal. Растворимость О. в воде при 0° 0,49 : 1 по объему.

Химические свойства. О. является гораздо более энергичным окислителем, чем кислород. Он при обыкновенной $t°$ энергично действует на большинство металлов и на многие металлоиды, окисляя их; напр. одного пузырька озонированного кислорода (с содержанием 2% О.) достаточно, чтобы ясно изменились физич. свойства нескольких *кг* ртути—она тускнеет и начинает прилипать к стеклу. Серебро окисляется О. в перекись серебра. Органич. вещества энергично окисляются озоном; ненасыщенные органич. соединения способны присоединять О., образуя продукты, названные Гарриесом

озонидами (см.). Вообще же при окислении О. реакция может итти тремя способами: 1) О. присоединяется к окисляемому веществу; 2) О. разлагается по ур-ию $O_3 \rightarrow 3\,O$; 3) О. разлагается по ур-ию $O_3 \rightarrow O_2 + O$. Иодистый калий, KJ, разлагает О., выделяя иод и образуя щелочь (отличие от хлора и окислов азота, к-рые щелочи не образуют); поэтому для качественного определения озона может служить иодокрахмальная бумажка или нейтральная лакмусовая бумага, смоченная раствором KJ.

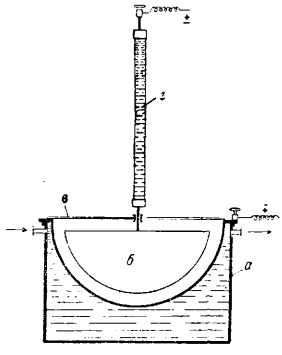
Физиологические свойства. В малых концентрациях (1—2 *мг/м*³) О. безвреден для организма; при бо́льших же концентрациях он действует раздражающе на слизистые оболочки и с дальнейшим увеличением концентрации может вызвать даже смертельный исход. Особенно же сильно его действие на микроорганизмы и бактерии, чем и обусловливается применение О. для стерилизации. По опытам Ольмюллера, бактерии в воде быстро убиваются О., но на высушенные бактерии озон не оказывает действия. Однако Гейзе удалось показать, что в известных условиях и сухие бактерии убиваются им. Производятся опыты над действием О. на легочных больных; опыты эти пока нельзя считать законченными.

История. Впервые на О. обратил внимание Ван-Марум (1785 г.), заметивший, что под действием электрических искр кислород приобретает характерный запах и способность окислять ртуть. Дальнейшие исследования над О. производил Шенбейн (1840 г.); он же и дал ему название. В 1857 г. В. Сименсом сконструирована «озонирующая трубка»—прибор для получения O_3 при помощи тихого электрич. разряда. В 1891 г. фирма Сименс и Гальске предложила аппарат для технич. получения О.

Нахождение О. в природе. О. содержится в незначительном количестве в атмосферном воздухе, причем в верхних слоях атмосферы содержание его значительно выше, чем в нижних. Так например, в нижних слоях (в населенных местах) содержание О. определяется в несколько *мг* на 100 *м*³ воздуха (4,3 *мг* по Шенбейну), а на высоте 2 000—3 600 *м* (в Альпах) примерно в $2^1/_2$ раза больше—$4{,}7 \cdot 10^{-6}$ объемных % (Принг). В верхних, еще неисследованных, слоях атмосферы нек-рые авторы принимают содержание О. значительно бо́льшим. Содержание О. в нижних слоях атмосферы изменяется в различные часы дня и времена года: так, количество О. утром меньше, чем вечером, причем весной оно достигает максимума, а в июле минимума.

Условия образования озона. Т. к. О. есть активная модификация кислорода с большим запасом энергии, то условиями для образования его являются: 1) возможность распада O_2 на атомы и 2) получение извне энергии в той или иной форме, а именно в виде: а) теплоты (образование О. при очень высоких $t°$); б) лучистой энергии (особенно лучей с короткими волнами — ультрафиолетовых и рентгеновых); в) электрич. энергии (искровой разряд и особенно—тихий разряд), или г) химической энергии (образование озона при медленном окислении белого фосфора, при действии H_2SO_4 на BaO_2 и др.).

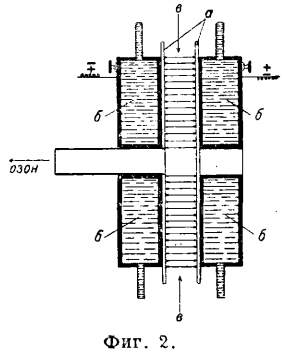
Получение О. в технике. Для получения О. в настоящее время пользуются исключительно аппаратами, основанными на превращении кислорода в О. под влиянием тихого электрического разряда — так наз. озонаторами. Принцип их устройства состоит в следующем. Между двумя проводящими электрический ток поверхностями (обкладками), соединенными с источником переменного тока высокого напряжения, пропускается с определенной скоростью воздух (или кислород); расстояние между поверхностями берется в соответствии с напряжением тока такое, чтобы происходил не искровой разряд, а лишь тихий (тлеющий). Под влиянием этого разряда кислород, содержащийся в воздухе, превращается в озон.



Фиг. 1.

Из применяемых на практике систем аппаратов употребительны следующие: 1) фирмы Сименс и Гальске; 2) Тиндаля-Шнеллера; 3) Абрагама-Мармье и 4) Мариуса Отто.

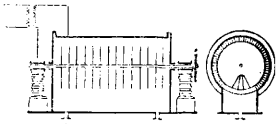
Устройство прибора фирмы Сименс и Гальске см. *Вода*, фиг. 17. Прибор состоит из помещенной в герметический железный, выложенный внутри стеклом, ящик батареи озонаторов—металлических труб, изнутри также покрытых стеклом, и из вставленных в них с небольшим зазором концентрических алюминиевых обкладок. Внутренние обкладки соединяются с одним полюсом источника переменного тока, а внешние—с другим (или заземляются). Через зазор между алюминиевыми обкладками и стеклянной трубкой прогоняется воздух, где он под влиянием тихого разряда и озонируется. Трубки охлаждаются водой. Для питания аппарата служит переменный ток напряжением 6 000—8 000 V. Вследствие того что наружные обкладки (ящик) заземлены, аппарат, несмотря на пользование током высокого напряжения, совершенно безопасен для обслуживающего персонала. Аппарат, потребляющий 2 kW, дает в 1 час 5 *м*³ озонированного воздуха с концентрацией в 12—13 *г* О. на 1 *м*³, т. е. дает выход 30 *г* О. на 1 kWh. Фирма выпускает также аппараты несколько иной конструкции, в частности аппараты, в которых обе обкладки закрыты стеклом и не соприкасаются с озоном.



Фиг. 2.

В аппаратах Тиндаля-Шнеллера, в отличие от аппаратов Сименса и Гальске, разряд происходит непосредственно между металлич. поверхностями (не прикрытыми стеклом). Аппарат состоит (фиг. 1) из чугунного жолоба *а* с двойными стенка-

ми, между к-рыми циркулирует охлаждающая вода; в жолобе установлено несколько перпендикулярных к оси жолоба металлич. пластинок *б*, соединенных с одним полюсом источника переменного тока; жолоб соединен с другим полюсом или заземляется. Воздух продувается в зазор между обеими поверхностями. Сверху жолоб прикрыт стеклянной пластиной *в*, сквозь которую проходят провода к пластинам. Для устранения коротких заземлений и искровых разрядов, в подводку тока к пластинам включают сопротивление *г*; сопротивление представляет собой наполненную глицерином стеклянную трубку.



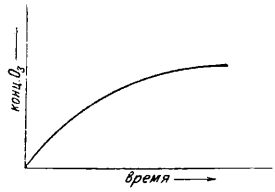
Фиг. 3.

В аппарате Абрагама-Мармье разряд в газе происходит между двумя стеклянными пластинками *а*, поверхностью каждая по 1 $м^2$, охлаждаемых снаружи водой *б* (фиг. 2), протекающей через металлический кожух, в который заключен весь аппарат. Из таких аппаратов составляется батарея, заключенная в закрытый ящик, через который пропускается подлежащий озонированию воздух *в*. Применяемое напряжение—12 000—15 000 V.

В аппарате Мариуса Отто (фиг. 3) разрядник имеет вид железного цилиндрического кожуха, внутри к-рого на оси его расположен ряд алюминиевых пластин, вырезанных в форме круга. Ось может вращаться. Кожух является одним полюсом, а внутренние пластины—другим. Для работы на всех этих аппаратах необходимо пользоваться тщательно высушенным воздухом, в противном случае возможны искровые разряды. Осушение достигается либо с помощью хлористого кальция либо (при больших установках) специальными холодильными машинами. В отношении выходов О. надо заметить, что с помощью тихого разряда нельзя достигнуть произвольно высокой концентрации: вначале концентрация О. повышается быстро (быстрее, чем следовало бы по закону Фарадея), затем все медленнее и наконец достигает высшей точки — «предела концентрации», величина к-рого изменяется в зависимости от условий ($t°$, частоты тока, его напряжения и т. д.). На практике предельная концентрация озона бывает порядка 3—4% (при пользовании чистым кислородом—10%). Графически увеличение концентраций м. б. представлено некоторой кривой (фиг. 4).

Применение О. в хим. промышленности как окислителя могло бы найти очень большое распространение, если бы не его сравнительная дороговизна. Промышленное значение имеют следующие области применения О.: получение ванилина окислением изоэйгенола [1]; получение искусственной камфоры из борнеола, а в последнее время также получение мыла из буроугольного дегтя окислением его; при этом находящиеся в нем ненасыщенные углеводороды переходят в озониды, которые водяными парами разлагаются на кетон или альдегид и жирную к-ту; эти жирные к-ты идут для приготовления мыла. Главное же применение О. находит для *озонирования* (см.) воды и воздуха.

Озонирование воздуха производится: 1) в целях дезинфекции и 2) в целях дезодорирования (уничтожение дурного запаха). Дезинфекция воздуха применяется в местах переработки скоропортящихся продуктов, например на мясохладобойнях, на консервных фабриках; озонирование воздуха повышает сохраняемость сырья и продукции. В целях дезодорации О. применяется для очистки воздуха в местах большого скопления людей: в залах заседаний, театрах и пр. Расход электрической энергии на освежение воздуха в помещении емкостью в 5 000 $м^3$ в течение 1 часа 300—400 W.



Фиг. 4.

Экономич. данные. Средний расход энергии на получение 1 *кг* О., при пользовании воздухом, составляет 17—25 kWh, или 23—33 HP; при замене же воздуха кислородом требуется только ок. $^1/_3$ этого количества энергии. Для сравнения стоимости окисления озоном со стоимостью других окислителей могут служить следующие данные, приводимые Ультаном: 1 *кг* О. (считая стоимость тока 3 пф. за 1 kWh и учитывая прочие расходы) обходится в 1,2—2 мар. при получении О. из воздуха. Но так как в большинстве случаев при окислении О. реагирует лишь одним из своих 3 атомов кислорода, то стоимость 1 *кг* активного О. надо принять равной 4—6 мар. Стоимость 1 *кг* активного кислорода для различных окислителей приведена выше в таблице.

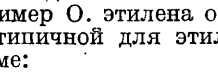
Стоимость 1 *кг* активного кислорода.

Окислитель	Цена окислителя за 100 *кг* в мар.	Цена 1 *кг* кислорода в мар.
Перекись водорода (10% H_2O_2)	25	5
Хлорная известь (31% активн. Cl)	12	0,86
Хлорат калия, $KClO_3$	37	1,50
Газообразный хлор	50	2,20
Азотная кислота 36° Bé	24	3,60
Перманганат калия, $KMnO_4$	30—70	1—2
Хромпик, $K_2Cr_2O_7$	112	6,90
Озон	—	4,6

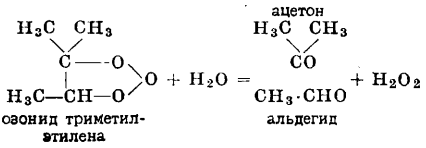
Лит.: 1) Г. П. 97620.—Пушин Н. А., Влияние частоты тока и температуры на выход озона, «Ж», 1914, т. 46, стр. 522; Erlwein G., Herstellung u. Vorkommen d. Ozons, Lpz., 1911; Fonrobert E., Das Ozon, Chemie in Einzeldarstellungen, hrsg. v. J. Schmidt, Stg., 1916, B. 8; Harries C., Untersuchungen über das Ozon u. seine Wirkung auf organische Verbindungen, B., 1916; Heise, Über die Einwirkung von Ozon auf Mikroorganismen, «Arbeiten aus der Kaiserlichen Gesundheitsamt», Berlin, 1916, B. 50, p. 202—418; Moeller M., Das Ozon, Eine physikal.-chemische Darstellung, «Sammlung Vieweg», Brschw., 1921, H. 52; Starke, Ozondarstellung mit hochfrequentem Wechselströmen, «Ztschr. für Elektrochemie», Lpz., 1923, B. 29, p. 358; Ullm. Enz., B. 8; Vosmaer, Ozone, its Manufacture, Properties a. Use, London, 1916.

А. Лебедев.

ОЗОНИДЫ, соединения, получаемые действием сухого *озона* (см.) на органические, гл. обр. ненасыщенные, например этиленовые, соединения; в последнем случае молекула озона присоединяется по месту двойной связи. Например О. этилена образуется по следующей типичной для этиленовых соединений схеме:



По исследованиям Гарриеса, кроме обычного типа О. существуют О., образующиеся в результате присоединения 4-х атомов кислорода к молекуле окисляемого вещества. В большинстве случаев О.—вещества неустойчивые (часто сильно взрывчатые); водою они легко разлагаются, образуя перекись водорода (1 мол.) и 2 мол. альдегида, или 2 мол. кетона, или 1 мол. альдегида и 1 мол. кетона, напр.:



Реакциями образования и распада О. часто пользуются для определения строения ненасыщенных соединений (числа и положения двойных связей). В настоящее время изучены О. очень многих соединений, например этиленовых углеводородов, абиетиновой и олеиновой к-т [1], а также ароматич. углеводородов—бензола [2], нафталина [3] и др. К. Гарриес приложил метод озонирования к изучению природы каучука [4]; отдельные виды каучука различаются по образуемым ими характерным озонидам.

Лит.: 1) Harries C. u. Thieme C., «B», 1916, B. 39, p. 2844; «Lieb. Ann.», 1905, B. 343, p. 355, 357; Harries C., «B», 1906, B. 39, p. 3728; 2) Harries C., «B», 1904, B. 37, p. 3431; 3) Harries C., «Lieb. Ann», 1906, B. 343, p. 372; 4) Harries C., «Lieb. Ann.», 1911, B. 383, p. 216. **Н. Ельцина.**

ОЗОНИРОВАНИЕ воды, очистка (стерилизация) воды при помощи *озона* (см.), вырабатываемого действием электрич. тока высокого напряжения в озонаторах (см. *Вода*, Очищение воды). Производительность озонатора при двух парах пластинок—от 25 до 30 *г* озона на 1 силочас. Для О. необходимо иметь в среднем ок. 3 *г* озона на 1 $м^3$ воды. В существующих установках расход озона варьирует в пределах от 0,6 до 4,3 *г* на 1 $м^3$ воды. Под влиянием тихого разряда в озонаторе происходит как образование, так и разложение озона; поэтому обычно вырабатывают озон с концентрацией от 1 до 3, в крайнем случае до 6 *г* на 1 $м^3$ воздуха; при этих концентрациях разложения озона не происходит. Подлежащую О. воду пропускают предварительно сквозь быстродействующий песочный *фильтр* (см.). Производительность быстродействующих песочных фильтров: с 1 $м^2$ поверхности фильтра—5 $м^3$ воды в час при разности давлений от 0,2 до 2,0 *м* водяного столба. Профильтрованную воду направляют самотеком (при поступлении воды сверху) или нагнетают насосом (при поступлении воды снизу) в стерилизатор, в котором вода приводится в тесное соприкосновение с озоном, поступающим из озонатора. При подаче воды в стерилизатор сверху ее предварительно собирают (после фильтрования) в резервуаре, откуда она самотеком по трубам поступает к сетчатым наконечникам, которые расположены в верхней части стерилизационной башни (обыкновенно каменной); здесь распыленная наконечником вода подвергается энергичной аэрации и падает на камни, заполняющие нижние две трети стерилизатора; при проходе через камни вода встречает на своем пути струю озонированного воздуха, поступающего в стерилизатор снизу (под колосниковые решетки). При нагнетании воды в стерилизатор снизу она смешивается с озоном или в самом стерилизаторе, или же смешение производится предварительно в особом смесителе. Стерилизатор представляет в данном случае железный резервуар высотой около 6—7 *м* и диам. ок. 1 *м*, разделенный внутри через каждые 0,5 *м* мелко продырявленными целлюлоидными плитами; подобные стерилизаторы сравнительно легки и занимают мало места. Свежий воздух, присасываемый воздушным насосом, проходит сначала через воздушный фильтр и осушитель, а затем уже поступает в озонатор, где подвергается действию переменного электрического тока, трансформируемого до требуемого напряжения (в существующих установках — от 6 500 до 20 000 V). Озонированная вода из стерилизатора, по выделении излишка озона, попадает в резервуар чистой (стерилизованной) воды, откуда она затем подается насосами в сеть. На фиг. представлена

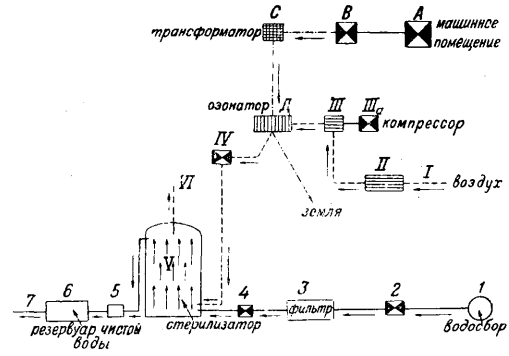


Схема озонирования воды.

установка по О. воды. Вода из водосбора *1* насосом *2* подается в фильтр *3*, из к-рого насосом *4* накачивается в стерилизатор *V*; пройдя последний, она попадает через воздухоотделитель (воздушный вантуз) *5* в резервуар чистой воды *6*, откуда по трубе *7* нагнетается в сеть; свежий воздух по трубе *I* направляется последовательно в воздушный фильтр *II*, в осушитель *III* (где он осушается посредством холодильных аппаратов *IIIa*) и озонатор *D*; по проходе через озонатор, воздух нагнетается воздушным насосом *IV* в стерилизатор *V*, откуда по трубе *VI* он выходит наружу или входит, при замкнутой системе, в трубу *I*, пополняясь здесь свежим воздухом. Все машины приводятся в движение электромоторами из одной центральной электрич. станции

A, питающей также электромотор генератора переменного тока *B*. Из *B* ток подается в трансформатор *C* и далее в озонатор *D*. Для всей установки, включая энергию на освещение, требуется мощность около 120 W на каждый $м^3$ воды.

В состав крупной озонизационной установки для очистки воды, сооруженной в 1912 г. в Хемнице (Германия), входят следующие аппараты и машины. 1) Стерилизатор сист. Tindal de Frise—вертикальная железная башня диам. 1,6 *м* и высотой 6,5 *м*, разделенная внутри по высоте 5 расположенными одна над другой частыми целлюлоидными ситами. 2) Озонная батарея (трубчатые аппараты сист. Сименса) из 8 горизонтально расположенных озонных аппаратов (из которых 4 резервных) с 6 стеклянными трубками в каждом. В каждую стеклянную трубку вставлен алюминиевый цилиндр, присоединенный к полюсу высокого напряжения и имеющий такие размеры, что между его стенками и стенками стеклянной трубки остается необходимое свободное пространство для протока озонируемого воздуха. 3) Трансформатор высокого напряжения на 6 500 V и 500 периодов, соединенный с озонной батареей. 4) Озонный воздушный насос, присасывающий озонированный воздух из озонных аппаратов и нагнетающий его под давлением в 6,5 *м* вод. ст. в протекающую через стерилизатор воду. Производительность насоса—150 $м^3$ присосанного воздуха в час. 5) Умформер, приводимый в движение электромотором (15 HP, 1 450 об/м., 50 периодов), генератор переменного тока для получения переменного тока для трансформатора высокого напряжения. 6) Воздухосушильная установка с приводимым в движение при помощи электромотора (4 HP, 700 об/м.) компрессором холодильного устройства для осушения присасываемого воздушным насосом свежего воздуха, с двумя агрегатами для углекислоты, одним агрегатом для сернистой к-ты, конденсатором, осушителем воздуха и воздушным фильтром. 7) Центробежные насосы, приводимые в движение электромоторами (13 HP, 960 об/м.); для подачи воды в стерилизационную башню имеются три электронасосные агрегата производительностью в 140 $м^3$ воды в час каждый при подъеме на высоту 13 *м*; суточная производительность каждого агрегата равна 3 000 $м^3$ воды.

Пример другой крупной озонизационной установки представляет озонная водопроводная станция Пенковая, построенная в 1911 г. для г. Петербурга, производительностью 50 000 $м^3$ воды в сутки. Вода всасывающей трубой забирается из р. Невы и подается при помощи насосов в осадочный бассейн. Перед поступлением в последний в воду прибавляют в качестве коагулянта сернокислый алюминий из расчета 30 *г* $Al_2(SO_4)_3$ на 1 $м^3$ воды. В осадочном бассейне вода задерживается в продолжение 2 ч., после чего она переливается (самотеком) в быстродействующие песочные фильтры сист. Говатсона (Howatson). Толщина песчаного слоя фильтров равна 1 *м*; диам. зерен песка—2 *мм*; скорость фильтрации—4,5 *м/ч*; производительность фильтров—2 000 $м^3$ воды в час. Пройдя фильтр, вода по трубам направляется в смеситель, в который одновременно поступает озон из озонной батареи, после чего озонированная вода по трубам спускается в низ стерилизаторов (т. н. стерилизационных башен) и, поднимаясь вверх, переливается через каскады в резервуар чистой воды. Оборудование для выработки озона состоит из расположенных в машинном помещении двигателей с динамо, электромоторов, умформеров высокого напряжения, распределительной доски и из находящихся в соседнем помещении озонных батарей, трансформаторов, стерилизационных башен и воздухоохладительных машин. Двигателями служат 3 паровые машины мощностью в 150 HP каждая, приводящие в движение 3 генератора, питающие электромоторы умформеров. Озонная батарея сист. Сименса состоит из 128 озонных аппаратов, по 6 элементов в каждом (с одним внутренним алюминиевым и одним внешним стеклянным цилиндрами), работающих на токе напряжением в 6 500 V при 500 периодах. Поступающий в озонную батарею воздух предварительно осушается при помощи холодильных машин. Полное смешение воды с озоном происходит в 5 стерилизационных башнях, сооруженных из бетона. На каждую башню приходятся 4 смесителя сист. Отто с удлиненными вытечными трубами, производительностью по 125 $м^3$ воды в час, а всего (на одну башню) 500 $м^3$ в час. При проходе через смесители, работающие по принципу водоструйных аппаратов, вода присасывает своим падением озонированный воздух из батарей и смешивается с ним. Из резервуара чистой воды вода накачивается в сеть. По Рашковичу, опыты по О. воды реки Невы в Петербурге показали, что при предварительной очистке этой воды на медленнодействующих фильтрах (без коагулирования) потребовалось для ее стерилизации от 4 до 5 *г* озона на 1 $м^3$ воды, при концентрации озона не менее 2 $г/м^3$ и при времени реакции 15 минут, тогда как при прибавлении коагулянта (сернокислого алюминия) в указанной выше пропорции и предварительной очистке на быстродействующих фильтрах потребовалось от 1,5 до 2 *г* озона на 1 $м^3$ воды, при концентрации озона не менее 1,5 $г/м^3$ и времени реакции 10 мин. Так как вода Невы содержит большое количество органических веществ, то для получения удовлетворительных результатов очистки коагулирование является необходимым мероприятием.

В Европе и Америке имеется целый ряд фильтровальных станций, очищающих воду посредством озона в аппаратах сист. Siemens-Halske, Schneller, Marmier-Abraham, Tindal de Frise, Marius Otto, Lion Gérard и др. Все эти системы различаются отчасти конструкцией озонных батарей, отчасти построением стерилизаторов.

Озон (см.) перед другими окисляющими средствами имеет то преимущество, что после своего действия он не оставляет каких-либо нежелательных веществ, а увеличивает лишь содержание кислорода в воде. По Ольмюллеру О. воды дает достаточный бактерицидный эффект лишь в том случае, если вода обработана достаточным количеством озона; о последнем судят по наличию нек-рого количества свободного озона в воде по выходе ее из стерилизационных башен (проба на посинение раствора KJ с крахмалом). В отличие от других стерилизационных методов очистки воды О. воды не сообщает последней какого-либо постороннего вкуса или запаха. Единственным минусом этого способа является его относительная дороговизна, в виду чего он применим по преимуществу там, где имеется дешевая электрич. энергия и приняты меры к предварительной очистке воды более дешевыми способами. Для уменьшения расхода озона необходимо, чтобы вода, по-

ступающая на озонирование, содержала минимальное количество органических (гуминовых) и неорганич. веществ. Расход озона всецело зависит от свойств воды и от тщательного контроля работы озонной станции; постоянному контролю подлежат не только озонные батареи, но и количество подаваемого озона, меняющееся в зависимости от содержания органических веществ в воде. На случай внезапного прекращения работы озонных батарей д. б. предусмотрены приспособления (магнитные), автоматически останавливающие циркуляцию воды через стерилизаторы. Всякая озонная установка требует: 1) приспособлений для точной дозировки озона и воздуха; 2) проверки работы озонной станции (при ее приемке) на бактерии coli (по способу Проскауера и Шюдера); 3) контроля как в начале работы станции (при помощи бактериологич. исследований), так и во время работы ее (при помощи иодокрахмального индикатора).

Опыты Ольмюллера, Пралла, Проскауера и Шюдера над О. воды дали следующие результаты: 1) в бактериологич. отношении О. воды значительно сокращает общее число бактерий и дает полное уничтожение патогенных (болезнетворных) бактерий; 2) в химич. отношении О. воды уменьшает окисляемость воды и увеличивает количество свободного кислорода в ней, т. е. улучшает качество воды; 3) в технич. и гигиенич. отношениях действующий на воду озон безвреден, т. к. он быстро переходит в обыкновенный кислород; 4) О. воды не сообщает воде постороннего вкуса или запаха и разрушает окрашивающие примеси. По Вейрауху, О. воды имеет следующие преимущества: 1) при рациональном устройстве установки получается полная гарантия обезвреживания воды в бактериологич. отношении; 2) стерильность озонированной воды м. б. проверяема во время эксплоатации установки; 3) обработка озоном уменьшает содержание органич. веществ в воде; 4) путем озонирования воды могут быть уничтожены: дурной запах (например вследствие присутствия сероводорода), плохой вкус и окраска (благодаря наличию гуминовых веществ); 5) при наличии соответствующих предохранительных приспособлений озонные установки вполне надежны в эксплоатации.

Лит.: Брилинг С. Р., Краткое руководство по водоснабжению, 2 изд., М.—Л., 1928; Gross E., Handbuch d. Wasserversorgung, Berlin, 1928; Lueger O.—Weyrauch R., Die Wasserversorgung d. Städte, 2 Aufl., B. 2, Lpz., 1916; Raskovich S., Ozonification of the Water of the River Neva, «The Institution of Sanitary Engineers», L., 1924; Ohlmüller, Über d. Einwirkung d. Ozons auf Bakterien, «Arbeiten aus dem Gesundheitsamt», B., 1891, B. 8; Ohlmüller u. Prall, Die Behandlung d. Trinkwassers mit Ozon, ibid., 1902, B. 18; Erlwein G., Trinkwasserreinigung durch Ozon, «Fortschritte d. naturwissenschaftlichen Forschung», Berlin, 1914, B. 10, H. 5; Erlwein G., Einzelanlagen zur Sterilisation von Trink- u. Industriewasser durch Ozon, «Gesundheit», Berlin, 1906 u. «Gesundheitsingenieur», München, 1906; Kisskalt, Bericht u. die Versuche zur Reinigung d. Pregelwassers mittels Alaun und Ozon, Königsberg, 1914; «Annales de l'institut Pasteur», P., 1895; «Engineering News», N. Y., 1908, 1919; «Ztschr. für Hygiene und Infektionskrankheiten», Berlin, 1903, B. 42; «Revue d'Hygiène», P., 1909; «Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentliche Gesundheitspflege», Braunschweig, 1909; «La technique sanitaire et municipale, P., 1906, *64*, *69*; «Wasser u. Abwasser», Berlin, 1909, 1910; «Der Gesundheitsingenieur», München, 1900—1903, 1906, 1908, 1909, 1911, 1913; «Arbeiten d. Königl. Gesundheitsamts», B., 1892, 1902; «Schillings Journ. f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung», München, 1897, 1899, 1901, 1902, 1906, 1907, 1912; «GC», 1906, 1908—1910; «Zeitschrif d. Öst. Arch. u. Ing. Vereins», W., 1901, 1911; «Dingler's polytechnisches Journal», B., 1909; «Ztschr. d. VDI», Berlin, 1900, 1906; «Der städtische Tiefbau», Karlsruhe, 1913.

С. Брилинг.

ОЗОНИРОВАНИЕ воздуха, см. *Озон*.

ОКАЛИНА, окисел, образующийся на поверхности раскаленного железа, обрабатываемого (напр. под молотом или в прокатных валках) при доступе воздуха. Химич. состав О. не постоянен: при сравнительно низкой $t°$ (темнокрасного каления) на поверхности металла получается слой окисла красно-бурого цвета, содержащий больше кислорода, чем требуется ф-лой Fe_3O_4; при яркокрасном калении получается окисел темносерого цвета, содержащий во внутренних частях меньше кислорода, чем магнитная окись. Собираемая в заводах окалина от прокатных валков и от молотов содержит примесь золы и песка.

ОКИСЛЕНИЕ (в узком смысле слова), химич. реакция, заключающаяся или в присоединении к данному веществу кислорода, или в замене водорода кислородом, или же в отнятии от окисляющегося тела водорода (дегидрирование). В широком смысле слова под О. понимают процессы, связанные с увеличением степени валентности атома (или иона) относительно отрицательных элементов или с возрастанием его валентности относительно положительных элементов. Так как то и другое свойство приобретается нейтральным элементом или телом в результате отнятия от него отрицательных электрич. зарядов (электронов), то очевидно, что под О. в широком смысле надо понимать процесс, при к-ром окисляющееся тело (атом, ион) лишается одного или нескольких электронов. С этой точки зрения железо в $FeCl_2$ при переходе в $FeCl_3$, мышьяк в As_2S_3 при переходе в As_2S_5, кальций при переходе в Ca_3N_2, сера в SO_2 при переходе в SO_3 или сера в SH_2 при переходе в элементарную серу подвергаются О.:

$$Fe^{\cdot\cdot}Cl_2 \xrightarrow{+Cl_2} Fe^{\cdot\cdot\cdot}Cl_3;\quad As_2^{III}S_3 \xrightarrow{+S} As_2^{V}S_5;\quad Ca \xrightarrow{+N_2} Ca_3^{\cdot\cdot}N_2;$$

$$SO_2^{IV} \xrightarrow{+O_2} SO_3^{VI};\quad S''H_2 \xrightarrow{-H_2} S;\quad Cl'Au \xrightarrow{\text{нагревание}} Cl.$$

Вместе с тем очевидно, что всякому О. всегда сопутствует одновременный обратный процесс—восстановление, т. к. отрицательный заряд, который отдает окисляющееся тело, должен восприниматься другим телом, которое при этом восстанавливается, напр. при реакции

$$2FeCl_2 + Cl_2 = 2FeCl_3$$

железо окисляется, а хлор восстанавливается. Если эту реакцию и называют окислением, то это значит, что в центре внимания (по соображениям практического характера) находится железо, а хлор отступает на задний план.

Если способность тел окисляться или восстанавливаться обусловливается их сродством к электрич. заряду (см. *Валентность*), а относительной мерой этого сродства различных элементов могут служить ряды напряжений (см. *Потенциал*), то и для характеристики силы окислителей или восстановителей можно составить подобный ряд. Однако каждая реакция, при к-рой имеет место перенос электрич. заряда, т. е. при к-рой протекает окислительно-восстановительный процесс, составляется из двух отдельных частей, из к-рых каждой соответствует свой определенный электрич. потенциал. Поэтому измерение электродвижущей силы этих процессов, которые всегда представляют собой сумму двух слагаемых, не может характеризовать каждое слагаемое в отдельности. Если же в качестве окисляющегося компо-

нента брать всегда одно и то же тело или пользоваться одной и той же восстановительной системой, напр. водородным электродом (платиновый электрод, погруженный в норм. раствор $H^{\cdot}$-ионов), то одно из слагаемых—восстановитель—является постоянным и, следовательно наблюдаемое изменение процесса характеризует другое слагаемое—окислитель. В этом случае измерение электродвижущей силы цепи: $H^{\cdot}$-электрод—электролит—окислитель дает тем высший потенциал, чем больше окислительная сила данного окислителя. Очевидно, что водородный электрод относительно некоторых тел будет играть роль отрицательного полюса. В этом случае он является окислителем, т. е. на нем нейтральный атом водорода не переводится в положительный ион, а, наоборот, ионы водорода разряжаются, т. е. восстанавливаются. В окислительно-восстановительных рядах, так же как и в рядах напряжений, водород занимает промежуточное положение. Ниже приведены отдельные потенциалы на платинированном электроде относительно водородного электрода (концентрация 0,2 мол. в 1 *л*):

$SnCl_2$ в KOH	−0,861	$FeSO_4$ в H_2SO_4	+0,234
Na_2S	−0,651	$K_2Cr_2O_7$	+0,502
Гидроксиламин в KOH	−0,616	KNO_3	+0,577
J_2 в KJ	−0,328	Cl_2 в KOH	+0,626
Водород в HCl	−0,311	$FeCl_3$	+0,673
J_2 в KOH	−0,070	HNO_3	+0,697
$SnCl_2$ в HCl	−0,064	$HClO_4$	+0,707
$NaHPO_2$	−0,044	$H_2Cr_2O_7$	+0,837
$CuCl_2$	+0,000	$HClO_3$	+0,856
$FeSO_4$ (нейтральный)	+0,073	Br_2 в KBr	+0,865
Гидроксиламин	+0,076	KJO_3	+0,929
H_2SO_3	+0,158	MnO_2 в KCl	+1,068
		Cl_2 в KCl	+1,106
		$KMnO_4$	+1,203

Приведенные различные соединения расположены в ряд по величине их отдельных потенциалов, начиная с сильнейшего восстановителя (отрицательная величина потенциала) и кончая сильнейшим окислителем, что дает представление об относительной окислительно-восстановительной способности этих соединений. Каждое соединение, находящееся в этом ряду, обладает способностью окислять все стоящие над ним соединения и, наоборот, восстанавливать все вещества, находящиеся под ним. Можно также видеть, что соединения обладают различной окислительной силой в зависимости от среды, в которой они находятся, напр. Cl_2 в растворе KCl обладает большей окислительной способностью, чем Cl_2 в щелочной среде; $SnCl_2$ в солянокислом растворе представляет собой более слабый восстановитель, чем $SnCl_2$ в щелочном растворе, и т. д.

О. играет огромную роль в живой и мертвой природе. Все живые существа, находясь постоянно в атмосфере кислорода (воздуха), черпают энергию, необходимую для выполнения их жизненных функций, из пищевых веществ, сжигая последние посредством кислорода. В основе важнейших биологич. процессов (дыхание, усвоение CO_2 растениями, обмен веществ и т. д.) лежат явления окислительного характера. Значение О. в технике чрезвычайно велико. Горение, являющееся наиболее распространенным видом О., представляет собой важнейший способ получения энергии, необходимой для достижения разнообразнейших технич. целей. Решение проблемы рационального использования различных видов топлива связано с изучением окислительных процессов. В химической промышленности методами О. широко пользуются для получения многочисленных и разнообразных продуктов. Поэтому вопросам О. как в направлении изучения самой природы явления, так и в направлении разработки методов О. для получения ценных промышленных продуктов всегда посвящалось исключительное внимание.

Типы окислительных процессов. Некоторые вещества, как напр. ненасыщенные углеводороды, альдегиды, фосфор, сульфиты, щелочные металлы и ряд других минеральных и органич. веществ, обладают способностью соединяться с кислородом с заметной скоростью при обычных условиях. Этот тип окислительного процесса носит название медленного сгорания или самопроизвольного О. в отличие от быстрого сгорания или вынужденного О., протекающего только в случае сообщения окисляющемуся телу некоторого количества энергии в виде тепла, электричества и т. п. Принципиальной разницы между этими двумя видами О. нет, и деление вызывается формальными причинами, т. к. большее число наблюдений и основные выводы были сделаны при изучении процессов медленного сгорания, доступных исследованию в большей степени, чем явления быстрого сгорания. Изучению окислительных процессов было посвящено большое число крупных работ Шенбейна, Клаузиуса, Вант-Гоффа, Гоппе-Зейлера, Траубе, Баха, Энглера, Виланда, Муре, Байера, Бекстрома, Бруннера, Льюиса и многих других исследователей. Понимание механизма окислительных процессов неразрывно связано с представлением об «активации» молекулярного кислорода. Процесс «активации» по Баху и Энглеру заключается в том, что окисляющееся тело, обладающее избытком свободной энергии, способно присоединять молекулу кислорода и образовывать *перекиси* (см.). Эти перекиси содержат половину присоединенного кислорода в слабо связанной—активной—форме и потому легко уступают ее другим телам. Этим объясняется часто наблюдаемый факт, что нек-рые вещества, сами по себе не окисляющиеся кислородом, окисляются, если они находятся в системе, в к-рой самопроизвольно протекает другая окислительная реакция. Так напр., иод выделяется из KJ, мышьяковистая к-та окисляется в мышьяковую, индиго обесцвечивается только в том случае, если О. кислородом одновременно подвергается и скипидар. В отсутствии скипидара или другого вещества, способного самопроизвольно окисляться, эти тела вполне устойчивы относительно кислорода. Первое тело, самопроизвольно окисляющееся, Энглер называет а в т о о к с и д а т о р о м (*A*), а другое—трудно окисляемое, но способное принимать на себя половину кислорода, первично присоединенного телом *A*,—а к ц е п т о р о м (*B*). Весь процесс О., называемый Энглером *автоокислением* (см.), слагается из следующих двух реакций:

I. $A + O_2 = AO_2$ (перекись),

II. $AO_2 + B = AO + BO$.

В нек-рых случаях, если в системе не присутствует постороннее тело *B*, первично образованная перекись AO_2 может окислять другую молекулу тела *A*:

$$AO_2 + A = 2\,AO.$$

По этой схеме напр. происходит медленное сгорание водорода in statu nascendi (Бах):

$$H_2 + O_2 = H_2O_2,$$
$$H_2O_2 + H_2 = 2\,H_2O.$$

Вместе с тем еще Траубе установил, что нек-рые реакции, совершающиеся в присутствии воды и воздуха, протекают за счет разложения воды с образованием перекиси водорода (гидролитич. О.), напр. О. кислородом металлич. цинка количественно протекает по схеме:

$$Zn + \begin{matrix} OH\ H \\ OH\ H \end{matrix} + \begin{matrix} O \\ O \end{matrix} = Zn(OH)_2 + H_2O_2.$$

Энглер различает три типа автоокислительных процессов. 1) Образование перекиси, устойчивой в отсутствии воды, например О. триэтилфосфина:

$$(C_2H_5)_3P + O_2 \rightarrow (C_2H_5)_3PO_2;$$

перекись триэтилфосфина водой разрушается с выделением кислорода и образованием окиси фосфина:

$$(C_2H_5)_3PO_2 \rightarrow (C_2H_5)_3PO + O.$$

2) Молекулярный кислород сначала соединяется с автооксидатором в промежуточный комплекс, при распаде к-рого в дальнейшем образуется перекись водорода, а регенерированный автооксидатор в свою очередь может соединяться с молекулярным кислородом в перекись. Пример: О. в присутствии водородистого палладия:

$$Pd(H)_x + O_2 \rightarrow PdO_2(H)_x \rightarrow H_2O_2 + Pd.$$

3) Процесс протекает аналогично 2-му, с той только разницей, что автооксидатор не регенерируется и в дальнейшем не способен реагировать с кислородом, например О. влажной окиси бария:

$$Ba\begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix} + \begin{matrix} O \\ O \end{matrix} = BaO_2 + H_2O_2.$$

Кроме этих трех типов реакций, по Энглеру, существует еще вид окислительных процессов, к-рые он называет **косвенным автоокислением**. Здесь первый этап реакции протекает за счет гидроксила воды, а освобождающийся водород в атомной форме реагирует с молекулярным кислородом, образуя перекись водорода, к-рая в дальнейшем действует как окислитель; так напр., происходит О. гидрата закиси железа:

$$Fe(OH)_2 + HOH = Fe(OH)_3 + H,$$
$$2H + O_2 = H_2O_2.$$

Косвенное автоокисление особенно тщательно было изучено на образовании перкарбоната церия, получающегося при О. воздухом щелочных растворов солей церия в присутствии карбоната калия. Этот процесс протекает по схеме:

I. $$Ce_2(CO_3)_2 + 2H_2O = Ce_2(CO_3)_2\begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix} + 2H.$$

II. $$2H + O_2 = H_2O_2.$$

III. $$Ce_2(CO_3)_2\begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix} + \begin{matrix} HOOH \\ HOOH \end{matrix} =$$

$$= 2H_2O + Ce_2(CO_3)_2\begin{matrix} OOH \\ OOH \end{matrix} \xrightarrow{-H_2O} Ce_2(CO_3)_2\begin{matrix} O \\ O \end{matrix}$$

перкарбонат церия

Если в реакции присутствует акцептор для активного кислорода, напр. мышьяковистая кислота, то последняя окисляется промежуточно образующейся перекисью водорода в мышьяковую кислоту; тогда персоли не образуется.

Виланд на основании изучения окислительных процессов, протекающих в присутствии воды, пришел к выводам, значительно отличающимся от представлений Баха-Энглера. Основное отличие взглядов Виланда от теории Баха-Энглера заключается в том, что причиной О., протекающего в присутствии воды, по мнению Виланда, является не активирование кислорода, а активирование водорода. Поэтому Виланд рассматривает О. как частный случай дегидрирования. Свои выводы он основывает гл. обр. на наблюдениях над каталитич. гидрированием в присутствии палладия. Он показал, что гидрирование является обратимым процессом:

$$\text{хинон} \underset{}{\overset{PdH}{\rightleftarrows}} \text{гидрохинон}.$$

Положение равновесия определяется энергетич. особенностями прямой и обратной реакций: если гидрирование является эндотермич. процессом, то преимущественно образуется продукт О. (дегидрирование), если же оно протекает экзотермично, то преобладает прямая реакция—восстановление (гидрирование). Прямой процесс (гидрирование) осуществляется так, что сначала к гидрируемому телу (A) присоединяется PdH, образуя с ним малоустойчивый промежуточный комплекс, распадающийся в дальнейшем на Pd и восстановленное вещество (AH); О., наоборот, начинается с образования промежуточного продукта из палладия и окисляемого вещества (AH), который впоследствии распадается на водородистый палладий и продукт окисления (A):

$$A + PdH \rightarrow APdH \rightarrow AH + Pd \quad \text{(гидрирование)},$$
$$AH + Pd \rightarrow APdH \rightarrow A + PdH \quad \text{(окисление)}.$$

Так напр., этиловый спирт в отсутствии воздуха, с палладием, полностью освобожденным от кислорода, образует альдегид:

$$CH_3 \cdot CH_2OH + Pd \rightarrow CH_3 \cdot CHO + PdH.$$

Если этот процесс вести в присутствии кислорода, являющегося акцептором для водорода, то последний сгорает в воду, палладий же регенерируется и действует как окислительный катализатор. Аналогично палладию действует платина. Т. о., по Виланду, каталитическое влияние платиновых металлов заключается не в промежуточном образовании перекисных соединений, но в образовании промежуточного гидрида; катализаторы активируют не кислород, а водород. В этом же смысле Виланд истолковывает многочисленные реакции контактного окисления, напр. контактное окисление SO_2 в SO_3 заключается в том, что SO_2 с водой связывается в H_2SO_3, которая на катализаторе распадается на SO_3 и H_2, сгорающий в присутствии кислорода в воду. Этим объясняется, что процесс О. неосуществим с совершенно сухими газами, так как образование H_2SO_3 (гидратация SO_2) является здесь необходимой предпосылкой. Аналогичным путем происходит О. окиси углерода: известно, что влажная окись углерода на холоду в присутствии палладия окисляется в CO_2, причем в качестве промежуточного вещества образу-

ется муравьиная кислота, которая в дальнейшем распадается на H_2 и CO_2:

$$CO + H_2O = HCOOH; \quad HCOOH + 2Pd = CO_2 + 2PdH.$$

Теория Виланда, удовлетворительно объясняющая процессы каталитического О. органич. веществ, напр. контактное О. спиртов, не дает исчерпывающего ответа на вопрос о механизме окислительных процессов вообще. Совершенно несомненно, что во всех случаях самопроизвольного О. образуются перекиси, к-рые являются первичными устойчивыми веществами и служат источниками распространения окислительного действия. Так, О. альдегидов, с заметной скоростью протекающее под влиянием молекулярного кислорода, проходит через стадию образования ацильных перекисей. О. ненасыщенных углеводородов проходит через стадию образования продуктов присоединения, обладающих перекисной природой. Вполне вероятно, что О. насыщенных углеводородов также связано с образованием перекисных соединений.

В конечном счете вопрос о механизме окислительных процессов м. б. решен не той или другой формальной теорией, не установлением б. или м. удачной схемы, а выяснением общей проблемы о природе химич. реакций вообще. Особенностью окислительных реакций, отличающей их от большей части других реакций, помимо их широкого распространения и важной роли в природе, является их сильная экзотермичность. Новейшими исследованиями в области химич. кинетики газообразных систем было установлено, что— в противоположность процессам, протекающим с незначительным тепловым эффектом и потому требующим постоянной доставки новых порций энергии, необходимых для активации отдельных элементарных реакций общего процесса,—сильно экзотермические реакции состоят из элементарных процессов, дающих продукты с запасом энергии, вполне достаточным для активации новых молекул реагирующих веществ (цепные реакции). При этом источником активации могут служить не только прямые звенья окислительной цепи, но и промежуточно образованные перекисные соединения (мольокиси), заключающие в себе значительные запасы энергии. Иллюстрацией такой «разветвленной» активации может служить следующая схема, в которой в скобки заключено тело, находящееся в активном состоянии:

$$\begin{aligned} &[A] + O_2 = [AO_2] \\ &[AO_2] + A = AO_2 + [A] \\ &AO_2 + A = AO + [AO] \\ &[AO] + A = AO + [A] \end{aligned}$$

Методы О. Обширная область технич. О. в зависимости от применяемых методов м. б. разделена на три группы: 1) каталитическое (контактное) О., 2) химическое О. и 3) электролитическое О.

Каталитическое (контактное) О. Получение ценных химич. продуктов из малоценных путем контактного О. является одной из распространенных операций химич. техники. В технологии минеральных веществ наиболее важными областями применения контактных методов являются получение серной к-ты из смесей воздуха и сернистого газа и окисление аммиака в азотную к-ту. Многие способы очистки газов, предназначающихся для контактного синтеза, от веществ, отравляющих катализаторы, основаны на О. Наиболее актуальным вопросом контактной промышленности является вопрос об очистке газов от сероводорода и сернистых соединений. Для этого современной промышленностью применяются способы, основанные на реакции

$$2H_2S + O_2 = 2H_2O + 2S,$$

проводимой в присутствии различных катализаторов, гл. обр. активированного угля (см. *Сера*). В органич. промышленности каталитическое О. применяется весьма часто, г. о. для получения альдегидов, кислот и ряда других соединений. Помимо расширения области применения существующих методов перед современной промышленностью становится новая обширная проблема рационального использования продуктов переработки нефти, каменных и бурых углей, торфа и других видов газообразного, жидкого и твердого топлива, разрешение к-рой намечается по линии разработки каталитич. методов, в частности—методов контактного О. Для выполнения О. пользуются различными катализаторами, гл. обр. окислами металлов и солями, применяемыми либо в виде индивидуальных химич. соединений либо в виде б. или м. сложных смесей из различных веществ (о смешанных катализаторах см. *Катализ*). Этими катализаторами являются окислы Cr, W, V, Fe, U, Cu, Ag, Co, Ni, Pb, Mn, Ce, Ti, Bi и Mo; далее следует упомянуть металлы платиновой группы Rh, Ir, Pt, Pd, Os, а также Au. Нек-рые соединения металлоидов являются активными переносчиками кислорода, например окислы азота, к-рыми давно пользуются для О. сернистого газа в серную к-ту, а в последнее время стали применять для выполнения ряда органич. О. О. ароматич. углеводородов в настоящее время проводится в широких заводских масштабах с целью получения бензальдегида, бензойной, малеиновой, фталевой кислот и антрахинона. Катализ протекает в парообразной фазе преимущественно в присутствии V_2O_5, MoO_3, молибдатов или ванадатов железа и висмута, а также солей борной или фосфорной к-т. Алифатич. углеводороды также служат исходным продуктом для получения ряда ценных продуктов путем каталитич. О.; приготовление жирных к-т из парафиновых углеводородов, конверсия метана с целью получения водорода являются достижениями самого последнего времени. Контактное О. спиртов широко применяется для получения формальдегида, ацетальдегида, альдегида масляной к-ты; О. выполняется при помощи воздуха в присутствии Cu, Ag или их сплавов с другими металлами, а также V_2O_5, $UO_2 + MoO_3$. Для получения этих продуктов методом дегидрогенизации, применяют Ni, Cu, латунь и т. д. О. альдегидов ведется преимущественно в жидкой фазе, хотя существует ряд патентов, описывающих способы парообразного окисления. Применением солей Mn (ацетатов, бутиратов, стеаратов и т. д.) или окислов V, U и Fe в качестве катализаторов достигает-

ся получение уксусной, масляной, кротоновой кислот из соответствующих альдегидов.

При выполнении каталитич. О. в парообразной фазе следует обращать внимание на то, что реакционный газ представляет собой взрывчатую смесь, и потому никогда не надо вести процесс выше той $t°$, при к-рой достигается самовоспламенение смеси. Наиболее серьезные затруднения при технич. осуществлении контактного О. вызываются высокими термич. эффектами, которыми обычно сопровождаются окислительные реакции. Большое выделение тепла в результате реакции вызывает разогревание контактной массы, что в свою очередь ведет к нежелательному изменению направления процесса—к побочным реакциям, полному сгоранию до CO_2 и т. д. В виду того что эти вторичные процессы также сильно экзотермичны, то небольшое повышение $t°$ часто вызывает быстрое накопление теплоты внутри контактной массы, радикально изменяющее направление процесса. Поэтому быстрое отведение избыточного тепла из реакционной системы является необходимым условием успешного проведения окислительного процесса. Существование нижнего $t°$-ного предела, ниже которого реакция вообще не происходит, заставило для проведения окислительных реакций искать специальных конструкций, удовлетворяющих поставленным требованиям. Наиболее удачным разрешением этой конструктивной задачи являются ртутные контактные аппараты. Общая идея их заключается в превращении избыточного тепла реакции в скрытую теплоту испарения ртути. Ртутные аппараты состоят из двух разделенных металлич. стенками систем, из к-рых одна (обычно ряд труб) заключает в себе контактную массу и служит реакционным пространством, а в другой находится ртуть. Развивающаяся теплота реакции приводит в состояние кипения ртуть, пары к-рой, сгущаясь в конденсаторе, поступают обратно в сосуд. Задавая над ртутью определенное давление (азотом), можно устанавливать любую $t°$, к-рая в течение всего процесса автоматически держится на определенном (отвечающем $t°_{кип.}$ ртути при данном давлении) постоянном уровне.

Химические методы О. Различают методы прямого О., представляющие наиболее распространенное явление, и методы косвенного О., к-рые применяются довольно редко (напр. получение бензальдегида из толуола через бензальхлорид). О. выполняется при помощи окислителей, представляющих собой соли, к-ты и органич. соединения. По способам применения окислители делят на нейтральные, щелочные и кислые.

К нейтральным окислителям относятся следующие: 1) Озон, O_3, с ненасыщенными органич. соединениями образует озониды, распадающиеся при нагревании с водой на альдегиды и кетоны. 2) Окись свинца, PbO, применяется для получения некоторых красителей, напр. антрафлавона G из β-метилантрахинона, а также для перевода цианистого калия в цианат. Окисление происходит при относительно высоких $t°$, поэтому применение PbO ограничено. 3) Хлорная медь, $CuCl_2$, служит в качестве окислителя в производстве метилвиолета. 4) Нитробензол и нитротолуол применяются как окислители в производствах синтетич. красителей, напр. при приготовлении фуксина. Нитробензол служит окислителем в синтезе хинолина, по Скраупу, для получения многих красителей ализариновой группы, в производстве нигрозина. 5) Нитрозодиметиланилин служит окислителем при получении *n*-диметиламинобензальдегида из диметиланилина и формальдегида.

К кислым окислителям относятся нижеследующие. 1) Хромовая к-та является важнейшим кислым окислителем. Вместо свободной к-ты обычно пользуются смесью хроматов калия или натрия с серной к-той: раствор 60 ч. $K_2Cr_2O_7$ в 80 ч. конц. H_2SO_4 и 270 ч. воды (смесь Бекмана) или раствор 60 ч. $Na_2Cr_2O_7$ в том же количестве H_2SO_4 и воды (смесь Китона). Т. к. 2 мол. хромовой к-ты при переходе в Cr_2O_3 отдают 3 атома кислорода, то 100 ч. вышеуказанных растворов содержат ок. 24 ч. активного кислорода. Отработанные растворы, содержащие Cr_2O_3, электролитически окисляют, причем регенерируется хромовая к-та. Последняя в технике применяется для получения кетонов и альдегидов: камфоры из камфена, антрахинона из антрацена, фенантренхинона из фенантрена, флуоренона из флуорена, хинона из анилина и т. д. При синтезе красителей ею пользуются для приготовления анилиновой черной, метиленовой сини, индофенолов, ряда азиновых красителей и др. В производстве душистых веществ она находит применение для получения альдегидов: анисового альдегида из анизола, гелиотропина из изосафрола, а также—ванилина и ментона (из ментола). 2) Азотная к-та применяется в технике в качестве окислителя сравнительно редко вследствие высокой цены и способности наряду с О. оказывать нитрующее действие. Ею пользуются для перевода изоборнеола и борнеола в камфору, для приготовления берлинской лазури, для получения β-нафтохинонсульфокислоты из 1-амино-2-нафтол-1-сульфокислоты, для О. винной к-ты в диоксивинную к-ту и в ряде других менее важных отраслей химич. промышленности. 3) Нитрат свинца действует аналогично азотной кислоте. Ранее применялся для приготовления бензальдегида из хлористого бензила; теперь этот способ заменен более рациональными. 4) Азотистая кислота применяется для приготовления некоторых красителей трифенилметанового ряда. 5) Серная к-та и серный ангидрид широко применяются для окисления нафталина во фталевую к-ту. Процесс протекает в присутствии ртути, которая действует как катализатор. Серная к-та при этом восстанавливается в SO_2, который путем контактного окисления м. б. снова превращен в SO_3. Большое значение имеет серная кислота также для получения из антрахинона полиоксисоединений, представляющих собой ценные красители. 6) Сульфомоноперсерная к-та, кислота Каро, в технике не применяется, но представляет отличный окислитель для лабораторной работы (см. *Перекиси*). 7) Персульфат аммония служит для О. *м*-диоксибензойной к-ты в резофлавин W, а также для осветления ра-

стительных масел (см. *Перекиси*). 8) Хлорноватая кислота, $HClO_3$, служит для получения анилиновой черни непосредственно на волокне (в присутствии $CuSO_4$). 9) Мышьяковая к-та применяется в хинолиновом синтезе Скраупа как замена нитробензола и часто дает результаты лучшие, чем последний. Она применялась также в фуксиновом процессе, хотя бо́льшая часть ф-к перешла к работе с нитробензолом, так как в этом случае получаются неядовитые продукты. 10) Перекись марганца, MnO_2, применяется отчасти в осажденной форме, отчасти в виде природного пиролюзита, и представляет собой один из наиболее употребительных окислителей; ею пользуются почти всегда в смеси с серной кислотой для превращения метиловых ($-CH_3$) групп в альдегидные ($-C\begin{smallmatrix}/O\\\backslash H\end{smallmatrix}$). Этим путем осуществляется окисление толуола в бензальдегид, а также получение хлорбензальдегида, нитробензальдегида, анисового альдегида, бензальдегид-*n*-сульфокислоты и бензальдегид-2, 4-дисульфокислоты из соответствующих производных толуола. MnO_2 служит для введения гидроксильных групп в оксиантрахиноны: из ализарина и хинизарина получается пурпурин, из ализаринбордо—ализаринцианин. Посредством MnO_2 осуществляется окисление лейкооснований трифенилметанового ряда. 11) Иногда вместо смеси MnO_2 и серной к-ты выгоднее пользоваться солью $Mn(SO_4)_2$, получаемой электролитическим О. сульфата марганца. Эта соль действует при $t°$ более низких, чем смесь Mn_2O и H_2SO_4. При О. этой солью нитротолуола выход нитробензальдегида получается в два раза больше, нежели при О. смесью MnO_2 и H_2SO_4. 12) Сульфат окиси марганца, $Mn_2(SO_4)_3$, применяется в аммонийных квасцах обычно для тех же целей, как MnO_2 или $Mn(SO_4)_2$. Приготовляется он из $MnSO_4 \cdot {}^1/_2(NH_4)_2SO_4$ путем электролитич. О. в разбавленном растворе серной кислоты. 13) Перекись свинца, PbO_2, в кислых растворах отдает атом кислорода и при этом переходит в окись. Приготовляется из растворимых солей свинца путем осаждения хлорной известью или гипохлоритом натрия. Окисляет тетраметилдиаминодифенилметан в гидрол Михлера. Главное применение PbO_2 — О. лейкооснований трифенилметанового ряда в красители (малахитовая зелень, кристалл-виолет, азозеленый, брильянтовый зеленый, хромовый зеленый, хромовый виолет и многие другие). 14) Хлорное железо, $FeCl_3$, представляет собой слабый окислитель, пригодный для О. гидрохинона в хинон, нафтолов в динафтолы, пирогаллола в гексаоксидифенил. Применяется при изготовлении красителей акридинового ряда.

К щелочным окислителям относятся: 1) Перманганат калия, $KMnO_4$,— важнейший окислитель этого ряда. 2 мол. перманганата отдают 3 атома кислорода:

$$2\,KMnO_4 + H_2O = 2\,KOH + 2\,MnO_2 + 3\,O.$$

Иногда для устранения накопления едкой щелочи, освобождающейся при реакции, в раствор пропускают CO_2 или же прибавляют сульфат магния. Окончание О. обнаруживается по обесцвечиванию раствора. Избыток перманганата устраняют добавлением спирта. Аминогруппы или гидроксил перед О. необходимо предварительно защитить посредством алкилирования или ацетилирования. Предложенные другие соли марганцевой кислоты (натриевая и кальциевая), несмотря на некоторые преимущества перед $KMnO_4$, не нашли себе широкого применения. Перманганатом пользуются при получении сахарина для О. амида *о*-толуолсульфокислоты, далее—при приготовлении сульфонала, трионала и тетронала. Изредка он применяется для О. метильных групп в ароматич. соединениях. 2) Часто О. органических соединений осуществляется сплавлением окисляемого вещества с едкими щелочами. Из резорцина при этом образуется флороглюцин или дирезорцин. Щелочной плав имеет большое значение для приготовления кубовых красителей антрахинонного ряда. Сплавление ведут или только со щелочами или с добавкой к ним других окислителей. Этим путем например получают ализарин из натриевой соли антрахинон-β-сульфокислоты. Получение индантренового синего, флавопурпурина и антрапурпурина осуществляется посредством щелочного плава с добавлением калиевой селитры. Этим способом (вместо селитры добавляют CuO или MnO_2) можно окислять крезолы в оксикислоты, напр. из *о*-крезола с хорошим выходом получается салициловая к-та. 3) Гипохлориты, чаще всего в виде *белильной извести* (см.), широко применяются для отбелки тканей. В синтетич. практике пользуются растворами гипохлорита натрия ($Cl_2 + 2\,NaOH$) для получения из амидов к-т аминов (реакция Гофмана); реакция проводится в широких размерах для приготовления антраниловой к-ты из амида фталевой к-ты. 4) Некоторое практич. значение имеет гипобромит калия, например для окисления коричной к-ты в β-лактон α-оксифенилпропионовой кислоты, действием водяного пара расщепляемый на углекислоту и фенилацетальдегид—душистое вещество, имеющее важное значение в парфюмерии. 5) Железосинеродистокислый калий, $K_3Fe(CN)_6$, в последнее время получил большое значение как окислитель для сероводорода. О применении перекисей и перкислот см. *Перекиси*.

Электролитическое окисление имеет большое значение в технике получения минеральных веществ; получение хроматов, перманганатов, персолей, перекисей водорода и свинца и многих других важных соединений основано на применении этих методов (см. *Электрохимия*). В промышленности, несмотря на большое число попыток применить методы электроокисления к органич. продуктам (окисление спирта в уксусную кислоту, толуола в бензальдегид и бензойную к-ту и т. п.), они до сих пор не имели практич. успеха.

Лит.: Обзоры и теории окислительных процессов: [1] Бах К. Н., Химизм дыхательных процессов, «Ж», т. 44; [2] Engler C. u. Weissberg J., Kritische Studien über die Vorgänge der Autoxydation, Brschw., 1904; [3] Wieland H., «B», 1922, B. 55, p. 3639; «Ergebnisse d. Physiologie», Mch., 1922, B. 20, p. 477; [4] Moureu Ch. et Dufraisse Ch., Considérations sur l'autoxydation, Paris, 1926.—Механизм окислительных процессов: Bäckström H., «Journal of the

American Chemical Society», Easton, Pa., 1927, v. 49, p. 1460; «Transactions of the Faraday Society», L., 1928, v. 24, p. 601; «Meddelanden från K., Vetenkapsakademiens Nobel-Institut», Upsala-Stockholm, 1927, *15*, *16*; Brunner M., «Helvetica chimica acta», Basileae, 1928, B. 11, p. 881, B. 12, p. 295; Berl C., «Ztschr. physik. Chem.» (A), Lpz., 1928, v. 139, p. 453, 1929, v. 154, p. 161; Bandisch O., «B», 1929, B. 62, p. 2699.—Методы окисления: Houben-Weyl, Die Methoden d. org. Chemie, 3 Aufl., B. 2, Lpz., 1925; Ullm. Enz., B. 8, p. 625.—Каталитическое окисление: Rideal E. K. a. Taylor H. S., Catalysis in Theorie a. Practice, p. 158—277, L., 1926; Brückner H., Katalytische Reaktionen in d. org.-chem. Industrie, p. 61—116, Dresden—Lpz., 1930; Houben-Weyl, Die Methoden d. org. Chemie, 3 Aufl., B. 2, Lpz., 1925. **С. Медведев.**

ОКИСЬ УГЛЕРОДА, CO, в обычных условиях газ, не обладающий цветом, запахом и вкусом. Как показывает химическая ф-ла, молекула О. у. состоит из двух атомов: одного углерода и одного кислорода. Классич. теория *валентности* (см.) до сих пор не дала удовлетворительного ответа на природу химич. связи между этими атомами. Если принять валентность углерода нормальной, то следует считать кислород в молекуле О. у. четырехвалентным, в противном случае нужно признать углерод в этой молекуле двухвалентным вопреки положению классич. теории; последний взгляд является в настоящее время более распространенным, тем более что он согласуется с химическими свойствами О. у. Впервые О. у. описана в 1776 г. Лассоном, который получил ее при восстановлении окиси цинка углем. О. у. долго причисляли к числу т. н. несжижаемых газов, пока в 1877 г. Кайете не удалось получить ее в жидком виде. Твердая О. у. получена Врублевским в 1885 г. О. у. встречается в свободном состоянии довольно часто: в топочных газах при неполном сгорании топлива, в светильном газе до 10% и в дыме табака. При вулканич. извержениях О. у. содержится в выделяющихся газах; Муассан определил содержание ее там до 2%. Небольшие количества О. у. часто бывают включены в горных породах, в металлическом железе и особенно часто в каменном угле; наконец включения О. у. найдены также в метеоритах.

Физические свойства. По физич. свойствам О. у. повторяет свойства азота. Мол. вес О. у. и N равен 28; такое совпадение свойств обоих газов простирается и на ряд других физич. констант. Средний диаметр молекулы О. у. равен $3{,}76 \cdot 10^{-8}$ *см*; средняя длина пробега при нормальных условиях $5{,}8 \cdot 10^{-6}$ *см*; частота столкновений при нормальных условиях $4\,800 \cdot 10^{6}$ в ск.; средняя арифметич. скорость молекулы = 454 *м/ск*. Константы Ван-дер-Ваальса: a = 1 064 и b = 0,061. Плотность О. у. по отношению к воздуху при 0° и 760 *мм* давления составляет 0,9673. 1 *л* О. у. при нормальных условиях весит 1,2506 *г*; 1 *кг* О. у. занимает при нормальных условиях объем в 800 *л*. Коэффициент расширения, как у идеальных газов, равен 0,0036667. Коэф. диффузии О. у. в другие газы при 0°, выраженные в *см*³/*ск*, составляют: в водород — 0,6488, в кислород—0,2312, в этилен—0,101; при повышенных температурах (600—800°) О. у. диффундирует через обычное стекло и железо. Вязкость О. у. при 0° составляет 0,0001630, при 20° составляет 0,0001840. Сжимаемость О. у., а также отклонение ее от закона Бойля-Мариотта видны из следующих данных (по Наттереру).

Давление в *atm* . .	77	408	515	1 133	2 790
$\frac{p_0 v_0}{pv}$	1,000	0,900	0,810	0,500	0,261

Растворимость О. у. в воде (по объему) при разных температурах характеризуется следующими цифрами:

0°	10°	20°
0,032874	0,026353	0,023110

Спирт растворяет О. у. примерно в 10 раз больше воды. При температурах 0—25° один объем спирта растворяет 0,20443 объема О. у. Практич. значение имеет большая растворимость О. у. (особенно под давлением) в растворах хлористой меди, солянокислом и аммиачном; $t°_{крит.}$ О. у. 139,5°, критическое давление 35,5 *atm*; критическая плотность 0,3110; степень полимеризации в критич. состоянии (Мюллер) составляет 1,328; $t°_{кип.}$ жидкой О. у. под нормальным давлением −190°. Поверхностное натяжение жидкой О. у. при −193° составляет ~ 8,2 D/*см* и при −203° ~ 10,53 D/*см*; при еще более глубоком охлаждении О. у. превращается в твердое снегоподобное вещество с $t°_{пл.}$ −207°. Твердая О. у. бывает в двух модификациях с $t°$ перехода при −213° и теплотой перехода модификации α в модификацию β, равной 144 cal на моль (Эйкен):

$$CO_{газ} \overset{-190°}{\rightleftarrows} CO_{ж.} \overset{-207°}{\rightleftarrows} CO_{тв.\,\beta} \overset{-213°}{\rightleftarrows} CO_{тв.\,\alpha}$$

Молекулярная теплота плавления твердой О. у. составляет 224 cal, а молекулярная теплота испарения жидкой О. у. равна 1 414 cal. Плотность жидкой О. у. $D_4^{-184} = 0{,}7676$. Уд. теплоемкость газообразной окиси углерода при $t°$ 23—99° составляет 0,2479 при постоянном давлении и 0,2399 при постоянном объеме. Теплопроводность О. у. при 0° и нормальном давлении составляет 0,000053. Теплота образования О. у. из элементов составляет 29 000 cal на *г*-мол. Теплота сгорания при постоянном давлении равна 67 700 cal на *г*-мол. Молекулярная энтропия при 25° составляет 45,6 cal на градус. Химич. константа равна 1,205 (Партингтон). Диэлектрич. постоянная О. у. при 0° и нормальном давлении равна 1,000695. Электрич. момент О. у. равен $(0{,}1180 \pm 0{,}0016) \cdot 10^{-18}$. В качестве потенциалов ионизации О. у. указываются следующие: 10,1; 14,1; 15,6 V. Рефракция О. у. для разных лучей:

Длина волны, λ . .	334,2 $\mu\mu$	546,2 $\mu\mu$	867,8 $\mu\mu$
Рефракция	1,0003442	1,0003361	1,00033255

Дисперсия О. у. равна 0,0075.

Химические свойства. О. у. способна к ряду реакций присоединения. Так, с кислородом она соединяется очень жадно (иногда со взрывом), давая углекислоту. Непосредственное соединение О. у. с кислородом при обыкновенной $t°$ не протекает, но м. б. вызвано соответствующим катализатором, напр. *гопкалитом* (см.). Пламя горящей О. у.—характерного синего цвета. О. у. соединяется с серой (парообразной), давая сероокись углерода COS. Смесь хлора и О. у. в темноте не изменяется, но воздействие света либо катализатора (активный уголь) ведет к интенсивному образованию фосгена

$COCl_2$. О. у. соединяется подобно водороду с некоторыми металлами, давая т. наз. карбонилы (см. ниже). Вследствие большого сродства к кислороду О. у. является, особенно при повышенной $t°$ сильным восстановителем. Нек-рые окиси металлов, напр. окись меди, а также соединения серебра, палладия и др. восстанавливаются О. у. до металла. При высокой $t°$ О. у. отнимает кислород от воды по ур-ию:

$$CO + H_2O \rightleftarrows CO_2 + H_2.$$

Эта реакция используется в технике для получения водорода; она обратима, и константа (K) ее равновесия в значительной степени зависит от $t°$, как это видно из приводимых данных:

$t°$	K	$t°$	K	$t°$	K
786	0,81	1 105	1,68	1 205	2,10
886	1,19	1 086	1,95	1 405	2,49
986	1,54				

О. у. непосредственно соединяется с едкими щелочами и алкоголятами; реакции эти применяются в технике. С едким натром (особенно легко под давлением) образуется муравьинокислый натрий:

$$CO + NaOH = HCOONa,$$

из к-рого м. б. получена свободная муравьиная к-та. С алкоголятами образуются соли высших к-т—уксуснокислый и пропионовокислый натрий:

$$CO + CH_3ONa = CH_3{\cdot}COONa,$$
$$CO + C_2H_5ONa = C_2H_5{\cdot}COONa.$$

Аналогично реакции с едкими щелочами О. у. реагирует с гидратом окиси кальция и с карбидом кальция:

$$Ca(OH)_2 + CO = CaCO_3 + H_2,$$
$$CaC_2 + 3CO = CaCO_3 + 4C.$$

Последние две реакции иногда применяются для удаления О. у. из технич. газов, напр. при получении чистого водорода из водяного газа. О. у. в присутствии различных катализаторов и при повышенной $t°$ может реагировать с аммиаком, причем, в зависимости от характера выбранного катализатора, реакция идет в том или другом направлении. Так, над платиной образуется изоциановокислый аммоний, изомеризующийся частично в мочевину:

$$CO + 2NH_3 = H_2 + CONNH_4 \rightleftarrows CO(NH_2)_2.$$

Над рядом дегидратирующих катализаторов образуется цианистый аммоний и вода (Мель, Годон, Бредиг и др.):

$$CO + 2NH_3 = NH_4CN + H_2O.$$

Последняя реакция находит в новейшее время техническое применение и на ее основе заявлено много патентов (фирма I. G. и др.). При нагревании О. у. с аммиаком под увеличенным давлением (до 100 *atm*) в присутствии катализаторов образуется формамид

$$CO + NH_3 = HCONH_2,$$

легко с отщеплением воды переходящий в синильную к-ту:

$$HCONH_2 - H_2O = HCN.$$

Получение синильной кислоты по этому последнему пути также рекомендуется многими патентами (Ламбилли, Гольд-Зильберс, Анштальс и др.). Если под увеличенным давлением нагревать смесь О. у. с аммиаком в присутствии водяного пара, то образуется муравьинокислый аммоний:

$$CO + NH_3 + H_2O = HCOONH_4,$$

также могущий переходить в синильную кислоту:

$$HCOONH_4 - 2H_2O = HCN.$$

Смесь О. у. и водорода непосредственно не реагирует даже при повышенной $t°$, но в присутствии катализаторов реакция между ними протекает уже при сравнительно небольшом нагревании (200—300°), причем, в зависимости от условий проведения реакции (давление, $t°$ и пр.) и особенно в зависимости от природы и строения взятого катализатора, направление реакции и конечные продукты ее варьируют очень широко. При нормальном давлении на металлическом никеле при 250—350° единственными продуктами реакции являются метан и вода (Сабатье, Шуфтан):

$$CO + 3H_2 = CH_4 + H_2O.$$

На железном катализаторе с примесью окисей щелочных металлов в присутствии большого избытка водорода и под небольшим давлением (до 10 *atm*) протекает процесс одновременного гидрирования и конденсации О. у., так что в продуктах реакции можно найти углеводороды парафинового ряда с числом углеродных атомов в молекуле до 70 и выше (Ф. Фишер и Тропш). При меньшем избытке водорода и более значительном давлении (до 100 *atm* и выше), на ряде смешанных катализаторов в продуктах гидрирования О. у. содержится много горючих кислородсодержащих соединений кетонного и спиртового ряда. Такие продукты, полученные Ф. Фишером, применялись некоторое время в качестве горючего для двигателей внутреннего сгорания под названиями синтол и синтин. При надлежащем катализаторе и при соответствующих условиях, гидрирование О. у. под давлением м. б. проведено так, что продуктом реакции является метиловый спирт:

$$CO + 2H_2 = CH_3OH.$$

Процесс этот в настоящее время осуществлен уже в промышленном масштабе (Патар, BASF, Американская компания по производству растворителей), и синтетический метиловый спирт поступает на рынок в больших количествах под названием метанола (см. *Метиловый алкоголь*). Кроме метанола гидрированием О. у. (иногда в присутствии воды) можно получать и другие ценные органич. соединения, как формальдегид, муравьиную и уксусную к-ты, этиловый и высшие спирты, альдегиды и кетоны. Термически О. у. очень устойчива, при нагревании до 1 200° она не изменяется; только при еще более высоких температурах начинается медленный распад ее на уголь и CO_2. Такой же распад О. у. наблюдается и при более низких температурах—при пропускании через нее электрического разряда, при бомбардировке α-частицами или при действии катализаторов.

Физиологическое действие. О. у. очень ядовита; отравление ею в жилых помещениях известно под именем угара, и сама О. у. в этом смысле часто называется угарным газом; ее же присутствием обусловлена ядовитость светильного, генераторного и водяного газов. Констатировать отравление О. у. легко путем спектроскопич. исследования отравленной крови, к-рая ме-

няет при этом свою нормальную окраску и приобретает несколько резко выраженных спектральных линий. Этот же метод, при пользовании препаратом дефибринированной крови, м. б. с успехом применен для обнаружения присутствия О. у. в воздухе или другом газе.

Аналитическое определение О. у. Для качественного обнаружения О. у. кроме метода спектроскопического исследования крови, насыщенной исследуемым газом, можно воспользоваться сильной восстанавливающей способностью О. у. Исследуемый газ встряхивают с аммиачным раствором хлористой меди, а этот последний взбалтывают с разбавленным раствором хлористого палладия; в случае присутствия О. у. образуется коллоидный раствор или черный осадок металлич. палладия

$$CO + PdCl_2 + H_2O = CO_2 + 2HCl + Pd.$$

Можно взбалтывать исследуемый газ с аммиачным раствором окиси серебра, к-рая при этом также восстанавливается. В последнее время для качественного обнаружения присутствия О. у. в воздухе, употребляется специальный реактив гуламит (пемза, пропитанная раствором J_2O_5 в дымящей серной кислоте), к-рый в случае положительной реакции меняет свою окраску. Для количественного определения окиси углерода употребляются в основном 2 метода: эвдиометрический и метод поглощения. По первому методу исследуемый газ в смеси с кислородом взрывают в специальной бюретке—эвдиометре и затем определяют количество образовавшейся углекислоты. В качестве поглотительной жидкости для определения О. у. берется аммиачный или солянокислый раствор хлористой меди либо раствор закиси меди в серной к-те, иногда с добавкою β-нафтола (реактив Лебо). При взбалтывании испытуемого газа с одним из таких растворов в пипетке Гемпеля или в аппарате Орса О. у. количественно поглощается и содержание ее м. б. определено по изменению объема. Очень небольшие количества О. у. могут быть определены путем пропускания содержащего ее газа над пятиокисью иода (J_2O_5) при темп-ре около 70°, с последующим поглощением образовавшейся CO_2 раствором гидрата окиси бария.

Получение О. у. В лаборатории О. у. удобно получать постепенным приливанием муравьиной кислоты к умеренно нагретой конц. серной кислоте:

$$HCOOH = H_2O + CO.$$

Для очистки выделяющегося газа от примесей его пропускают через промывалки со щелочью и с серной кислотой. Можно получать О. у. нагреванием смеси 1 ч. желтой кровяной соли с 5 ч. конц. серной кислоты:

$$K_4Fe(CN)_6 \cdot 6H_2O + 6H_2SO_4 = \\ = 6CO + 2K_2SO_4 + FeSO_4 + 3(NH_4)_2SO_4.$$

Нагревание хлороформа с едкой щелочью также ведет к образованию окиси углерода по ур-ию:

$$CHCl_3 + 3KOH = CO + 3KCl + 2H_2O.$$

Щавелевая кислота, нагретая с серной, дает равные объемы О. у. и CO_2:

$$(COOH)_2 = H_2O + CO + CO_2.$$

Получение О. у. в технике. Все чаще, особенно в западной технике, О. у. получается при фракционировании сжиженных технич. газов по способу Линде-Франка-Каро [1] (см. *Водород*). Особенно удобным является водяной газ, в к-ром содержится около 40% О. у. Однако широко распространены и методы прямого получения О. у. Для прямого получения б. или м. чистой О. у. пользуются способностью углекислого газа при повышенной $t°$ реагировать с углем по реакции:

$$CO_2 + C \rightleftarrows 2CO \quad -39\,000 \text{ cal.}$$

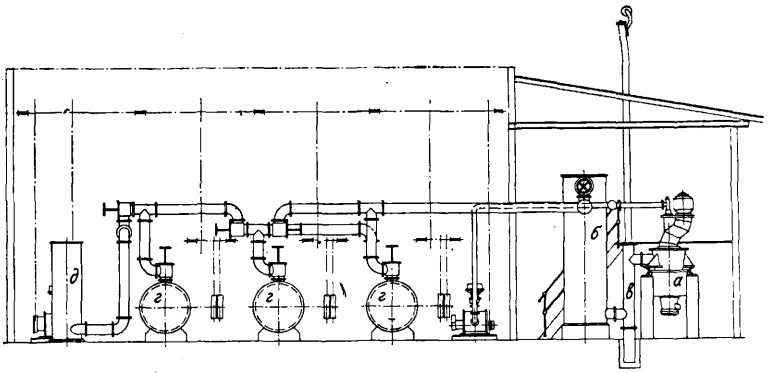
Реакция эта обратима, и положение равновесия ее сильно зависит от температуры (Будуар и Стансфильд):

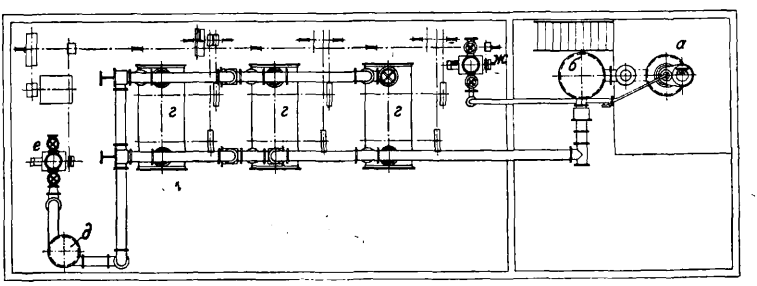
$t°$	445	550	650	800	925	1 100
CO (в %)	0,0	11,1	38,5	93,5	96	99,3

Практически этот процесс осуществляется в специальных газогенераторах и в зависимости от характера газового дутья в них м. б. отнесен к какому-либо из следующих типов генераторного процесса: 1) воздушное дутье (обычный генераторный процесс); 2) дутье воздуха с углекислотой; 3) кислородное дутье; 4) дутье кислорода с углекислотой. Дутье одной углекислоты практически нецелесообразно и не практикуется, так как реакция ее с углем сильно эндотермична и потребовала бы большой затраты добавочного тепла на нагревание (подробнее об указанных типах газового дутья см. ниже). В каждом генераторном процессе основным сырьем является уголь. Из разновидностей его м. б. применены древесный уголь, кокс и антрацит. Выбор того или другого вида сырья зависит от местных условий. Антрацит имеет то преимущество, что непосредственно (после дробления) м. б. загружен в генератор. Древесный уголь берется почти исключительно березовый, однако прямо загружать его в генератор нельзя, т. к. в нем еще содержится значительное количество водородистых соединений и влаги, что повлекло бы к снижению процентности О. у. в газе и примешиванию к нему водорода. Для освобождения древесного угля от влаги и углеводородов его подвергают предварительному нагреванию до высокой $t°$ (700—800°) в закрытых ретортных печах. После такой прокалки уголь содержит в себе еще небольшие количества влаги и углеводородов, однако освобождение от последних следов их представляется экономически нецелесообразным, в виду незначительного влияния их на конечный состав газов. Прокаленный уголь перед загрузкой его в генератор освобождается от пыли и мелочи на специальных ситах-грохотах. Величина загружаемых кусков 1,5—5 *см* в диам. Кокс и антрацит перед загрузкой в генератор никакой предварительной обработке не подвергаются кроме отсева на грохоте и иногда дробления. Другой компонент генераторного процесса — продуваемый газ—д. б. возможно однороден и во всяком случае сух. Осушка вдуваемого газа производится обычным путем—пропусканием через колонку с орошением серной кислотой и колонку с хлористым кальцием.

Общая схема генераторной установки приведена на чертеже. Основным аппаратом является газогенератор *a*, представляющий

собой шахту, сложенную из огнеупорного материала, к-рый выбирается в соответствии с характером процесса. Размер генераторов м. б. самым различным, но отношение высоты их к диам. почти всегда бывает 2 : 1. Загрузка угля производится сверху равно как и отбор газа. Дутье подводится в нижнюю часть генератора обычно сбоку его, причем в зависимости от размеров генератора локализуется или в одном или в нескольких местах его окружности. Уголь в генераторе лежит или на специальных колосниках в том случае, если $t°$ зоны горения генератора не очень высока (воздушное дутье), или чаще прямо на огнеупорном поду; внизу генератора имеется или лаз для выгрузки золы (древесный уголь) или спускное отверстие для жидкого шлака. Выходящий генераторный газ прежде всего очищается от увлекаемой угольной пыли в специальном пылеуловителе *в* и скруббере *б*, а затем проходит через ряд промывных щелочных скрубберов *г* для очистки от углекислоты. После скрубберов ставится спец. брызгоуловитель *д* для удержания увлекаемых газом частичек воды из скрубберов. Очищенный газ подсасывается насосом *е* и направляется в газгольдер. Газовое дутье осуществляется с помощью воздуходувки *ж* или компрессора, в зависимости от требуемой скорости продувания и от соответствующего давления продуваемого газа. Разжигание генератора в начале процесса осуществляется путем загрузки в него раскаленного угля с последующим продуванием. Загрузка угля в генератор производится или периодически или непрерывно; таким же бывает и сам процесс в соответствии с другими обусловливающими его факторами.





1) Воздушное дутье применяется в простейшем случае генераторного процесса с целью получения обычного генераторного газа. Вдуваемый воздуходувкой сухой воздух сжигает нижние слои угля до углекислоты, выделяя при этом большое количество тепла (96 000 cal на *г*-мол.); раскаленные газы, проходя через последующие слои угля, нагревают его до б. или м. высоких $t°$, образуя разные $t°$-ные зоны. Правильное расположение этих $t°$-ных зон в генераторе и является основным требованием рационального ведения генераторного процесса. Зона горения при воздушном дутье занимает сравнительно большой объем около точки вдувания (10—15 *л*), но имеет сравнительно невысокую $t°$ — не выше 1 200°, так что это позволяет пользоваться для кладки генератора обычным огнеупорным материалом, например шамотным кирпичом, и употреблять чугунные колосники. Образовавшаяся в зоне горения углекислота в последующих угольных слоях генератора разлагается углем и дает О. у. Вдувание воздуха в генератор д. б. таким, чтобы правильно установить $t°$-ные зоны его; практический контроль скорости вдувания м. б. осуществлен путем анализа выходящего газа. Слишком слабое вдувание может «посадить» генератор, т. е. потушить его; скорость же вдувания устанавливается кроме данных анализа газа также и в соответствии с требуемым количеством снятия с генератора окиси углерода. Для правильности работы генератора кроме дутья очень важна также рациональная загрузка его углем. Последняя осуществляется чаще всего периодически, т. е. после выгорания одной, процесс останавливается, генератор очищается от золы или шлака и затем загружается следующей порцией угля. Для более удобного сливания шлака нередко к загружаемому углю прибавляют флюсы, которые способствуют плавлению шлака. Иногда процесс ведут длительное время непрерывно, и тогда загрузка угля в генератор осуществляется также непрерывно, равно как и выгрузка шлака. При воздушном дутье процесс в общем идет гладко, и поэтому генератор может непрерывно работать продолжительное время. Генераторный газ теоретически может содержать не более 34,6 % О. у., а на практике дает до 33 %. 2) Дутье воздуха с углекислотой. Основной недостаток вышеописанного генераторного процесса—низкий % окиси углерода в получаемом газе. С целью несколько повысить этот % к вдуваемому воздуху примешивают углекислоту, однако следя за тем, чтобы избыточным количеством последней не потушить генератор. Таким смешанным дутьем воздуха с углекислотой удается получать газ с содержанием О. у. до 45 %. В остальном процесс мало отличается от простого генераторного. 3) Кислородное дутье. Для получения высокопроцентной О. у. применяют дутье в генератор чистого сухого кислорода. Таким путем можно получать газ с содержанием окиси углерода в 98 % и выше. Однако здесь встречаются и серьезные недостатки, являющиеся следствием высокой $t°$, при этом развивающейся в генераторе. Зона горения при кислородном дутье бывает очень небольшой (немного больше *л*), но $t°$ ее выше 2 000°. Такая $t°$, локализуясь у места подвода кислорода, очень быстро разрушает футеровку генератора, т. к. шлак сплавляется с кирпичом. В этом случае футеровочным материалом служит уже не шамотный кирпич, а например тальковый камень. Но и такая футеровка очень быстро изнашивается в местах вдувания кислорода и требует довольно частой смены ее. Одним из средств борьбы против этого недостатка является отодвигание зоны горения от стенок генератора вглубь его, что отчасти достигается увеличением скорости вдувания кислорода; с этой целью кислород вдувается в генератор с помощью сильного компрессора под давлением до 1 *atm* и выше. Другой метод борьбы с быстрым изнашиванием стенок генератора осуществила фирма Пинч путем подвода кислорода в генератор по специальной трубке непосредственно в середину нижней части его. Естественно, что сильному накаливанию подвергается при этом кислородподводящая трубка, к-рая выполняется из особого огнеупорного материала, состав к-рого держится фирмой в секрете. Однако и такие трубки от времени до

времени приходится заменять новыми. Нижняя часть генератора, на к-рой собирается расплавленный шлак, выложена огнеупорным материалом и посыпана песком. Работа генераторов — периодическая; продолжительность периода обусловлена быстротой износа футеровки или подводящей кислород трубки. 4) Смешанное дутье кислорода и углекислоты. Чисто кислородное дутье, хотя и дает возможность получать высокопроцентную О. у., неудобно вследствие быстрого изнашивания генератора от развивающейся высокой темп-ры при горении угля в чистом кислороде. Для устранения этого недостатка и снижения $t°$ зоны горения предложено к вдуваемому в генератор кислороду подмешивать углекислоту, эндотермическая реакция которой с раскаленным углем компенсирует тепло, выделяющееся при горении угля. Таким путем удается очень сильно снизить темп-ру зоны горения и износ генератора практически сделать мало заметным; получаемый газ содержит 98% и более О. у. Однако ведение генераторного процесса при смешанном дутье более сложно, чем при однородном, и требует частого контроля и внимательности; соотношение кислорода и углекислоты д. б. вполне определенным и нередко изменяется в зависимости от хода процесса: так, при пуске генератора в начале его работы вдувают 60% кислорода и 40% углекислоты, к концу же работы генератора отношение становится обратным: 40% кислорода и 60% углекислоты. Процесс большей частью ведется непрерывно в течение довольно продолжительного времени, так что загрузка угля идет постоянно небольшими порциями.

Применение О. у. Одним из технических применений О. у. является производство метанола—искусственного метилового алкоголя. В производстве цианидов методы их получения из окиси углерода пользуются все большим вниманием (Бредиг) [2]. При получении муравьиной к-ты и ее солей, употребляется также О. у. Получение карбонилов металлов, находящих себе все более обширное применение в технике, исходит из О. у. В последнее время имеется ряд технич. предложений, частично уже используемых в промышленности, для употребления О. у. в целях синтеза ряда сложных органич. соединений, как высшие спирты, к-ты, кетоны, углеводороды и пр. Красочная, фармацевтическая, военная промышленности пользуются О. у. для получения *фосгена* (см.). Наконец кроме применения в синтетических целях О. у. как составная часть водяного и коксового газов широко применяется в качестве газообразного топлива.

Лит.: 1) Г. П. 254043; 2) Ф. П. 574220, Ан. П. 617953, 269166.—Менделеев Д., Основы химии, 9 изд., т. 1, стр. 176 и 386, М.—Л., 1927 (Общие сведения); Фишер Ф., Искусственное получение жидкого топлива, пер. с нем., Л., 1927 (О переработке О. у. в жидкие горючие производные—синтол и синтин); Зимаков П., «ЖХП», Москва, 1928, стр. 771 и 1072 (О реакциях О. у. с аммиаком и водородом); Roscoe H. E. and Schorlemmer C., A Treatise on Chemistry, t. 1, p. 796, L., 1920; Handbuch d. anorganischen Chemie, herausgegeben v. R, Abegg u. Fr. Auerbach, B. 3, Abt. 2, p. 136, Leipzig, 1919; Gmelin-Kraut, Handbuch d. anorganischen Chemie, B. 1, Abt. 3, p. 549, Heidelberg, 1911; Ullm.Enz., B. 7, p. 33; Frolich K. u. Cryder D., «I. Eng. Chem.», 1930, *22*, p. 1051 (О применении О. у. для синтеза высших спиртов). **П. Зимаков.**

О. у. как промышленная и бытовая вредность. О. у. типичный кровяной яд общего действия с кумулятивными свойствами. Токсич. действие О. у. основано на ее способности образовывать устойчивое соединение с гемоглобином крови (условно обозначенным Hb) — т. наз. карбоксигемоглобин (Hb·CO). Последний образуется при взаимодействии О. у. как со свободным гемоглобином, так и с оксигемоглобином (HbO_2), т. е. имеют место две обратимые реакции:

$$Hb + CO \rightleftarrows Hb \cdot CO \text{ и } HbO_2 + CO \rightleftarrows Hb \cdot CO + O_2.$$

Эти реакции наряду с нормально протекающим в организме процессом

$$Hb + O_2 \rightleftarrows HbO_2,$$

также обратимым, обусловливают между обоими газами (CO и O_2) и связывающим их гемоглобином определенное химическое равновесие, подчиняющееся закону действующих масс

$$\frac{C_{HbO_2} \cdot C_{CO}}{C_{Hb \cdot CO} \cdot C_{O_2}} = K$$

и зависящее в первую очередь от парциальных давлений этих газов. Средние значения константы K колеблются в пределах 0,003—0,005. Смерть наступает от асфиксии (в результате аноксэмии—недостаточной подачи кислорода к тканям) в том случае, когда около $^2/_3$ всего гемоглобина крови перейдет в карбоксигемоглобин. Приведенная выше формула показывает (для K равного 0,05), что смертельное отравление возможно при концентрациях окиси углерода в воздухе от 2‰ и выше.

Токсич. эффект О. у. зависит от ее концентрации в воздухе и от длительности экспозиции (периода действия). Большинство наблюдений говорит за то, что концентрация 0,1‰ (0,12 *мг/л*) О. у. при экспозиции до 6 час. в сутки не представляет опасности для здоровья. Концентрации выше 0,1‰ и до 1,0‰ (1,2 *мг/л*) дают легкое отравление при 5—10-часовом воздействии. Максимальной допустимой концентрацией О. у. в отдельных производствах считают обычно 0,2‰ (0,25 *мг/л*); на срок не более 1 часа допускается содержание 0,3—0,4‰ (0,37—0,5 *мг/л*) О. у. Концентрации О. у. выше 0,4‰ (0,5 *мг/л*) представляют безусловную опасность; концентрации порядка 2—3‰ (2,5—3,7 *мг/л*) при экспозиции в 30—60 мин. вызывают длительное заболевание, а при 4—5-часовом воздействии—смерть. Концентрация 4‰ (5 *мг/л*) смертельна уже при экспозиции в 1 час, концентрация 0,5—1,0% окиси углерода (6,2—12,5 *мг/л*)—при 30-минутной. Смертельная доза окиси углерода равна 0,5—0,6 *г*.

Отравление невысокими концентрациями О. у. выражается в постепенно нарастающем комплексе симптомов, известном под названием угара: оно характеризуется тяжестью, болью и шумом в голове, притуплением сознания, ощущением жара в лице, мышечной слабостью, головокружением и тошнотой; при продолжающемся действии О. у. наблюдается расстройство движений, потеря двигательной способности, резкое покраснение кожи (особенно лица), рвота и длительный глубокий обморок. При действии высоких концентраций О. у. (>0,5%)—бессознательное состояние, синюха, судороги и быстро наступающая смерть. Отравления являются обычно результатом вдыхания содержащего О. у. воздуха, что может иметь место как в ряде производственных процессов (см. *Спр. ТЭ*, т. IV, стр. 85), так и в жилищных условиях (при неправильной топке печей, утечках светильного газа и т. п.). Благодаря отсутствию у О. у. запаха и раздражающих свойств, отравления ею часто происходят незаметно, что делает О. у. особенно опасной вредностью. В Германии напр. отравления

О. у. составляют до 28% общего числа зарегистрированных непроизвольных отравлений, а в больших городах (Берлин)—до 36%. Массовые отравления О. у. наблюдались при пожарах в угольных шахтах и при различных горных разработках, производимых под землей с помощью взрывов. Табл. 1 указывает максимальное содержание О. у., допускаемое в различного рода помещениях.

Табл. 1.—Допускаемое содержание О. у. в помещениях.

Род помещений	Концентрация CO	
	в %	в *мг/л*
Жилые комнаты с газовым освещением (США)	0,03	0,035
Кухни с газовыми плитами (США)	0,1	0,12
Литейные цехи, в среднем	0,025—0,04	0,03—0,05
» » временно (при отливках) до	0,16 —0,25	0,2 —0,3
Автогаражи (США), в среднем	0,10 —0,16	0,12—0,20
Автогаражи временно до	0,85	1

В интересах здравоохранения подобные нормы для промышленности д. б. значительно снижены, так как в настоящее время доказана возможность хронич. отравлений, вызываемых повторным действием очень малых концентраций О. у. и проявляющихся в развитии малокровия и различных нервных заболеваний (в СССР Ин-том охраны труда предложена норма в 0,02 *мг/л*). С другой стороны, практика показала, что в отдельные производственные моменты содержание О. у. в воздухе может значительно превышать допустимые нормы, доходя, напр. при отливке чугуна в опоки, до 0,5—0,7%, а при ремонте повреждений газовых сетей—даже до 3%; в этих случаях является необходимым применение индивидуальных защитных средств в виде специальных противогазов.

Меры первой помощи при отравлениях О. у.: немедленное удаление из опасной атмосферы на чистый воздух, растирание конечностей и согревание тела, вдыхание кислорода или лучше смеси кислорода с 5% CO_2; при обмороке—искусственное дыхание, пока не восстановится нормальная работа легких; рекомендуется также внутривенная инъекция кислорода и некоторых возбуждающих средств, например α-лобелина. Профилактич. мерами защиты от О. у. на производствах кроме вентиляции и возможного устранения проникания О. у. в атмосферу являются: периодический или непрерывный контроль воздуха рабочих помещений, осуществляемый с помощью химич. реактивов (см. выше) или специальных газоанализаторов (см. *Анализ газов* и *Газоопределители*), и применение, где это нужно, противогазовых аппаратов (см. *Противогазы*). Последние м. б. изолирующими (напр. кислородные аппараты Дрегера и других) или фильтрующими. Действие фильтрующих противогазов основано на окислении CO в CO_2 каким-либо химич. окислителем, напр. J_2O_5 (франц. и англ. «гуламитовые» противогазы), или кислородом воздуха в присутствии катализатора типа гопкалита (герм. противогаз Degea, америк. «универсальный» противогаз и др.).

В военном деле токсич. свойства О. у. не нашли прямого применения в смысле использования ее как боевого отравляющего вещества, т. к. этому препятствует ее малая плотность и несжижаемость при обычных $t°$. Тем не менее в обстановке современной войны нередко создается возможность накопления значительных концентраций О. у., угрожающих здоровью и даже жизни людей: при минно-подрывных работах, при орудийной и пулеметной стрельбе из закрытых и полузакрытых помещений, на подводных судах, на морских судах при разрыве снарядов в подпалубных пространствах и т. д. Во всех этих случаях О. у. образуется как продукт разложения взрывчатых веществ и порохов, являясь главной составной частью взрывных газов (табл. 2).

Табл. 2.—Содержание О. у. в продуктах разложения взрывчатых материалов.

Взрывчатый материал	% CO в газах
Черный порох	3,6—9,3
Динамит	34
Пироксилин	46,8
Тротил	57
Мелинит	61

Указанное обстоятельство распространяет проблему защиты от О. у. и на область военной техники. Здесь имеются разработанные в нек-рых армиях специальные конструкции противогазов (главным образом для морского флота), к-рые однако еще не могут считаться вполне удовлетворительными.

Кроме токсич. действия на человеческий организм О. у. играет роль промышленной вредности также и в том смысле, что она является каталитическим ядром для ряда производственных химич. процессов, а именно для гетерогенных реакций каталитич. гидрирования и восстановления веществ на металлич. катализаторах (см. *Катализ*, каталитические процессы в технике). В целях борьбы с этим явлением приходится прибегать к весьма тщательной предварительной очистке реагирующих газов (обычно водорода) от О. у., что и м. б. достигнуто различными путями: промыванием газа аммиачными или солянокислыми растворами солей меди, превращением О. у. в CO_2 (действием водяного пара при высокой $t°$), восстановлением ее в метан CH_4 (водородом), или окислением в CO_2 воздухом на катализаторах типа гопкалита. При пользовании для синтезов технич. водородом, получаемым из газа коксовых печей, H_2 освобождают от последних следов О. у. промыванием его сжиженным азотом. Отравление катализаторов О. у.—процесс практически обратимый; при обработке отравленного катализатора чистой газовой смесью, не содержащей CO, его активность постепенно восстанавливается, обычно достигая своего первоначального значения.

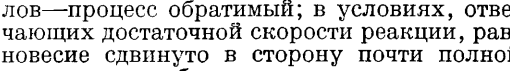
Лит.: О. у. как вредность: Kobert R., Lehrbuch d. Intoxicationen, Stg., 1906; id, Kompendium d. praktischen Toxikologie, 5 Aufl., Stg., 1912; Foster C.L.a. Haldane J. S., The Investigation of the Mine Air, L., 1905; Nicloux M., L'oxyde de carbone et l'intoxication oxycarbonique, P., 1925; Katz S. H., «I. Eng. Chem.», 1925, v. 17, p. 555;

Henderson Y., «Journ. of the American Medical Association», Chicago, 1916, vol. 67, p. 580; Vandaveer F., «Gas Age Record», New York, 1927, v. 59, p. 37.— Определение О. у.: Западинский М. и Леонов С., «ЖХП», 1929, т. 6, стр. 1273; Hoover C. R., «I. Eng. Chem.», 1921, v. 13, p. 770; Lebeau et Bedel, «CR», 1924, v. 179, p. 108; «Journ. des usines à gaz», P., 1928, v. 52, *3*, p. 49; Schlaepfer M. et Hofmann E., ibid., 1929, v. 53, *1*, p. 4; Welton N. a. Drake N., «I. Eng. Chem.», Anal. Edition, 1929, v. 21, *1*, p. 20; Ам. П. 1644014/27, 1684587/28.— Защита от О. у.: Каппелевич Е., «Война и техника», Москва, 1925, *194*, стр. 18; Fieldner A. C., Katz S. H. and Kinney S. P., Gas masks for gases met in fighting fires, Washington, 1921; Guillemard H. et Lührmann A., «Chimie et Industrie», Paris, 1925, v. 14, *14*, p. 29; Bunte K., «Gas- u. Wasserfach», München, 1926, Jg. 69, 815; Wollin K., ibid., 1929, Jg. 72, p. 210.

В. Янковский.

Карбонильные соединения металлов. Металлы VIII и VI групп периодич. системы (Fe, Co, Ni, Ru, Cr, Mo, W) в определенных условиях способны непосредственно соединяться с О. у., образуя т. наз. карбонилы металлов—летучие жидкости либо кристаллические вещества, содержащие 2—6 CO-групп на 1 атом металла. Помимо чисто научного интереса карбонилы металлов сыграли важную роль при проверке и уточнении ат. в. металлов, а нек-рые из них, особенно карбонил железа, приобрели уже и технич. значение. Общим способом получения карбонилов является действие О. у. на свежевосстановленный, тонко раздробленный металл при повышенной темп-ре и давлениях от нормального (для Ni) до 400 *atm* (для Ru). Реакция образования карбонилов—процесс обратимый; в условиях, отвечающих достаточной скорости реакции, равновесие сдвинуто в сторону почти полной диссоциации образующегося продукта; поэтому для получения заметных количеств карбонила необходимо быстро удалять его из реакционной зоны и тотчас же подвергать глубокому охлаждению. Указанным путем получаются непосредственно лишь высшие (наиболее богатые CO) карбонилы, остальные могут быть получены из первых путем термического или фотохимического разложения.

Вопрос о строении карбонилов до настоящего времени не решен. Первое из полученных соединений этого рода — никелькарбонил, $Ni(CO)_4$, открытый в 1890 г. Л. Мондом,—рассматривалось вначале как производное восьмивалентного никеля $Ni(=C:O)_4$, однако разнообразие типов карбонилов при чрезвычайной близости их физикохимич. свойств заставило отказаться от этого взгляда. В настоящее время карбонилам часто приписывают циклическое строение, изображая например $Ni(CO)_4$ и $Co_2(CO)_8$ следующими ф-лами (Монд):



Другие исследователи (Рейлен) рассматривают карбонилы как солеобразные производные, отвечающие моногидрату недокиси углерода (C_3O_2), что однако не позволяет построить все существующие типы карбонилов. Наиболее вероятным является допущение, что карбонилы металлов образованы за счет побочных валентностей (или ковалентностей) молекул О. у. и тем самым существенно отличаются от производных C^{IV}; за это говорят напр. реакции $Ni(CO)_4$ (с бромом, серой, кислородом), аналогичные реакциям свободного Ni, причем О. у. полностью отщепляется. Повидимому вопрос о строении карбонилов м. б. разрешен лишь в связи с вопросом о природе химич. связей в нейтральной молекуле О. у., к-рая и по ряду химич. свойств и по электронной структуре обнаруживает большое сходство с CN-ионом (изостеризм, по Лангмюру).

Карбонилы металлов нерастворимы в воде, но растворяются в большинстве органических растворителей; исключением является $Ru(CO)_2$, растворяющийся в воде и нерастворимый в бензоле. Все карбонилы—непрочные соединения, при нагревании легко диссоциирующие на металл и О. у. (иногда со взрывом). При поджигании сгорают коптящим (от выделения окиси металла) пламенем; пары их в смеси с воздухом взрывчаты. Вода, щелочи и слабые кислоты не разлагают карбонилов; к другим веществам карбонилы относятся как восстановители, например выделяют металлич. медь и серебро из их солей; при действии хлора на карбонилы образуется хлорид соответствующего металла и фосген $COCl_2$. Группы CO в карбонилах м. б. частично замещены молекулами NO, аммиака, органич. аминов или галоидов, причем в получающихся соединениях содержится еще не менее двух групп CO на 1 атом металла.

Тетракарбонил никеля, никелькарбонил, $Ni(CO)_4$,—бесцветная, сильно преломляющая свет летучая жидкость с неприятным запахом; $t°_{кип.}$ 43,3°, $t°_{пл.}$ −25°; уд. в. D^0=1,356, D^{17}=1,318; плотность пара (по воздуху) Δ =6,01 соответствует вышеприведенной ф-ле. Вещество растворимо в спирте и бензоле, в запаянном сосуде сохраняется без изменения, на воздухе легко окисляется, отщепляя О. у.; количественно разлагается на Ni и CO при $t°$ 180°; смесь паров $Ni(CO)_4$ с воздухом взрывает уже при 60°. Пары $Ni(CO)_4$ действуют как сильный яд при концентрациях от 0,5%. Токсическое действие по своему характеру заметно отличается от действия О. у. и выражается гл. обр. в параличе нервных центров, понижении обмена веществ и выделении сахара с мочой (глюкозурия); смертельная доза около 30 *мг* на 1 *кг* живого веса. Для получения $Ni(CO)_4$ берут порошкообразный или губчатый никель, восстановленный водородом или водяным газом при 250—300°, и нагревают его в струе чистой О. у. до 50—100° под обыкновенным или повышенным давлением; пары $Ni(CO)_4$ конденсируют в приемнике, охлаждаемом смесью твердой CO_2 с эфиром или ацетоном. В настоящее время никелькарбонил служит в технике промежуточным продуктом при получении химически чистого никеля: для этого через восстановленную Ni-руду пропускают ток окиси углерода при $t°$ 80°; Ni отгоняется со струей газа в виде $Ni(CO)_4$ и пропускается затем над кусками обожженной глины, нагретыми до 200°, где и происходит регенерация никеля, а О. у. снова возвращается в процесс. Подобным же осаждением Ni на асбесте или кизельгуре м. б. получен активный никелевый катали-

затор для реакций гидрирования. Осаждение Ni на поверхности нагретого стекла дает плотную, ровную пленку металла, а потому предложено как способ получения зеркал, никелирования сосудов Дьюара, термосов и т. п. Наконец имеются предложения применять $Ni(CO)_4$ как *антидетонатор* (см.) в двигателях внутреннего сгорания.

Пентакарбонил железа, ферро-карбонил, $Fe(CO)_5$,—жидкость желтого цвета с $t°_{кип.}$ 102,7° и $t°_{пл.}$–20° (при $t°$ жидкого воздуха вещество бесцветно). Удельный вес D^0=1,4937, D^{18}=1,4664, D^{21}=1,457 и D^{40}=1,4330; молекулярная теплоемкость (жидкого карбонила) равна 57 cal; теплота плавления 3,25 cal/моль; теплота образования из Fe и CO равна 54 cal/моль; теплота горения 384,5 cal/моль. $Fe(CO)_5$ растворим почти во всех органических растворителях; растворы бурого цвета, на воздухе постепенно разлагаются. Диссоциация $Fe(CO)_5$ на Fe и CO становится заметной уже при $t°=60°$, а выше 150° она делается полной. При сгорании $Fe(CO)_5$ дает Fe_2O_3 и CO_2; перекисями он бурно окисляется, с конц. серной к-той дает $FeSO_4$, CO и H_2, а с CCl_4 реагирует с образованием $FeCl_2$,CO и $COCl_2$. С водным раствором сулемы $Fe(CO)_5$ реагирует по следующему уравнению:

$$Fe(CO)_5 + 2HgCl_2 + H_2O = Fe(CO)_4 \cdot 2HgCl + CO + 2HCl.$$

Эта реакция используется для количественного определения $Fe(CO)_5$ в моторном топливе, для чего анализируемую пробу горючего отмывают от могущей содержаться в нем щелочи, затем обрабатывают раствором $HgCl_2$ и титруют выделившуюся HCl щелочью (с метилоранжем). Другой способ определения $Fe(CO)_5$ заключается в окислении его с помощью H_2O_2, причем все железо переходит в Fe_2O_3. От действия света $Fe(CO)_5$ разлагается по ур-ию

$$2Fe(CO)_5 = Fe_2(CO)_9 + CO,$$

образуя нонакарбонил железа, $Fe_2(CO)_9$,—оранжевые кристаллы уд. веса 2,085, нерастворимые в эфире и хлороформе. Это вещество при нагревании до 100° распадается, образуя вновь пентакарбонил по следующему уравнению:

$$2Fe_2(CO)_9 = 3Fe(CO)_5 + Fe + 3CO.$$

В качестве промежуточного соединения здесь образуется тетракарбонил $Fe(CO)_4$—зеленые кристаллы, разлагающиеся при 140°. Получение $Fe(CO)_5$ требует применения значительных давлений. Образование небольших количеств $Fe(CO)_5$ было обнаружено при хранении сжатого водорода в стальных баллонах. С 1924 г. $Fe(CO)_5$ вырабатывается в технич. размерах (BASF, Германия). Для его получения служит губчатое железо, восстановленное водородом при $t° \geqslant 500°$, которое дробится на куски в атмосфере CO_2 и затем обрабатывается током О. у. при $t°$ 150÷200° и давлении 100—200 *atm*. Содержащий О. у. газ (водяной или генераторный) проходит через печь сверху вниз; из реакционной зоны газ поступает в расположенный непосредственно под нею конденсатор, сильно охлаждаемый снаружи и находящийся также под давлением; здесь пары $Fe(CO)_5$ сжижаются, а остальная масса газа возвращается в процесс путем непрерывной циркуляции. Содержание в газе водорода и аммиака благоприятствует образованию карбонила, присутствие же кислорода препятствует реакции; к железу рекомендуется прибавлять окислы Ni, Bi и Al в качестве катализаторов. В настоящее время $Fe(CO)_5$ под названием мотил, изготовляет германский концерн «I. G.» для применения в качестве антидетонатора. Сила действия карбонилов железа и никеля, по сравнению с наиболее употребительным антидетонатором—тетраэтилсвинцом, выражается следующим отношением

$$Fe(CO)_5 : Pb(C_2H_5)_4 : Ni(CO)_4 = 6:4:1,6.$$

Моторный бензин с добавкой ~ 0,2% $Fe(CO)_5$ выпускают на рынок под названием моталин; обычно в него вводят нек-рые стабилизирующие вещества (например ди-*n*-толуидоантрахинон или другие азотсодержащие ароматич. соединения). Термич. разложение $Fe(CO)_5$ представляет большой технич. интерес как удобный способ получения наиболее чистого железа. Такое железо содержит лишь около 0,1% C и абсолютно свободно от других примесей; оно пирофорично, обладает высокой каталитической активностью и может служить для получения чистых препаратов солей: путем переплавления из него м. б. получено нержавеющее литое железо для поделок и электромагнитных приборов. В химич. технологии $Fe(CO)_5$ предложен как восстановитель, переводящий (в присутствии щелочей) нитросоединения в амины, органические красители—в лейкосоединения и т. п.

Кобальткарбонил, $Co(CO)_4$ или $Co_2(CO)_8$—оранжевые кристаллы, уд. веса 1,73; $t°_{пл.}$ 51°; выше 52° разлагается, переходя в карбонильное соединение низшего типа $Co(CO)_3$ или $Co_2(CO)_6$—черные кристаллы, диссоциирующие при $t°>60°$. Для получения $Co(CO)_4$ требуется $t°$ 150÷200° и давление 40—160 *atm*.

Хромкарбонил, $Cr(CO)_6$, получен Жобом (Job) из $CrCl_3$ и О. у. в присутствии алкил-магний-бромидов RMgBr. Бесцветные кристаллы, очень летучие, слегка растворимые только в $CHCl_3$ и CCl_4. В запаянном сосуде вещество плавится при 150°, разлагается выше 200°. Вода, бром и иод не действуют, серная кислота реагирует очень медленно, дымящая азотная к-та энергично окисляет.

Молибденкарбонил, $Mo(CO)_6$,—бесцветные кристаллы, легко возгоняющиеся, уд. в. 1,96; разлагается выше 150°. Получен из Mo и О. у. при $t° \geqslant 200°$ и давлении ~ 130 *atm*. Известны также карбонил вольфрама и два карбонила рутения—$Ru(CO)_2$ и $Ru(CO)_x$. Технич. значения эти вещества пока не имеют.

Лит.: Dewar J.a. Jones, «Proceedings of the Royal Society», London, 1907, v. 79 (A), p. 66; Mond L., «Zeitschrift für anorganische Chemie», Hamburg—Leipzig, 1910, B. 68, p. 207; «Journ. of the Chemical Society», L., 1910, v. 97, p. 798, 1922, v. 121, p. 29; «Chimie et Industrie», P., 1928, t. 21, p. 681; Blanchard A. a. Gilliland W., «Journal of the American Chemical Society», New York, 1926, v. 48, p. 410, 872; Laird F., «L'Industrie chimique», Paris, 1928, p. 367; King J. and Sutcliff J., «J. Ch. I.», 1928, v. 47, p. 351; Mittasch A., «Z. ang. Ch.», 1928, B. 41, p. 827; Reihlen u. a., «Liebig's Annalen d. Chemie», Lpz., 1928, B. 465, p. 72, 1929, B. 472, p. 268; Hieber W. und andere, «B», 1928, B. 61, p. 558, 1717, 2426, 1929, B. 62, p. 422, 1930, B. 63, p. 973; Pincass N., «Ch.-Ztg», 1929, B. 53, p. 525; Ф. П. 592438/25, 597517/25, 598751/25, 605669/25; Г. П. 441179/25; Ан. П. 269625/25, 301778/27, 319356/28, 323021/28, 323332/28, 324382/28; Ам. П. 1725619/29. **В. Янковский.**

ОККЛЮЗИЯ, явление поглощения (абсорбции) газов металлами. Особенно ярко выраженной способностью окклюдировать газы (водород) обладают металлы VIII группы периодич. системы (платина, палладий, иридий, родий). Так, при давлении в 1 *atm* 1 объем металла поглощает (по Жукову): Rh—

448 объемов H_2 (при 25°), Pd—734 объема (30°), Ir—807 (25°). При О. газ поглощается всем объемом металла, образуя с ним твердый раствор (фазу переменного состава) или частью вступая в химическое соединение. Хорошо известны *гидриды* (см.) металлов LiH, RbH, CeH_2, образующиеся при окклюзии ими водорода, хотя, как показали исследования И. И. Жукова, О. во многих случаях является чисто физич. поглощением, сводясь лишь к образованию твердых растворов без химич. взаимодействия между компонентами (напр. О. иридием H_2).

От О. следует отличать *адсорбцию* (см.) газа поверхностью металла; адсорбция имеет особенно большое значение, когда металл берется в мелко раздробленном (диспергированном) состоянии с большой удельной поверхностью в виде порошка или пористой массы (губчатая платина, платиновая чернь). В этих случаях адсорбированное поверхностью S количество газа $\Gamma \cdot S$ может превышать количество его, окклюдированное объемом v крупинок металла: $A \cdot v$: при весьма большой удельной поверхности $\frac{S}{v}$ всегда будет $\Gamma \cdot S > A \cdot v$. При этом сначала происходит быстрая адсорбция газа на поверхности металла, а затем газ более медленно окклюдируется всем объемом металла, диффундируя внутрь его. Иногда окклюзия наблюдается при адсорбции газа стенками сосуда, заключающего газ в весьма разреженном состоянии (например в электронных лампах, рентгеновых трубках, лампах накаливания); в этих случаях, когда адсорбция приобретает особо важное значение, внутренние стенки сосуда для О. следов газов часто покрывают сильно окклюдирующим веществом, напр. слоем металла.

Явлением О. объясняется проникание газов через сплошные металлические перегородки: транспирация, или *осмос* (см.) газов. Если сосуд, содержащий водород, закрыть окклюдирующей его металлич. пластинкой, напр. Pd при 300°, то газ, растворяясь в металле, будет переходить в наружную среду до тех про, пока по обе стороны не установится равенство парциальных давлений водорода, обеспечивающее равновесие с окклюдированным количеством. О., как и адсорбция, падает с повышением $t°$, но скорость ее $t°$ увеличивается, поэтому удобно наблюдать О. при несколько повышенных темп-рах. Благодаря тому, что легко подобрать металл, окклюдирующий только один газ из газовой смеси, можно для смеси этих газов устроить полупроницаемую перегородку из такого металла, т. е. перегородку, пропускающую только один компонент смеси и вовсе не пропускающую другого компонента и позволяющую наблюдать осмотические явления в газовых смесях (см. *Осмотическое давление*).

Являясь частным случаем общего явления поглощения—абсорбции (или сорбции), О. подчиняется тем же законам. В простейшем случае, когда газ не вступает с металлом в определенное химическое соединение, поглощение его можно рассматривать как распределение вещества газа между двумя фазами—газовой средой (1) и объемом металла (2). Такое распределение газа будет отвечать равновесию при общем термодинамич. условии: $\mu_2 = \mu_1$, где μ_2—химический потенциал газа в металле, а μ_1—в газовой среде; при этом изотермическая работа переноса 1 *г*-мол. газа из металла в окружающую среду $A_{21} = \mu_1 - \mu_2 = 0$. При $\mu_2 < \mu_1$ газ будет поглощаться металлом, а при $\mu_2 > \mu_1$—испаряться из металла, до достижения равновесия. Так как при достаточно малых концентрациях (парциальных давлениях p)

$$\mu = RT \ln p + a, \text{ или } \mu = RT \ln c + a'$$

(см. *Термодинамика*), то равновесие отвечает условию:

$$RT \ln p_1 + a = RT \ln c_2 + a',$$

или

$$\frac{c_2}{p_1} = k_{21}, \quad c_2 = k_{21} \cdot p_1, \qquad (1)$$

где

$$k_{21} = e^{\frac{a-a'}{RT}}$$

константа О. Это — простейший закон распределения О., аналогичный закону Генри (см. *Растворимость*). Если при О. молекулярное состояние газа изменяется, напр. если молекулы его в металле состоят из иного числа атомов, чем в газовой среде, то вместо (1) получается (по закону Нернстапилова):

$$c_2 = k_{21} p_1^n, \qquad (2)$$

где $n \leqslant 1$ определяет стехиометрич. изменения при поглощении газа металлом.

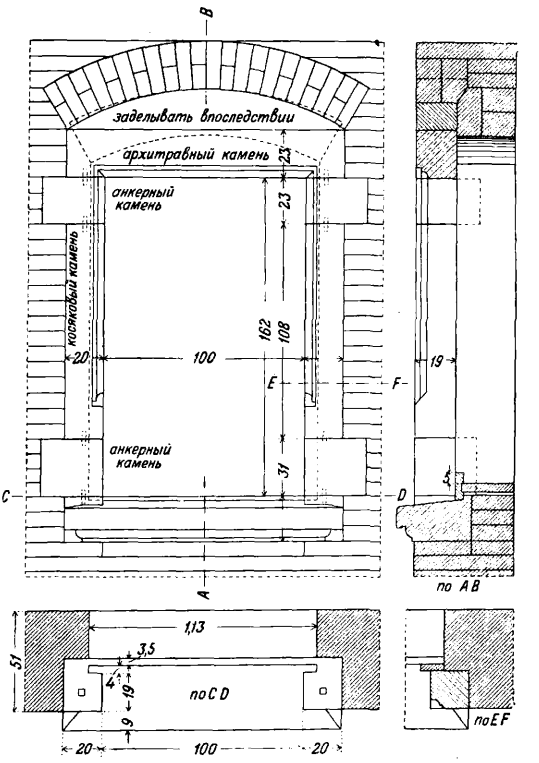
Лит.: Хвольсон О., Курс физики, т. 1, М.—Берлин, 1923; Жуков И. И., Исследования в области азотистых и водородистых металлов, «Изв. Ин-та физико-хим. анализа», Л., 1926; Winkelmann A., Hand. d. Physik, 2 Aufl., B. 1, Lpz., 1903; Troost et Hautefeuille, «Annales de Chimie et de Physique», P., 1874, t. 2 (série 5), p. 273; Hoitsema, «Ztschr. f. physikalische Chemie», Lpz., 1895, B. 17; Holt, «Proceedings of the Royal Soc. of London», L., 1914, 90 (A), p. 226; Mc Bain, «Ztschr. d. phys. Chem.», Lpz., 1909, B. 68, p. 471. **П. Ребиндер.**

ОКНА, отверстия в стенах с соответствующим заполнением, служащим для естественного освещения и проветривания помещений. Отверстие в стене, сделанное для указанных целей, носит название оконного проема, а заполнение состоит в основном из рамы, переплетов со стеклами и прибором и подоконника. Иногда О. имеют еще ставни или заменяющие их *жалюзи* (см.) и решетки. Окна должны быть так расположены, чтобы как можно меньше ослаблять прочность стен, что достигается расположением О. всех этажей на общих вертикальных осях. Рационально устроенное О. должно по возможности герметически закрываться, не пропуская ни воды, ни воздуха, должно легко открываться и закрываться и иметь наибольшую, допустимую при данных условиях, световую поверхность.

Размеры оконных проемов. Величина оконных отверстий зависит от климата того места, где находится здание, и от назначения последнего, причем для одного и того же климата существует нек-рое постоянное отношение между площадью О. и площадью пола освещаемого помещения, отвечающее условию, чтобы О. освещали последнее должным образом. При меньшей площади О. освещаемые ими помещения будут темны, а при большей—холодны зимой и жарки ле-

том. В южных странах надлежит поэтому делать небольшие О., имея в виду, что яркое солнце и при малых просветах будет в достаточной степени освещать зимой комнаты, к-рые летом, вследствие небольших размеров О., будут прохладны. Наоборот, на севере надлежит делать большие окна, дабы иметь достаточно света, памятуя, что слабое северное солнце и двойные переплеты дают его мало. В зависимости от указанных условий и назначения помещений, отношение площади О. к площади пола обыкновенно составляет: для картинных зал, выставочных помещений $^1/_4$—$^1/_2$; для классных комнат, аудиторий $^1/_6$—$^1/_4$; для больничных помещений $^1/_7$—$^1/_6$; для обыкновенных жилых помещений $^1/_{10}$—$^1/_6$; для вспомогательных помещений $^1/_{15}$—$^1/_{12}$. Ширина О. определяется в зависимости от требуемой световой площади и размеров и стиля здания. В жилых помещениях ширина О. берется 0,90—1,75 *м*, чаще же всего 1,00—1,35 *м*. В тех помещениях, к-рые д. б. особенно сильно освещены, О. уширяют до 1,4 и до 1,6 *м*. При сдвоенных О., когда два О. разделены узким столбом, каждое из них делают шириною 0,60—0,80 *м*.

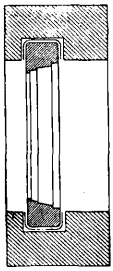
Окна каменных строений. Оконные отверстия каменных строений отличаются друг от друга крайним разнообразием своих форм, пропорций и размеров. Существенно различаются они по форме просвета и по этому признаку их называют прямоугольными, квадратными, полуциркульными, лучковыми, трехцентровыми, круглыми, овальными, полукруглыми, двойными и тройными. По своему назначению О. получают название магазинных, подвальных, цокольных, конюшенных и вообще соответственно названию части здания или самого здания. Часть стены между О. и полом называется подоконной стенкой. Перекрывающая ее с внутренней стороны доска или каменная плита представляет собой внутренний подоконник, а поверхность подоконной стенки, находящаяся между переплетом и краем стены и перекрытая наклонно камнем или железом, — наружный подоконник. Верхнюю и обе боковые стороны оконного проема обрабатывают при двойном переплете тремя уступами—с двумя притолоками, имеющими назначение служить упором для деревянных (прислонных) рам, в которых ходят створы переплета. При ординарном переплете устраивают только одну притолоку. Оконный проем перекрывают перемычкой или аркой (см. *Каменные работы*). При очень толстых стенах устраивают иногда под окнами ниши, ограничивая толщину стены против них до размера, требуемого условием непромерзания. О. в тесовой кладке имеют обрамление, состоящее из нижнего подоконника, боковых косяковых камней и верхнего архитравного камня (фиг. 1). Для отвода дождевой воды верхнюю поверхность тесового подоконного камня делают наклонной, а с нижней стороны снабжают его слезником в виде выкружки. Тесовые косяки состоят из одного камня или же из отдельного ряда камней, сопряженных со смежной кладкой. При длинных косяках их делят на несколько частей, вставляя связующие камни, по высоте равные нескольким рядам кладки и соединенные с косяком штырями. Архитравный камень перекрывает оконный проем; он покоится на косяках, с которыми связан штырями, и не загружается, для чего над оконным проемом обыкновенно устраивают разгрузочную арку. Наружные поверхности обрамляющих оконный проем тесовых камней обрабатывают нагрубо или же шлифуют и снабжают наиболее простыми профилями.



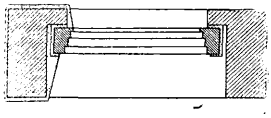
Фиг. 1.

Оконные рамы каменных строений. В каменных строениях оконные рамы делают закладные и прислонные. Закладные рамы состоят из 4 брусьев 18×20 *см*: нижнего, или подушки, двух боковых, или косяков, и верхнего, или перекладины. В брусьях выделывают три четверти, из к-рых третья, образованная фальцем, вместе с первой четвертью предназначены для летнего и зимнего переплетов. Брусья вяжут в раму, соединяя их в углах прорезною лапою или прорезным шипом и скрепляя нагелями. Закладные рамы (фиг. 2) устанавливают одновременно с возведением стен, осмаливая их с наружного канта и обивая войлоком. Существенные недостатки этих рам следующие: 1) они скоро загнивают, подвергаясь действию сырости кладки, 2) при замене требуют выломки части каменной кладки и обратной заделки ее, 3) часто повреждаются и перекашиваются вследствие осадки стен во время кладки и по окончании ее, и 4) размер брусьев, из к-рых сделаны рамы, не дает возможности

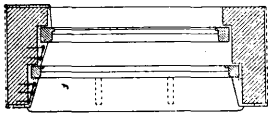
надлежаще раздвинуть оконные переплеты для лучшего сохранения тепла в помещениях. Все это заставляет отказаться от закладных рам, давая предпочтение прислонным рамам, устанавливаемым на место уже по окончании кладки стен и подведения здания под крышу. Прислонные рамы делают или на два переплета (фиг. 3) (летний и зимний), или отдельно на каждый переплет (фиг. 4). Первые вяжут обыкновенно из брусьев 12×20 *см*, вторые из 7-*см* досок, распиленных вдоль пополам, или же берут для летнего переплета 12-*см* бруски или четвертины из 27-*см* бревен, а для зимнего переплета бруски 9×9 *см*. Для установки переплетов части рам зафальцовывают надлежащим образом; в первом случае (рама, общая для двух переплетов) выделывают три четверти во всех частях рамы и кроме того еще паз сбоку подушки для сопряжения с подоконной доской; во втором случае (отдельные рамы для зимнего и летнего переплетов) зафальцовывают—перекладину и стойки на один или два фальца, а подушку на один фальц и паз сбоку для подоконника. Углы рамы вяжут в простой или, лучше, в двойной прорезной шип, заклеивают и затем скрепляют нагелями. Общие для 2 переплетов прислонные рамы имеют тот же недостаток, что и закладные рамы, в отношении получающегося малого расстояния между переплетами; поэтому из трех рассмотренных типов оконных рам приходится остановиться на отдельных для каждого переплета (летнего и зимнего) прислонных рамах, как на наиболее рациональных, допускающих раздвинуть переплеты на 20 *см* один от другого, чем достигается значительное сбережение тепла в помещениях и устраняется дутье от окон. Во избежание загнивания прилегающие к кладке стороны рам осмаливают и обивают войлоком. Когда приготовленная так. обр. оконная рама, при помощи отвеса, проверяющего (по отметкам середин подушки и перекладины) вертикальное положение ее, и клиньев установлена на место, зазор между нею и откосами плотно проконопачивают и пробивают паклею с алебастровым раствором. Подоконный откос подделывают кирпичом на растворе. Промежуток между подушками заливают цементом, выделывая лоток для стока в него конденсирующейся на стеклах летнего переплета воды (фиг. 5). Наружный отлив покрывают железом, внутренние же боковые и верхний откосы оштукатуривают, укрепляя толстый намет (если он получится) гвоздями и оплеткой печной проволокой. К подушке зимней рамы приделывают подоконную доску, сплоченную на шпонках и склеенную из 6-*см* сосновых досок. Подоконник осмаливают снизу и укладывают по войлоку и алебастровому раствору, соединяя его с подушкой зимней рамы в шпунт. Внутренний край подоконной доски должен на 4—7 *см* свешиваться внутрь комнаты с тем, чтобы выбранная снизу доски дорожка могла служить слезником, не допуская стекания воды с подоконника на стену, в противном случае стена будет сырой.



Фиг. 2.

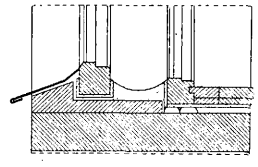


Фиг. 3.

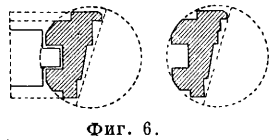


Фиг. 4.

Оконные рамы деревянных строений. Для деревянных рубленых строений оконные рамы выделывают из 30—34-*см* пластин, зафальцовывая их с внутренней стороны для установки летнего и зимнего переплетов и выбирая с наружной стороны косяков паз, шириною и глубиною 8 *см*, для насаживания их на гребни венцов простенка (фиг. 6). Гребни обертывают войлоком и слегка промазывают дегтем. Если стена обшивается досками, то с лицевой стороны рамы в косяках выделывают четверти для концов обшивочных досок. Для соединения подоконника с подушкой рамы на первом зарубают гребень, а во второй сбоку выбирают паз. Подоконник поддерживается двумя деревянными кронштейнами (фиг. 7). Ширина подоконника в этом случае должна быть не более 15 *см*. По фиг. 6 и 7 оконные рамы приспособлены для того, чтобы открывать переплеты внутрь помещения. При открывании их наружу зафальцовка рам примет вид, указанный на фиг. 8. Вяжут оконные рамы в углах прорезным шипом или прорезною лапою. Между каждой перекладиной рамы и перекрывающим ее венцом оставляют щель в $^1/_{20}$ (приблизительно) высоты рамы на случай осадки стен здания. Щель закладывают двумя клинообразными досками, обернутыми войлоком или паклею. После того как произойдет некоторая осадка одну или, если нужно, то и обе доски вынимают, проконопачивая щель плотно паклею.

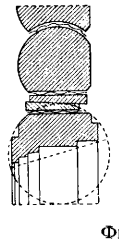


Фиг. 5.

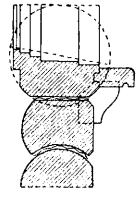


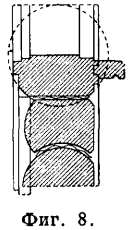
Фиг. 6.

Оконные переплеты. Оконные переплеты делают глухие, не приспособленные для открывания их, и створные, открывающиеся внутрь комнат или наружу. В жилых помещениях в настоящее время оба переплета, и летний и зимний, делают-



Фиг. 7.

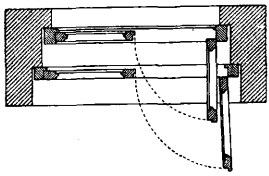




Фиг. 8.

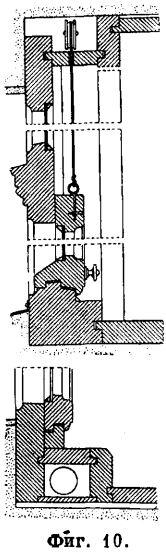
ся створными и открывающимися или оба внутрь комнаты или летний—наружу, а зимний—внутрь. Иногда зимние переплеты делают глухими, что сопряжено однако с неудобством ежегодного вынимания и вставки их и хранения.

Глухие переплеты состоят из обвязки и перевязи, состоящей в свою очередь из средников и горбылей, выделанные все из 5-*см* сосновых столярных досок. Ширина обвязок 7,5—9 *см*, средников 6—7,5 *см*, горбылей 3—3,5 *см*. Обвязка вяжется в углах двойным прорезным шипом, скрепляется нагелями; средники соединяются с обвязкой сквозным двойным шипом и нагелем, а горбыли—с обвязкой и средниками при помощи шипов и соответственных им гнезд; все части по их пригонке склеиваются столярным клеем. Для вставки стекол обвязка, средники и горбыли зафальцовываются четвертью, имеющей ширину и глубину в 1,25—2,00 *см*: обвязка—лишь с внутреннего канта, а средники и горбыли—с обоих боковых кантов. С противоположной стороны все канты, обращенные к стеклам, обрабатывают калевкою.

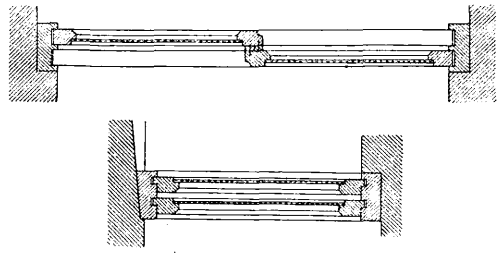


Фиг. 9.

Створные переплеты (фиг. 9), в отличие от глухих, состоят из одной, двух или трех основных частей—створок и фрамуги, представляющей собою верхнюю независимую от створок часть переплета окна. В зависимости от размеров и назначения створные переплеты бывают: одностворные — когда они состоят каждый из одной створки; двухстворные—когда каждый переплет имеет две створки; эти два типа переплетов м. б. с глухой (неподвижной) или откидной фрамугой. Малые О. обыкновенно делают одно- или двухстворными без фрамуги, средние и большие состоят из трех частей: двух створок и фрамуги, для к-рой назначают около $^2/_7$ высоты О. В зависимости от формы оконного перекрытия фрамуга м. б. прямоугольная или в виде полукруга; она состоит из обвязки в виде рамки из 4 брусков (при прямоугольных О.) или рамки с полукруглым верхом (при полуциркульных О.). В обоих случаях перевязью служат горбыли, которых может и не быть. При широких (венецианских) О. створки разделяют друг от друга глухим переплетом, независимо от того, имеют ли О. фрамугу или нет. Все части створных переплетов изготовляются из 6-*см* сосновых столярных досок; вяжутся они так же, как и глухие переплеты; обвязки делают шириной ок. 8 *см*. Неподвижная фрамуга соединяется со створками в четверть. Нижние бруски обвязки створок и фрамуги летних переплетов делаются с отливом, чтобы предохранить стыки от косого дождя, причем отлив снабжают снизу съемцами, служащими слезником. Створки стыкают скошенным фальцем, прикрывая

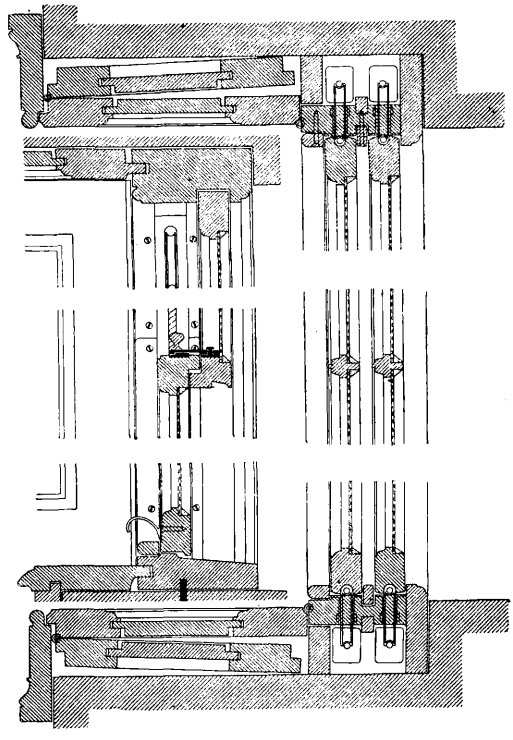


Фиг. 10.



Фиг. 11.

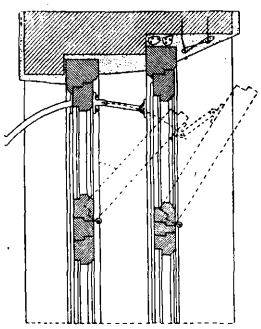
шов планкою или т. н. губкою, прибиваемой к обвязке тонкими гвоздями; к стойкам рамы створки прифальцовываются простым или полукруглым фальцем. Если оба переплета О. (и летний и зимний) открываются внутрь помещений, то размеры зимнего переплета делают на 7—11 *см* шире и на 3—4 *см* больше по высоте, с тем чтобы летние створки могли быть открыты под прямым углом к плоскости стены. В местах примыкания стекол створные переплеты зафальцовываются, как глухие. Стекла вставляют в переплеты на масляной замазке.



Фиг. 12.

Раздвижные или подъемные переплеты. Получили применение (почти исключительно в Америке и в Англии) также переплеты раздвижные, передвигаемые в сторону, и подъемные, поднимаемые вверх при их открывании и опускаемые вниз

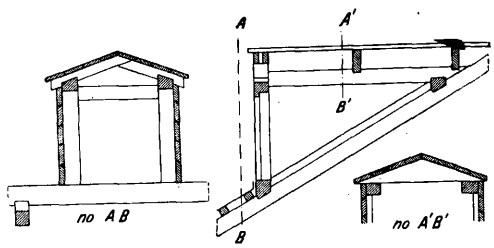
при их закрывании. В обоих типах один переплет заходит за другой, открывая при этом половину О. Движение происходит в пазах, выделанных в оконных рамах. Для облегчения подъема больших переплетов последние подвешивают на шнурах с противовесами, перекинутых через ролики; противовесы перемещаются внутри деревянных футляров. Фиг. 10 наглядно рисует устройство такого подъемного переплета с противовесами. На фиг. 11 представлено малое окно с раздвижными переплетами, а на фиг. 12—большое О. с подъемным переплетом на противовесах и со складными откидными ставнями. В Германии эти переплеты не получили распространения вследствие присущих им недостатков. К последним относятся: а) неплотность в фальцах; б) шум, производимый переплетами в ветренную погоду, вследствие той же неплотной пригонки; в) легкое проникание дождя в фальцы, отчего переплеты набухают, затрудняя их передвижение; г) затруднительность очистки О.; д) при наличии противовесов—более сложное устройство О. Положительными качествами этих переплетов являются: а) легкость и простота открывания их; б) большая сохранность стекол и самих переплетов; в) при отсутствии противовесов меньшая стоимость переплетов в виду меньшей потребности в оконном приборе. Наличие противовесов устраняет эту выгоду. Отсутствие же противовесов может повлечь за собой при неосторожном обращении внезапное падение подъемного переплета и разбитие стекол, а иногда и порчу самого переплета. Раздвижные и подъемные переплеты обладают еще тем недостатком, что их половинки не лежат в одной плоскости, что придает им некрасивый вид. Это м. б. однако парализовано при небольших О. устройством одного паза и одновременным применением прижимных пружин; это мероприятие однако влечет за собой более затруднительное передвижение переплетов и частое заедание их. В Англии и в Америке применяются ординарные переплеты. При двойных же переплетах (летнем и зимнем) большинство присущих раздвижным и подъемным переплетам недостатков усугубляется.



Фиг. 13.

Металлич. переплеты при надлежащем уходе за ними более долговечны, чем деревянные, но с другой стороны—более дороги и более теплопроводны (при сильных морозах на них образуется иней). Рамы делают из углового или таврового железа малых профилей. Переплеты склепывают: обвязки—из углового, а средники и горбыли—из таврового железа также малых профилей. Стык между створками переплетов прикрывается планкой, приклепанной к средней обвязке одной половинки переплета. Стекла в железные переплеты вставляют на двойной суриковой замазке.

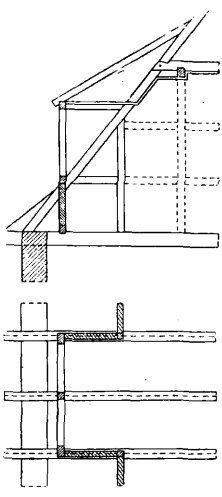
Форточки. Устраиваемые в О. форточки имеют целью проветривать зимою помещения и состоят из небольшой рамки, связанной из брусков толщиной 5—6 *см* и шириной 4,5—5 *см*. Сверху эта рамка примыкает к верхнему бруску обвязки, снизу же поддерживается горбылем. Зафальцовка брусков обвязки ничем не отличается от зафальцовки оконного переплета. Чтобы форточки (летняя и зимняя) свободно открывались, форточки зимнего переплета делают на 1,5—3 *см* больше форточек летнего. Взамен форточек иногда устраивают откидные фрамуги более гигиеничные, чем форточки, т. к., открывая большее отверстие, чем последние, они направляют струю холодного воздуха к потолку, устраняя тем самым дутье. Откидные фрамуги помещают в рамках или отделяют от створок импостом (фиг. 13), зафальцованным и скрепленным со стойками рамы шипами на клею.



Фиг. 14.

Для предохранения от вредного влияния атмосферы оконные переплеты как деревянные, так и железные шпаклюют и покрывают два раза масляной краской.

Оконный прибор. Для навешивания створных переплетов применяют металлич. петли (железные или железные, но обтянутые медью; шарнирные или съемные). Для запирания переплетов служат задвижки — верхние длиною 27—55 *см* и более и нижние длиною 13—18 *см*, и шпингалеты, которые дают возможность одним приемом закрыть О. Шпингалеты бывают поворотные и выдвижные. Для удержания в раскрытом положении летних переплетов, если они открываются наружу, применяют ветровые крючки, проволочные или слесарной работы; пробой этих крючков ввинчивается в раму, а ушко в переплет. Для лучшего скрепления обвязок в углах применяют часто угловые накладки, железные или медные, прикрепляемые шурупами к брускам обвязки; особенно хороши такие накладки при больших тяжелых переплетах и при ремонте старых.

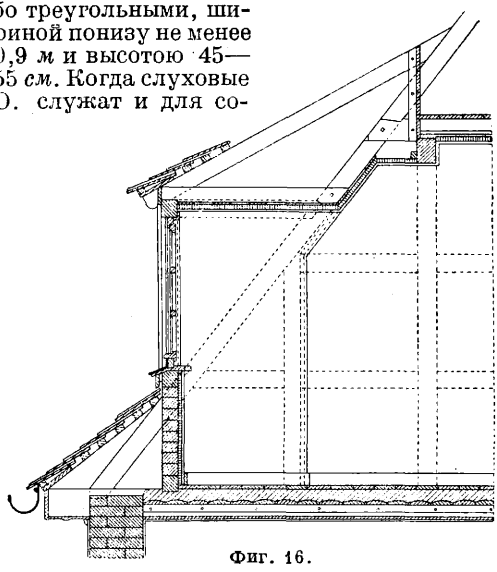


Фиг. 15.

Оконные ставни. Различают внутренние и наружные ставни и *жалюзи* (см.).

Наружные ставни имеют преимущественное применение в сельском строительстве и изготовляются одностворные или двухстворные. Назначение ставень—предохранять помещение гл. обр. от солнечных лучей. Внутренние ставни употребляются редко; состоят они из нескольких отдельных частей, связанных между собой шарнирами и позволяющих сложить ставни так, чтобы они уместились в оконной притолоке. Каждая часть состоит из обвязки и филенок; в простейшем виде вертикально сплоченные доски скрепляются шпонками или планками. В закрытом положении внутренние ставни закрепляются двойными задвижками.

Слуховые О. Для освещения и проветривания чердаков на скатах крыши или в щипцовых стенах устраивают т. н. слуховые О. На скатах крыши слуховые О. состоят из кружальца, служащего рамой для переплета со стеклами. Кружальца прибиты к доске подрешетки и покрыты железом. Эти слуховые О. делают полукруглыми либо треугольными, шириной понизу не менее 0,9 *м* и высотою 45—55 *см*. Когда слуховые О. служат и для сообщения с крышей, их делают прямоугольными, больших размеров (фиг. 14). На фиг. 15 и фиг. 16 (в более детальном разрезе) показано слуховое О. чердачного помещения при крутой крыше.



Фиг. 16.

Лит.: Брилинг С. Р., Пособие для проектирования и составления смет и отчетности на строит. работы, 3 изд., М.—Л., 1930; Фрик О. и Кнолль К., Части зданий и строит. работы, пер. с нем., ч. 1—2, М., 1929; Стаценко В., Части зданий, Гражданская архитектура, 8 изд., М.—Л., 1930; Герольский С. М., Гражданская архитектура, 2 изд., ч. 1, М., 1929; Шишко Л., Части зданий, М., 1928; Рошефор Н., Иллюстр. урочное положение, М., 1929; Handbuch der Architektur, hrsg. v. J. Durm u. E. Schmitt, 2 Aufl., T. 3, B. 3, H. 1; Frick O. u. Knöll K., Die Konstruktion v. Hochbauten, 5 Aufl., B.—Lpz., 1927; Das Handbuch d. Bautechnikers, hrsg. v. H. Issel, B. 4, Der innere Ausbau, 3 Aufl., Lpz., 1911.

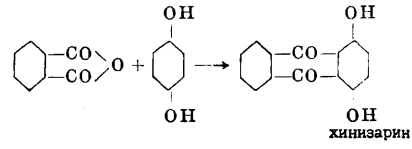
С. Брилинг.

ОКСАЛАТЫ, соли и эфиры *щавелевой кислоты* (см.).

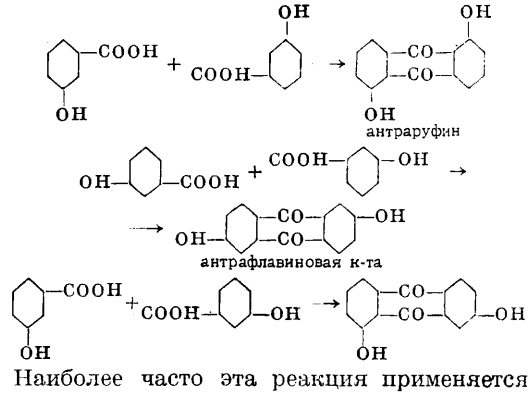
ОКСАМИД, амид *щавелевой кислоты* (см.).

ОКСИАНТРАХИНОНЫ, полиоксиантрахиноны, производные *антрахинона* (см.), содержащие гидроксильные группы. О. являются либо *красящими веществами* (см.) либо *промежуточными продуктами синтеза красителей* (см.) и м. б. получены по одному из нижеследующих методов.

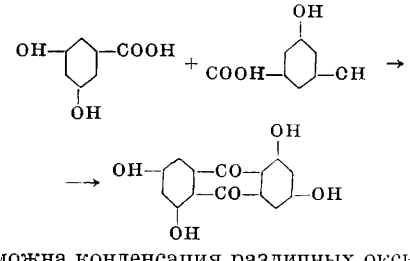
1. Синтетич. замыкание антрахинонного цикла (из карбоновых кислот, содержащих окси-группы). а) При конденсации производных фталевого ангидрида с фенолами, аналогично синтетическому получению антрахинона, как например



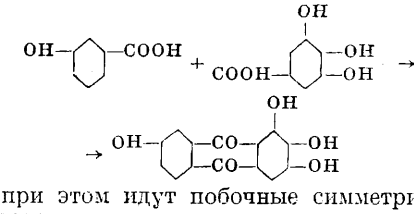
б) При конденсации двух молекул оксибензойной кислоты, содержащей по крайней мере одну гидроксильную группу в *м*-положении к карбоксильной, и содержащей незамещенный водород в одном из *о*- или *п*-положений. При этом для простейшей *м*-оксибензойной кислоты возможны три случая конденсации, когда замыкание цикла идет в оба *о*-положения к гидроксильным группам, либо в оба *п*-положения, либо в *о*- и *п*-положения по схемам



Наиболее часто эта реакция применяется для получения антрахризона по схеме



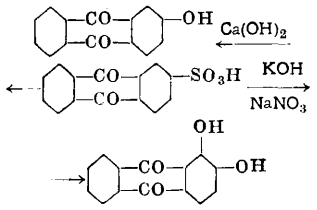
Возможна конденсация различных оксипроизводных бензойной к-ты, напр.



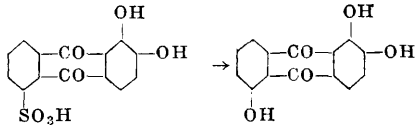
но при этом идут побочные симметричные реакции.

2. Превращение первичного заместителя антрахинона. а) Из сульфокислот антрахинона—при действии $Ca(OH)_2$ или едких щелочей; в последнем случае реакция

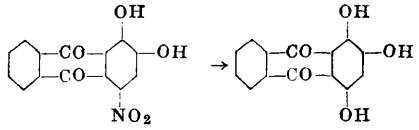
сопровождается (в особенности в присутствии окислителя) окислением и внедрением лишней гидроксильной группы по схемам



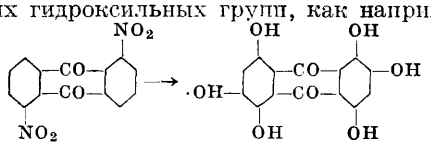
Эта реакция применима и к сульфокислотам готовых оксипроизводных антрахинона, как например



Сульфогруппа в α-положении гидроксилируется значительно легче, чем в β-положении (аналогия с нафталином). б) Из нитропроизводных—либо через амины либо непосредственно, как напр.—получение пурпурина из 4-нитроализарина



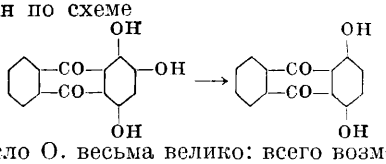
Иногда эта реакция сопровождается и дополнительным окислением и введением лишних гидроксильных групп, как например



но этот метод следует отнести к классу окислительных методов. в) Из галоидопроизводных—как первый синтез *ализарина* (см.), проведенный Гребе и Либерманом.

3. Окисление антрахинонных производных: а) в щелочной среде—как в получении ализарина; окислению м. б. подвергнут и сам антрахинон и готовые 1- и 2-оксиантрахиноны; б) в кислой среде (см. *Бонна-Шмидта реакция*). Во избежание разложения полученных продуктов лучше превратить их в эфиры, преимущественно борной кислоты, в виду чего последняя вводится в реакционную смесь. Подобному окислению могут быть подвергнуты антрахинон, его моноокспипроизводные: ализарин и другие, которые в зависимости от условий окисления могут дать целый ряд полиоксиантрахинонов.

4. Удаление части оксигрупп из готовых оксипроизводных при действии восстановителей. Так, пурпурин м. б. переведен в хинизарин по схеме



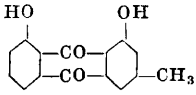
Число О. весьма велико: всего возможны 75 (2 моноокси-, 10 диокси-, 14 триокси-, 22 тетраокси-, 14 пентаокси-, 10 гексаокси-, 2 гептаокси-, 1 октаоксиантрахинон). В ни-

Таблица важнейших оксиантрахинонов.

Положение оксигрупп	Наименование	$t°_{пл.}$	Цвет	Цвет выкрасок по протравам			Примен. как краситель	Способ получения (нумерация—по тексту)
				Al	Cr	Fe		
1	Эритрооксиантрахинон	193	Оранж.	—	Красн.	—	—	1(а),2(а)
2	Бетаоксиантрахинон	302	Желт.	—	Красн.	—	—	1(а),2(а)
1,2	Ализарин	289	Оранж.	Красн.	Коричн.	Фиол.	+	1(а),2(а),3
1,3	Ксантопурпурин	264	Желт.	Желт.	Желто-коричн.	Желт.	—	1(а),4
1,4	Хинизарин	198	Красн.	Роз.	Син.	—	—	1(а),3,4
1,5	Антраруфин	280	Желт.	—	—	—	—	1(б),2(а),2(б)
1,8	Хризазин	193	Желт.	—	Красн.	—	—	2(а),2(б)
2,3	Гистазарин	>260	Желто-коричн.	Красн.	Красно-коричн.	Фиол.	—	1(а)
2,6	Антрафлавиновая к-та	>330	Желт.	—	—	—	—	1(б),2(а)
2,7	Изоантрафлавин. к-та	>330	Желт.	—	—	—	—	2(а)
1,2,3	Антрагаллол	313—314	Оранж.	Коричн.	Коричн.	—	+	1(а),1(б)
1,2,4	Пурпурин	257—259	Оранж.-красн.	Алый	Красно-коричн.	—	+	3(б)
1,2,5	Ализарин яркий бордо R	278	Красн.	Красн.	Коричн.	Фиол.	+	2(а),3(б)
1,2,6	Флавопурпурин	360	Золот.	»	»	»	+	2(а)
1,2,7	Антрапурпурин	369	Оранж.	»	»	»	+	2(а)
1,2,8	Оксихризазин	230	Оранж.	»	»	»	+	2(а),3(б)
1,2,3,4	—	—	»	»	»	»	+	3(б)
1,2,4,5	Пурпурин бордо	—	»	Алый	Фиол.-коричн.	Син.	+	3(б)
1,2,4,8	»	—	»	»	»	»	+	3(б)
1,2,5,6	Руфиопин	316—318	Оранж.	Красн.	Коричн.	Фиол.	+	1(б),2(а)
1,2,5,8	Хинализарин	>275	Красн.	Бордо	Сине-крас.	—	+	3(б)
1,3,5,7	Антрахризон	>360	Желтый	—	—	—	—	1(б)
1,2,4,5,8	Ализарин пентацианин	—	Коричн.	Фиол.	Синий	—	+	3(б)
1,2,3,5,6,7	Руфигаллол	259	Красн.	Сине-красн.	—	Фиол.-черн.	+	1(б)
1,2,4,5,6,8	Антраценовый синий WR	—	Коричн.	—	Синий	—	+	3(б)
1,2,4,5,7,8	Ализарингексацианин	—	—	—	Зелено-синий	—	+	3(б)
1,2,3,4,5,6,7,8	—	—	Красно-коричн.	—	Красно-синий	—	—	3(б)

жеследующей таблице приведены наиболее важные из О. (знаком + отмечены О., находящие применение в качестве красителей). См. также *Красящие вещества*, естественные, ст. 418.

Существует ряд метильных производных О., из к-рых наиболее важна группа хризофановой к-ты или 3-метилхризазина



содержащаяся в растениях семейств Rheum, Rumex, Frangula. Некоторые метилоксиантрахиноны сопровождают ализарин в естественном крапе.

Лит.: Houben J. u. Fischer W., Das Anthracen u. die Anthrachinone, B., 1928; Barnett E. de Barry, Anthracen a. Anthraquinone, L., 1921; Gnehm R., Die Anthracenfarbstoffe, Brschw., 1897; Fierz-David H. E., Künstliche Organische Farbstoffe, B., 1926. **И. Иоффе.**

ОКСИКИСЛОТЫ, органич. карбоновые к-ты, содержащие кроме карбоксила одну или несколько гидроксильных групп в углеводородном радикале, т. е. при углеродных атомах, не связанных с кислородом. Различают О. жирного, ароматич., алициклич. и гетероциклич. рядов; жирные О. в свою очередь делятся по взаимному положению групп COOH и OH (по расстоянию между ними) на α-, β-, γ-, δ- и т. д.-оксикислоты. Гидроксил в О. может иметь спиртовый либо фенольный характер; соответственно этому О. подразделяют на спиртокислоты и фенолокислоты (в последних гидроксил связан с углеродом ароматич. ядра). Как свойства, так и способы получения О. имеют двойственный характер, определяемый наличием в них одновременно кислотной и спиртовой (либо фенольной) функции.

Свойства. О. жирного ряда—кристаллич. или сиропообразные вещества, не поддающиеся перегонке вследствие легкой разлагаемости. Они хорошо растворимы в воде и б. ч. растворимы в спирте; растворимость их в эфире уменьшается с возрастанием числа гидроксильных групп. Фенолокислоты—кристаллич. вещества, мало растворимые в холодной воде, лучше—в спирте и эфире; из них *о*-О. легко растворимы в хлороформе, летучи с водяным паром и дают цветные реакции с $FeCl_3$ (синее или фиолетовое окрашивание).

В химич. отношении О. проявляют как свойства карбоновых кислот, так и свойства спиртов или фенолов. Как спиртовые (фенольные), так и карбоксильные гидроксилы в О. могут быть этерифицированы; при действии металлического Na все гидроксилы замещают свой водород на натрий, например: $CH_2(OH)\cdot COOH \rightarrow CH_2(ONa)\cdot COONa$; при действии PCl_5 группы OH замещаются хлором: $CH_2(OH)\cdot COOH \rightarrow CH_2Cl\cdot COCl$. В полученных соединениях заместители (углеводородные радикалы, металл или галоид), смотря по месту их вхождения, удерживаются с неодинаковой прочностью, что ясно обнаруживается например при гидролизе продукта. При действии HCl и HBr лишь спиртовый гидроксил оксик-ты замещается галоидом, в случае HJ—водородом; под действием хлора и брома О. окисляются. При действии разбавленной серной кислоты α-О. распадаются на муравьиную к-ту и альдегид либо кетон, напр.:

$$\underset{\text{молочная к-та}}{CH_3\cdot CH(OH)\cdot COOH} = HCOOH + \underset{\text{ацетальдегид}}{CH_3\cdot CHO};$$

β-О. в этих же условиях распадаются на воду и непредельную к-ту, напр.:

$$\underset{\text{гидракриловая к-та}}{CH_2(OH)\cdot CH_2\cdot COOH} = H_2O + \underset{\text{акриловая к-та}}{CH_2 : CH\cdot COOH}.$$

При перегонке α-О. отщепляют воду и дают внутренние эфиры, т. н. лактиды, образованные двумя молекулами О.; γ-О. и δ-О. отщепляют воду даже самопроизвольно и переходят в *лактоны* (см.). При нагревании фенолокислот *о*- и *п*-соединения распадаются на CO_2 и фенолы; *м*-О. более устойчивы и нередко перегоняются без разложения.

Получение. Свободные О., их соли и эфиры распространены в растительных организмах, гл. обр. в плодах, откуда они нередко извлекаются с промышленной целью. Нек-рые О. жирного ряда (молочная, лимонная) являются продуктами брожения сахаристых веществ и получаются этим путем в технич. размерах. Синтетически О. могут быть получены следующими общими методами: 1) из галоидозамещенных к-т заменой галоида на гидроксил (действием воды или оснований, или уксуснокислого серебра с последующим омылением полученного сложного эфира); 2) из аминокислот действием азотистой к-ты, напр.

$$\underset{\text{гликоколь}}{CH_2(NH_2)\cdot COOH} + HNO_2 = \underset{\text{гликолевая к-та}}{CH_2(OH)\cdot COOH} + H_2O + N_2$$

(в случае ароматич. аминокислот первоначально образуются диазосоединения, разлагаемые далее водой); 3) омылением α- и β-оксинитрилов, напр.

$$CH_2(OH)\cdot CN + 2H_2O = CH_2(OH)\cdot COOH + NH_3,$$

получаемых в первом случае присоединением HCN к альдегидам или кетонам, а во втором—из гликолей по схеме $CH_2OH\cdot CH_2OH \rightarrow CH_2OH\cdot CH_2Cl \rightarrow CH_2OH\cdot CH_2\cdot CN$; 4) частичным окислением гликолей, содержащих по крайней мере одну первичную спиртовую группу ($-CH_2\cdot OH$); 5) восстановлением альдегидо- и кетонокислот или их эфиров, напр.:

$$\underset{\text{ацетоуксусный эфир}}{CH_3\cdot CO\cdot CH_2\cdot COOC_2H_5} + H_2 = \underset{\text{эфир } \beta\text{-оксимасляной к-ты}}{CH_3\cdot CH(OH)\cdot CH_2\cdot COOC_2H_5};$$

6) синтезом из альдегидов или кетонов и эфиров галоидозамещенных к-т в присутствии цинка или магния (С. Реформатский):

$$R\cdot CHO + CH_2Br\cdot COOR' + Zn = R\cdot CH\begin{cases} OZnBr \\ CH_2\cdot COOR' \end{cases} \rightarrow$$

$$\xrightarrow{+H_2O} R\cdot CH\begin{cases} OH \\ CH_2COOR' \end{cases}$$

7) действием цинкорганич. соединений на щавелевые эфиры получаются третичные α-О. (по Франкланду) следующего вида:

$$\begin{matrix} R \\ R \end{matrix}\!\!>C(OH)\cdot COOH$$

Для фенолокислот применяются еще следующие методы получения, кроме указанных выше: 8) сплавление солей сульфо-

карбокислот со щелочами, например

$$C_6H_4\begin{matrix}SO_3Na\\COONa\end{matrix} \rightarrow C_6H_4\begin{matrix}OH\\COONa\end{matrix}$$

9) окисление фенолов, содержащих боковые цепи, или оксиальдегидов путем сплавления их с едкой щелочью, напр.

$$C_6H_4\begin{matrix}OH\\CH_3\end{matrix} + 2NaOH = C_6H_4\begin{matrix}ONa\\COONa\end{matrix} + 3H_2$$

10) синтез из фенолятов и CO_2 по Кольбе—

$$2C_6H_5\cdot ONa + CO_2 = C_6H_4(ONa)\cdot COONa + C_6H_5\cdot OH$$

(т. о. получаются *о*- и *п*-О.; реакция ведется при нагревании под давлением; полученную двунатриевую соль разлагают HCl); 11) синтез из фенолов и CCl_4 в присутствии щелочи:

$$C_6H_5\cdot OH + CCl_4 + 5KOH = 4KCl + 3H_2O + C_6H_4\begin{matrix}OH\\COOK\end{matrix}$$

Ниже приведен список наиболее важных представителей О.:

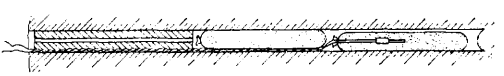
Гликолевая к-та (оксиуксусная)
$CH_2(OH)\cdot COOH$
Молочная к-та (*α*-оксипропионовая)
$CH_3\cdot CH(OH)\cdot COOH$
Яблочная к-та (оксиянтарная)
$C_2H_3(OH)(COOH)_2$
Винная к-та (диоксиянтарная)
$C_2H_2(OH)_2(COOH)_2$
Лимонная к-та (окситрикарбаллиловая)
$C_3H_4(OH)(COOH)_3$
Миндальная к-та (фенилгликолевая)
$C_6H_5\cdot CH(OH)\cdot COOH$
Салициловая к-та (*о*-оксибензойная)
$C_6H_4(OH)\cdot COOH$
Галловая к-та (3, 4, 5-триоксибензойная)
$C_6H_2(OH)_3\cdot COOH$
Кумаровая к-та (*о*-оксифенилакриловая)
$HO\cdot C_6H_4\cdot CH{:}CH\cdot COOH$
Хинная к-та (2,3,4,5-тетраоксициклогексан-1-карбоновая)
$C_6H_7(OH)_4\cdot COOH$.

Применение О. имеют главн. образом в пищевой промышленности, медицине, кожевенном и текстильном деле; различные производные О. используются в красочном, фармацевтич. и парфюмерном производствах (см. соответствующие соединения).

Лит.: Основные руководства по органической химии. **В. Янковский.**

ОКСИЛИКВИТ, взрывчатое вещество для подрывных работ, представляющее собой пористую основу из углеродистого материала, пропитанную жидким кислородом (или обогащенной кислородом фракцией жидкого воздуха). Такая смесь, приготовляемая непосредственно на месте взрыва, способна детонировать при воспламенении в замкнутом пространстве. Впервые эта идея была практически осуществлена Линде; О. применялся между прочим при постройке Симплонского туннеля и в СССР на подрывных работах Днепростроя. В качестве углеродистого вещества применяют пористый уголь, сажу, пробковую муку, древесные опилки, хлебную муку, торф и т. п. Этими веществами наполняют мешочки из пористой ткани, бумаги или тонкого картона; нормальный размер их: ⌀ 30—35 *мм*, длина 250—300 *мм*; одновременно с наполнением в мешочек кладут запал. Приготовленный т. о. патрон совершенно безопасен, т. к. даже запал не содержит в себе детонирующих веществ. Разрез запала изображен на фиг. 1: два провода соединены мостиком из тонкой проволочки, к-рая при пропускании тока раскаляется и передает по фитилю пламя запальной массе, обладающей свойством воспламеняться при низкой темп-ре (обычные патроны с гремучей ртутью и т. п. в этих условиях не всегда надежны). Запальная масса взрывает самый запал, состоящий из такого же углеродистого материала, как и остальной патрон, совершенно неспособного взрывать при обычных условиях и заключенного в металлич. капсулу с прорезами для прохода жидкости. Пропитывание патронов жидким кислородом производится в дьюаровских сосудах (в форме стакана) уже на месте, перед самым их употреблением; пропитывание продолжается 10—15 м., после чего должны следовать непосредственно зарядка скважин и взрыв, т. к. кислород быстро испаряется и спустя 15—30 м., смотря по размерам патрона, О. теряет свои взрывчатые свойства. Разрез буровой скважины с зарядом изображен на фиг. 2; сначала кладут патрон с запалом, затем, смотря по требуемой силе взрыва, еще один или несколько патронов, после чего забивают скважину каким-либо плотным материалом, оставляя в нем непременно узкий канал для выхода испаряющегося кислорода. По силе взрыва О. почти равен динамиту и превосходит аммонал. Взрывчатые константы О. см. ниже в таблице.

Фиг. 1.



Фиг. 2.

Значительн. преимуществом О. как взрывчатого вещества является его полная безопасность не только до момента пропитывания патронов, но, что особенно важно, и спустя 30—40 м. после их снаряжения; т. о. невзорвавшиеся заряды м. б. без всякого риска разряжены и не создают никакой опасности при разборке взорванной породы.

В отношении безопасности применения О. по сравнению с твердыми взрывчатыми веществами статистика несчастных случаев при применении жидкого воздуха за 1928 г. в горной промышленности Пруссии и Тюрингии дает представление о преимуществах О. За этот период времени при работе с твердыми взрывчатыми веществами статистика герм. горной промышленности указывает на 75 *т* израсходованного взрывчатого вещества один несчастный случай. При применении жидкого воздуха один несчастный случай приходится на 308 *т*, или соотношение безопасности равно 1 : 4. При условии получения жидкого воздуха на месте потребления, О. обходится значительно дешевле др. взрывчатых веществ; так, до войны 1914—18 гг. стоимость взрывных работ при помощи О. была на 30% дешевле, чем при применении черных порохов и хлоратов, и на 45% дешевле динамита; в послевоенное время эти

Константы оксиликвита и других взрывчатых веществ.

Название взрывчатых веществ	Плотность заряда: поглотителя	Плотность заряда: готового взрывчатого вещества: (а) найдено, (б) рассчитано	Максимальная теплота при взрыве, Cal/кг	Объем газов на 1 кг в л	t° детонации в °C	Специфич. энергия без учета коволюма, кгм	Расширение в бомбе Траузцли	Скорость детонации в м/сек: (а) открыто, (б) в железной трубе	Величина сжатия свинцовых цилиндров
Оксиликвит: Сажа	0,21	(а) 0,72 (б) 0,75	1 925	535	6 500	13 715	705	4 680	2,35 0,05
Оксиликвит: Пробковая пыль	0,22	(а) 0,63 (б) 0,67	1 660	700	4 195	11 840	655	3 300	2,35 2,80
Оксиликвит: Древесная мука	0,38	(а) 0,82 (б) 0,84	1 535	700	4 095	11 575	535	(а) 3 610 (б) 4 240	2,25 2,80
Оксиликвит: Торф	0,23	(а) 0,53 (б) 0,55	1 670	700	4 385	12 340	605	3 275	2,20
Гремучий студень	—	1,60	1 565	710	4 365	12 465	520	7 800	5,0
Студенистый динамит 64%	—	1,66	1 295	630	3 700	9 490	415	6 100	3,9
Гурдинамит	—	1,68	1 120	540	3 490	7 690	315	6 650	3,1
Аммиачно-селитровое взрывчатое вещество	—	1,14	930	900	2 620	9 855	400	3 700	1,85
Шеддит	—	1,3	1 185	335	4 500	6 090	255	2 500	1,6
Черный порох	—	1,2	665	280	2 380	280	—	300—400	—

числа еще возросли. Дальнейшим преимуществом является независимость горнозаводского предприятия в деле снабжения взрывчатыми веществами. В настоящее время применение О. для взрывных работ широко практикуется гл. обр. в Германии, Франции и США. Потребление О. в 1921—23 гг. в Германии составляло ок. 1 400 000 *л* жидкого кислорода, эквивалентных 1 000 000 *кг* динамита. В среднем подрыв 100 патронов (нормального размера) с О. дает 160—180 *m* взорванной породы.

Лит.: Сухаревский М., Взрывные работы, Харьков, 1929; L'Heure, Les explosifs à oxygene liquide, Brevetés S. G. D. G. Oxyliquit, P., 1923; Lisse L., Das Sprengluftverfahren, Berlin, 1924; Claude G., Air liquide, P., 1925.

ОКСИЛИТ, или оксон, наиболее употребительное название препаратов, основной частью которых является перекись натрия, Na_2O_2. Изготовляются и применяются два типа О.: 1) смесь Na_2O_2 с перекисью калия, K_2O_4, в виде сплавленных кусочков (зерен) неправильной формы, белого или желтоватого цвета, и 2) смесь Na_2O_2 с 2—2,5-кратным количеством хлорной извести, обычно с добавкой небольшого количества солей меди или никеля или перманганата калия; препарат имеет белый или голубовато-серый цвет и выпускается обычно в виде кубиков, получаемых прессованием хорошо перемешанных компонентов. Хлорная известь, вводимая в состав О., д. б. вполне чистой, высокопроцентной (с содержанием ок. 35% активного хлора) и совершенно сухой, для чего ее подвергают длительному высушиванию над H_2SO_4 при обыкновенной $t°$. При изготовлении и хранении О. необходимо тщательно избегать присутствия органических или вообще легко окисляющихся примесей и загрязнений, которые сообщают препарату взрывчатые свойства и способность к самовоспламенению. В присутствии хотя бы следов влаги О. энергично поглощает углекислоту, выделяя одновременно свободный кислород; реакция идет по ур-ию

$$2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_3 + O_2.$$

На этом свойстве О. основано его применение для «регенерации» воздуха на подводных судах, а также в спасательных и пожарных кислородных аппаратах, напр. в аппаратах сист. Дрегера, Поспелова, Фенси, «Пневматоген» и др. (см. *Противогазы*). Для очистки высушенного воздуха О. непригоден, так как при полном отсутствии влаги он не абсорбирует CO_2. При действии воды О. выделяет равномерную струю кислорода и может служить для лабораторного его получения (например в аппарате Киппа); для этой цели весьма удобно пользоваться О. в форме кубиков; 1 *г* Na_2O_2 дает при разложении водой примерно 400 *см*³ кислорода. **В. Янковский.**

Лит.: Г. П. 140574, 168717, 208565; Ан. П. 935542.

ОКСИМЫ, органич. соединения, в состав молекулы к-рых входит оксимидная группа $-N\cdot OH$. Получаются О. действием гидроксиламина, NH_2OH, на альдегиды или кетоны; различают 1) альдоксимы (оксимы альдегидов) и 2) кетоксимы (оксимы кетонов):

I. $R\cdot C\begin{smallmatrix}H\\O\end{smallmatrix} + NH_2OH = H_2O + R\cdot CH:N\cdot OH;$

II. $R_2:CO + NH_2OH = H_2O + R_2:C:N\cdot OH.$

О.—чаще твердые кристаллич. тела, реже—жидкости амфотерного характера—вступают в соединения как с к-тами, так и с основаниями; при нагревании с к-тами они распадаются на гидроксиламин и соответствующий альдегид или кетон; при восстановлении О. дают амины.

Ароматич. альдегиды образуют О. в виде двух изомеров, отличающихся по $t°_{пл.}$; О. с более высокой $t°_{пл.}$ при действии уксусного ангидрида легко распадаются (III), теряя воду и превращаясь в *нитрилы* (см.); плавящиеся при более низкой $t°$ изомеры О. при этой же реакции дают ацетильные производные (IV):

III. $C_6H_5\cdot CH:N\cdot OH \rightarrow H_2O + C_6H_5\cdot CN;$

IV. $C_6H_5\cdot CH:N\cdot OH + (CH_3CO)_2O = C_6H_5\cdot CH:N\cdot OCOCH_3 + CH_3\cdot COOH.$

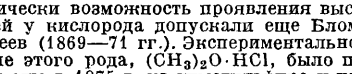
Ароматич. кетоны дают изомерные О. лишь в том случае, если оба радикала, связанные с кислородом, различны; кетоны, содержащие два одинаковых радикала, как дифенилкетон $(C_6H_5)_2CO$, дают лишь один О.: $(C_6H_5)_2C:N\cdot OH$; при замещении атома водорода в одном

из ароматич. ядер какой-либо группой получается кетон, напр. $\begin{matrix} C_6H_5 \\ CH_3 \cdot C_6H_4 \end{matrix}\!\!>CO$, способный дать уже два изомерных оксима. Реакция образования О. применяется иногда для разделения и очистки альдегидов и кетонов, чаще же всего—для их характеристики и идентификации. **Н. Ельцина.**

ОКСИТИОНАФТЕН, см. *Индигоидные красящие вещества.*

ОКСИЦЕЛЛЮЛОЗА, см. *Целлюлоза.*

ОКСОНИЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, комплексные кислородные соединения, образованные за счет проявления высших валентностей у кислорода. О. с. аналогичны аммониевым и тиониевым соединениям, составляя вместе с последними т. наз. «ониевые соединения». В свете обычных структурных представлений О. с. трактуются как соединения с четырехвалентным кислородом и изображаются формулами, подобными формулам аммониевых и тиониевых соединений:



аммониевые соединения — тиониевые соединения — оксониевые соединения

По координационным представлениям Вернера, строение этих соединений выражается ф-лами

$[R_3N \cdots H]X$ $[R_2S \cdots H]X$ $[R_2O \cdots H]X$.

Теоретически возможность проявления высших валентностей у кислорода допускали еще Бломштранд и Менделеев (1869—71 гг.). Экспериментально первое соединение этого рода, $(CH_3)_2O \cdot HCl$, было получено Фриделем еще в 1875 г. из диметилэфира и хлористого водорода; в то время как диметилэфир кипит при $-24°$, этот оксониевый его комплекс имеет $t°_{кип.}$ $-2°$ и $t°_{пл.}$ $-96°$; чтобы пояснить его строение, Фридель впервые указал на необходимость принять в нем четырехвалентный кислород. В 1877 году Вант-Гофф, касаясь вопроса о дополнительных валентностях кислорода, указал, что высшие валентности—третья и четвертая—у кислорода, как и у серы, обладают иным характером, чем первые две, именно основным, вследствие чего они и присоединяют кислоты. Позже, в 1899—1904 гг., подобные же соединения изучили Колли и Тайкл для диметилпирона, как дериваты гипотетические основания гидрония или оксония $H_3O \cdot OH$, аналогичного гидратам аммония, фосфония, тиония, иодония и т. п. Керман получил подобные же соединения для органич. красителей, назвав их азооксониевыми веществами. Байер и Виллигер получили целый ряд О. с. с комплексными к-тами, например с железистосинеродистоводородной, железосинеродистоводородной, кобальтоцианистоводородной, платинохлористоводородной и т. д. и придали О. с. более общее значение.

Челинцев приложил теорию О. с. к объяснению Гриньяровской реакции; впоследствии те же представления были применены и к объяснению разных других реакций в области органич. химии, напр. реакции этерификации. Челинцев же изучил и теплоты образования О. с. на примере индивидуальных магнийорганич. соединений и показал, что по силе оксониевых валентностей кислородные соединения располагаются в следующий нисходящий ряд: альдегиды, кетоны, сложные эфиры, карбоновые кислоты, алкоголи, простые эфиры. На основании многочисленных изученных реакций последнего времени несомненно, что О. с. имеют громадное значение как промежуточные фазы при разных реакциях и в том числе при биологич. процессах (действие ферментов и т. п.).

Лит.: Челинцев В. В., Индивидуальные магнийорганич. соединения и их превращения в оксониевые и аммониевые комплексы, М., 1908; его же, Исследование высших валентностей у кислородных, сернистых и азотистых органич. соединений, М., 1912; Meyer L. u. Mendelejeff D., Abhandlungen über d. natürl. System d. chem. Elemente, «Ostwalds Klassiker», B. 68, p. 108; Tschelinzew W., Die Theorie d. Grignardschen Reaktion, «B», 1904, B. 37; Tschelinzew W., Über die Umwandlung Mg-org. Verb. in Oxoniumbaden und thermochem. Untersuch., ibid., 1905, B. 38, 1906, B. 39; Tschelinzew W., Aetheroxoniumdibromide, ibid., 1909, B., 42, p. 1531 (Оксониевые дибромиды эфиров), «Ж», 1909, т. 41, стр. 131); Tschelinzew W., Sur les composés oxoniens, «Bull. Soc. Chim.», P., 1924, série 4, t. 35, p. 741; Tschelinzew W., Sur les valences supérieures des composés onium, ibid., 1925, série 4, t. 37, p. 176, 182; Friedel Ch., Sur le composé $(CH_3)_2O \cdot HCl$, «Bull. Soc. Chim.», Paris, 1875, Nouvelle série, t. 24, p. 166, 241; Van't Hoff J., Ansichten über organische Chemie, «Lieb. Ann.», Lpz., 1877, B., 184, p. 62; Walden P., Eine genaue historische Zusammenstellung, «B», 1901, Berlin, 34, p. 4185, 1902, B. 35, p. 1764; Collie J. u. Tickle Th., «Journ. Chem. Soc.», L., 1899, p. 710, 1904, p. 971; Kehrmann F., «Liebigs Annalen der Chemie», 1910, B. 372, p. 287; Baeyer A. u. Villiger V., Basische Eigenschaften d. Sauerstoffs, «B», 1901, B. 34, p. 2679, 3615, 1902, B. 35, p. 1201. **В. Челинцев.**

ОКТАВА, музыкальный интервал тонов. числа колебаний к-рых относятся как 2 : 1, Более низкий тон называется основным. более высокий—его О. Созвучие двух тонов, соответствующих О., является наиболее простым и консонирующим созвучием. В музыке интервал в одну О. делится на 12 равных* частей, составляющих темперированную хроматич. гамму; числа колебаний, полученных т. о. тонов N, kN, k^2N, k^3N, ..., $k^{12}N$, причем $k^{12}N = 2N$, откуда следует, что $k = \sqrt[12]{2} = 1{,}05946$. Тоны, применяемые в музыке, заключаются в 8 октавах. Во всех иных видах колебательных явлений (электромагнитные, в частности световые колебания) октавою, как и в акустике, называется интервал между колебаниями с тем же отношением частот. Например колебания, соответствующие области видимого спектра, заключены в одной О. **П. Беликов.**

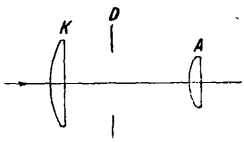
Лит.: См. *Акустика, Звук.*

ОКУЛЯР, часть оптич. прибора, обращенная к глазу наблюдателя. В зрительной трубе (не галилеевой) и микроскопе О. играет роль лупы, предназначенной для рассматривания в увеличенном виде действительного изображения, полученного от *объектива* (см.). Окуляры по своей конструкции распадаются на астрономические и земные. Первые действуют по принципу *лупы* (см.), вторые—сложного *микроскопа* (см.). Наиболее распространенные астрономич. О. состоят обыкновенно из двух линз: обращенной к объективу—полевой линзы, или коллектива, и обращенной к глазу—глазной линзы. В виду того, что действительное изображение, даваемое объективом, не обладает свойствами обычного освещенного предмета и м. б. видимо только тогда, когда глаз находится на пути образующего изображение пучка лучей, иногда очень узкого,—поле зрения окуляра при одной линзе, находящейся непосредственно у глаза, было бы слишком малым. Отсюда вытекает употребление коллектива, который поворачивает пучки лучей от внеосевых точек изображения в глазную линзу. В плоскости изображения, рассматриваемого через глазную линзу, помещается диафрагма, резко очер-

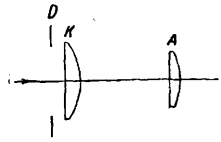
* В отношении тонального восприятия равными являются интервалы двух тонов, имеющих одинаковое отношение чисел колебаний.

чивающая края поля зрения. Оправа О. строится с таким расчетом, чтобы наблюдатель легко мог ставить глаз в определенное положение по отношению к О. Для этого О. иногда снабжают т. н. глазной раковиной.

Наиболее распространенные О. строятся двух типов: Гюйгенса и Рамсдена. Оба эти О. состоят из двух плоско-выпуклых линз, помещаемых друг от друга на расстоянии, приблизительно равном полусумме их фокусных расстояний. Это расположение способствует уменьшению окраски изображения. Две линзы окуляра системы Гюйгенса (фиг. 1)



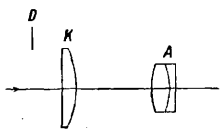
Фиг. 1.



Фиг. 2.

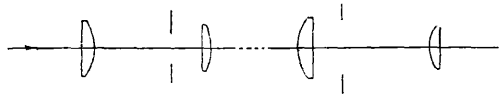
обращены своей выпуклостью к объективу (фиг. 1, где K—коллектив, A—глазная линза, D — диафрагма; стрелкой показано направление от объектива к О.). Фокусные расстояния глазной линзы и коллектива и расстояние между линзами находятся в отношении (приблизительно) 3 : 2 : 1 или иногда 4 : 3 : 2; т. о. изображение, рассматриваемое глазной линзой, лежит между линзами. Поэтому О. системы Гюйгенса в своем обыкновенном положении не м. б. употребляем как лупа и раньше носил название отрицательного О. Благодаря резкости изображения О. сист. Гюйгенса имеет большое применение в астрономич. трубах и микроскопах. О. сист. Рамсдена (фиг. 2) состоит из двух плоско-выпуклых линз одинакового фокусного расстояния F. Теоретически выгодно расстояние между ними сделать равным F, но на практике это неудобно, потому что не дает возможности поместить крест нитей или микрометр перед О. Поэтому расстояние между линзами делается несколько меньше, и в таком виде О. сист. Рамсдена употребляется в геодезич. приборах, окулярных микрометрах и других измерительных инструментах.

О. систем Гюйгенса и Рамсдена дают все же сравнительно небольшое поле зрения с резким изображением (30—40°). Для устранения этого недостатка был придуман ряд других О. более сложной конструкции. О. системы Кельнера (фиг. 3), отличающийся от рамсденовского ахроматич. глазной линзой, дает поле зрения около 50°. Этот О. почти всегда употребляется в призматических биноклях и многих приборах военного назначения. Свободное от искажений изображение при поле ок. 40° дает т. н. ортоскопический О. сист. Аббе, состоящий из 4 линз. Вследствие отсутствия коллектива в этом О. зрачок глаза должен находиться на определенном расстоянии от первой поверхности, что достигается соответственной конструкцией оправы. Очень большое поле зрения (70°) дают О. системы Эрфле, состоящие из 5 линз.



Фиг. 3.

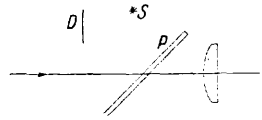
Все перечисленные О. при непосредственном употреблении в зрительной трубе дают обратное изображение, неудобное при наблюдении земных предметов. Это привело к устройству так наз. земных О., обора-


Фиг. 4.

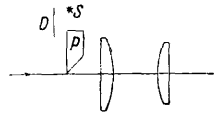
чивающих изображение и действующих по принципу сложного микроскопа. В обычной своей форме они состоят из четырех плоско-выпуклых линз (фиг. 4). Первые две линзы оборачивают изображение, данное объективом, увеличивая его при этом; вторые же две представляют собой гюйгенсовский окуляр, при помощи которого это изображение рассматривается. Часто для оборачивания изображения употребляется система призм (см. *Призма*). Это позволяет пользоваться напр. О. сист. Кельнера.

В микроскопах употребляют т. н. компенсационные О. Они уничтожают остатки окраски изображения, даваемого объективами — апохроматами. Для повышения увеличения зрительной трубы иногда употребляется т. н. линза Барлоу. Это— рассеивающая линза, образующая вместе с объективом систему с увеличенным фокусным расстоянием и следовательно повышающая увеличение трубы при заданном О.

В зрительных трубах Галилея в качестве О. служит отрицательная линза, к-рая в лучших современных биноклях заменена слож-



Фиг. 5.



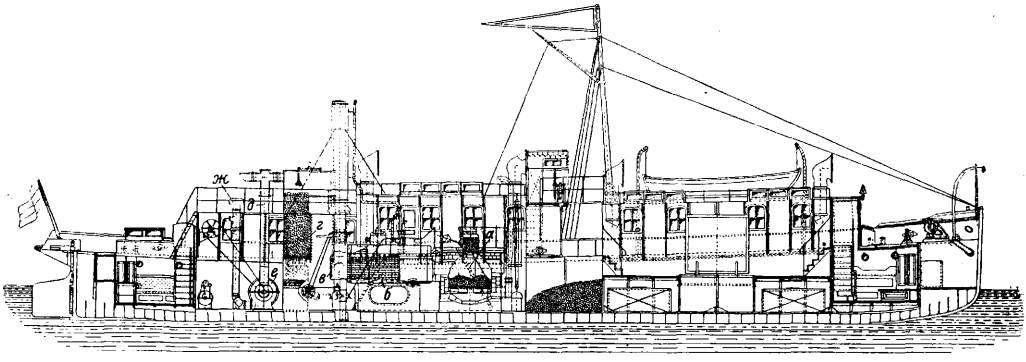
Фиг. 6.

ной системой линз. В нек-рых случаях измерительной практики приходится пользоваться т. н. автоколлимационным О. В нем пучок лучей от соответственного осветителя S (фиг. 5 и 6) отражается от наклоненной пластинки или призмы P, проходит через перекрестие нитей D в поле зрения О. и направляется к объективу, по выходе из которого и по отражении от соответственно расположенного зеркала, он возвращается обратно и дает в поле зрения О. изображение того же перекрестия. Автоколлимационный О. с наклоненной под углом в 45° плоскопараллельной пластинкой (фиг. 5) называется О. системы Гаусса с маленькой призмой— сист. Аббе (фиг. 6).

Лит.: Gleichen A., Die Theorie d. modernen optischen Instrumente, 2 Aufl., Stg., 1929; см. также *Объектив*. **В. Линник.**

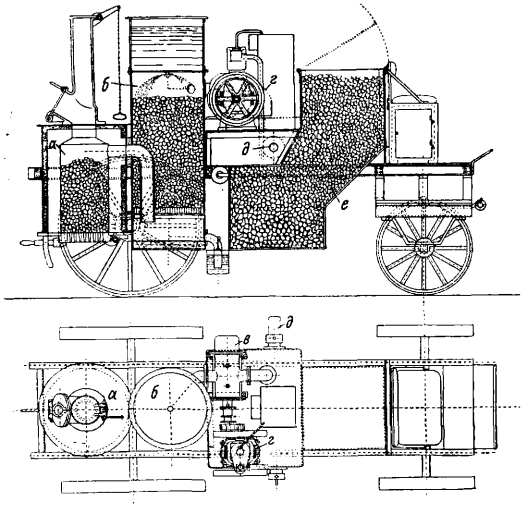
ОКУРИВАНИЕ, применение газообразных ядов для борьбы с вредителями. Окуривание применяют при *дезинсекции* (см.) продуктовых хранилищ, поездов, музеев, библиотек, при *дезинфекции* (см.) различных предметов и пр. Наиболее распространенными ядами, употребляемыми в практике О., являются: окись углерода (CO), сероуглерод (CS_2), сернистый ангидрид (SO_2), цианист. газ (HCN), хлорпикрин (CCl_3NO_2) и никотин ($C_{10}H_{14}N_2$).

При О., производимом в закрытых помещениях, или при О. самих помещений прежде всего требуется их герметичность, для



Фиг. 1.

чего предварительно в них плотно закрывают все отверстия (окна, двери, отдушины, вентиляции, а также всевозможные щели), с дополнительной оклейкой щелей бумагой, замазыванием глиной; открытым оставляют один выход, который закрывают тотчас после введения в помещение, тем или другим способом, газа. В зависимости от условий О. (объем и устройство помещения, объем и вид груза и т. п.), а также свойств применяемого газа и t° воздуха, устанавливают дозировку газообразных веществ, время их действия (экспозиция) и время потребное для выветривания. О. продуктовых хранилищ см. *Дезинсекция*. Никотин употребляется для О. садов при борьбе с яблонной медяницей. Для этой цели в междурядьях зажигают ночью костры, в которые насыпают табачную пыль (1,5 *ц* на *га*). Дым, окутывающий кроны и долго в них задерживающийся, убивает медяницу. Для О. (дезинфекции) пищевых продуктов употребляют только сероуглерод и хлорпикрин как газы, нацело выветривающиеся после О. и не влияющие на вкусовые качества продукта.



Фиг. 2.

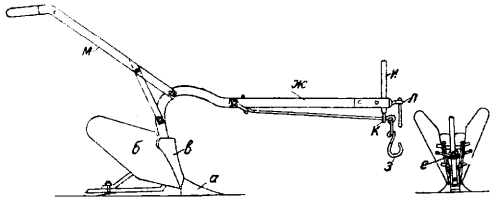
Существуют специальные камеры для О., начиная с небольших ящиков, герметически закрывающихся, и кончая особыми сооружениями с приборами для получения и распределения газов. На фиг. 1 изображен пароход для О. корабельных трюмов генераторным газом состава 5% CO, 18% CO_2 и 77% N. Генераторный газ, вырабатываемый в генераторе *а*, проходит через паровой котел *б*, где он охлаждается; образующийся в котле пар расходуется на приведение в движение вентилятора и судовых вспомогательных механизмов. Из котла газ по патрубку *в* поступает в скруббер *г*, где он очищается от смолистых примесей и затем через трубу *д* всасывается вентилятором *е* и направляется затем через патрубок *ж* по шлангам в подлежащие О. помещения. На фиг. 2 изображен передвижной аппарат для О. генераторным газом, применяемый для дератизации закрытых помещений. Вырабатываемый в генераторе *а* газ проходит через скруббер *б* и затем воздуходувкой *в*, приводимой в движение двигателем внутреннего сгорания *г*, нагнетается через патрубок *д* в шланг, проводящий газ в подлежащее О. помещение. В Германии и США существуют камеры для О. жел.-дор. вагонов; эти камеры представляют длинную стальную или железобетонную трубу, куда по рельсам входит один или несколько вагонов, после чего оба отверстия трубы закрывают крышками и вагоны подвергают О. В карантинном деле окуривание имеет громадное значение; оно применяется для уничтожения завозимых с импортируемыми продуктами вредителей. См. *Дезинфекционные камеры*, *Дезинсекция*, *Дезинфицирующие средства*, *Дымы и туманы*.

Лит.: Холодковский Н. А., Курс энтомологии, 4 изд., т. 1, М.—Л., 1927 (исчерпывающая лит. по О.); Горянинов А. А., Амбарные вредители и борьба с ними, 1924; его же, Удушливые газы на службе сел. х-ву, М., 1925; Парфентьев И. А., Новое в газовой борьбе с вредителями зерна и муки, «Доброхим», М., 1925; Гертопан А., О применении хлорпикрина для борьбы с вредителями зерна и дезинсекции, «Восточно-европейский земледелец», Берлин, 1925, *3*.

В. Модестов.

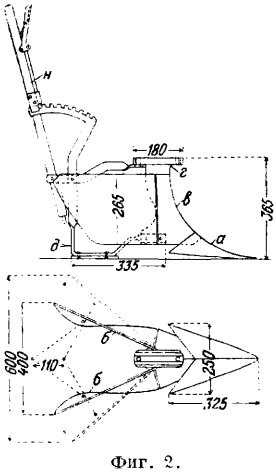
ОКУЧНИК, машина для окучивания растений, т. е. для приваливания земли к их стеблям. Рабочими частями окучника являются (фиг. 1): лемех *а* и отвал *б*, симметрично расположенные по обе стороны орудия, к-рое как бы состоит из двух плугов, сложенных вместе. Лемех подрезает пласт и передает его на переднюю грудную часть *в* орудия, снаб-

женную острым ребром, к-рая и разламывает пласт на две части, а крылья отвалов размельчают землю и отбрасывают ее в стороны. Рабочие части, соединенные вместе, представляют собой то, что называется корпусом О. Если корпус (фиг. 2) имеет самостоятель-

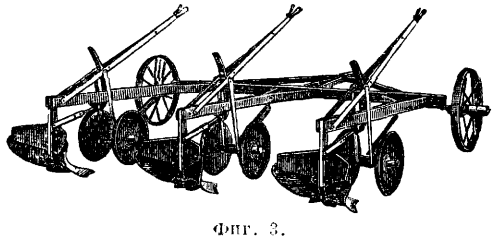


Фиг. 1.

ную стойку *г* и подошву *д*, то он м. б. присоединен к другим орудиям как сменная рабочая часть, напр. м. б. поставлен вместо корпуса плуга. В простейшем случае отвалы представляют собой одно целое, но для того чтобы можно было скучник приспособить к обработке междурядий различной ширины, крылья отвалов делают раздвижными. На фиг. 1 видно шарнирное соединение крыльев отвалов с грудной их частью, что и позволяет ставить их под различными углами, вследствие чего земля может отбрасываться ближе и дальше. Для того чтобы укреплять крылья в желаемом положении, сзади крыльев имеются планки с отверстиями (фиг. 1), которые надеваются на винт стойки и закрепляются при помощи крыльчатой гайки *е*. Конный окучник снабжается грядилем *ж* и тягой, которая оканчивается упряжным крюком *з*; для изменения глубины хода О. на конце грядиля имеется регулятор, состоящий из планки *и* с кольцом *к*, поддерживающей тягу упряжного крюка, и нажимного винта *л*; кроме того для управления ходом О. имеются

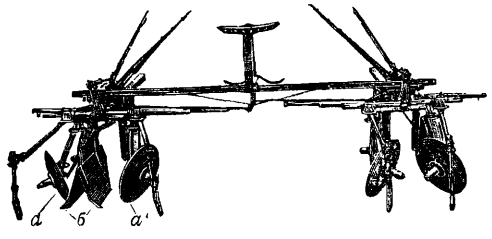


Фиг. 2.



Фиг. 3.

ручки *м*. На фиг. 2 представлен корпус О., снабженный рычагом *и* для раздвигания крыльев. О. во многих специальных орудиях применяется в комбинации с другими почвообрабатывающими орудиями, напр. к грядилю О. могут быть присоединяемы плоские ножевидные лапки, служащие для подрезания сорной растительности в междурядиях. В тех случаях, когда сорняки сильно разрослись, предварительное подрезание их производить необходимо, иначе О. будет при работе забиваться. Для обработки нескольких междурядий сразу О. присоединяют к общей ваге; на фиг. 3 дано такое соединение О. на общей раме, применяемое для тракторной тяги, где каждый корпус О. имеет впереди опорные колеса и при помощи рычага м. б. установлен на желаемую глубину. Трактор в этом случае располагается вдоль среднего из обрабатываемых за один проход междурядий. Такие соединенные между собою О. делаются также на четыре и пять рядов в зависимости от мощности трактора. Кроме вышеописанной формы О. применяются дисковые О. (фиг. 4), где рабочей частью О. является диск, поставленный под углом к направлению движения. С левой стороны



Фиг. 4.

представлена комбинация рабочих частей, состоящая из двух дисков *а*, *а*, поставленных вогнутой рабочей поверхностью друг к другу и приваливающих землю к рядку, к-рый располагается между ними, и двух лапок с лемешками, разрыхляющими дно борозды; для того чтобы не были слишком сильно засыпаны растения рядка и не были повреждены, посредине располагается особый щиток *б*. **Б. Криль.**

ОЛЕИН, см. *Олеиновая кислота*.

ОЛЕИНОВАЯ КИСЛОТА, элаиновая кислота, $CH_3(CH_2)_7CH{:}CH(CH_2)_7COOH$. Химически чистая О. к. при обыкновенной $t°$ бесцветная жидкость, застывающая при 4° в очень плотную массу, которая при 14° вновь плавится. Ее уд. вес при 14°—0,898, коэф. омыления 198. При атмосферном давлении О. к. не перегоняется, но при уменьшенном давлении, а также в струе перегретого пара (250°), перегоняется без разложения; $t°_{кип.}$ (при 15-*мм* давлении) 232,5°. В воде О. к. нерастворима, в спирте растворяется значительно легче, чем пальмитиновая и стеариновая кислоты, растворима также в эфире. Подвергнутая действию воздуха, она окисляется, желтеет и приобретает кислую реакцию и прогорьклый вкус. Строение О. к. (нормальная углеродная цепь с одной двойной связью) доказывается реакцией восстановления, при к-рой она полностью переходит в стеариновую к-ту. В связанном виде О. к. находится в виде глицеридов во многих жирах и маслах. Она является главной составной частью невысыхающих масел (оливкового, сезамового, миндального, кокосового, хлопкового и других) и кроме того в

льняном (высыхающем), а также в твердых жирах (бараньем, бычьем, гусином, свином) и в ворвани.

Из многочисленных реакций О. к. следует отметить следующие наиболее важные. При действии азотистой к-ты или раствора бисульфита натрия при нагревании О. к. превращается в стереоизомер—элаидиновую кислоту с $t°_{пл.}$ 44,5°

$CH_3(CH_2)_7—C—H$ $CH_3(CH_2)_7—C—H$

$H—C(CH_2)_7COOH$ $HOOC(CH_2)_7C—H$

цис-форма (олеиновая к-та) транс-форма (элаидиновая к-та)

Эта т. наз. элаидиновая реакция протекает при пропускании через О. к. окислов азота (смесь NO_2 и NO), выделяющихся при нагревании азотной к-ты с мышьяковистым ангидридом. Реакция наступает также при прибавлении HNO_3, уд. в. 1,25 (см. *Жиры и масла*). При действии крепкой серной к-ты на О. к. получается твердый продукт—изоолеиновая кислота с $t°_{пл.}$ 45°. При этом сначала образуется сернокислый эфир оксистеариновой к-ты

$$C_{18}H_{34}O_2 + H_2SO_4 = C_{17}H_{34}(O{\cdot}SO_3H)COOH,$$

к-рый при гидролизе расщепляется на оксистеариновую кислоту, $C_{17}H_{34}(OH){\cdot}COOH$, и H_2SO_4: оксистеариновая к-та при дистилляции отщепляет частицы воды и дает изоолеиновую к-ту [1]. Восстановлением О. к. превращается в стеариновую, что достигается действием HJ или, лучше, водорода в присутствии катализатора, напр. никеля на кизельгуре или другом пористом носителе [2]. Как ненасыщенное соединение О. к. присоединяет по месту двойной связи галоиды, галоидоводородные к-ты, хлорноватистую к-ту и др. При действии озона на раствор олеиновой к-ты в хлороформе получается озонид олеиновой к-ты (см. *Озониды*), расщепляемый водой на нонилальдегид (пеларгон-альдегид), $CH_3(CH_2)_7CHO$, и полуальдегид азелаиновой к-ты, $HOC(CH_2)_7COOH$, чем доказывается строение О. к. [3]. По Варентрапу [4], сплавлением О. к. со щелочами м. б. получена твердая пальмитиновая к-та, но с незначительным выходом. При нагревании 10 ч. О. к. с 1 ч. хлористого цинка получается твердый продукт, состоящий из 75,8% стеаролактона, 15,7% изоолеиновой к-ты и 8,5% насыщенных жирных к-т [5]. Озонид элаидиновой к-ты дает такие же продукты распада, что и озонид О. к., чем подтверждается стереизомерность обеих кислот. При окислении с помощью $KMnO_4$ в щелочном растворе О. к. дает диоксистеариновую к-ту [6]. По Зайцеву [7], это окисление в случае самой О. к. дает низкоплавящуюся диоксикислоту, а в случае элаидиновой к-ты—диоксикислоту с более высокой $t°_{пл.}$.

Получение О. к. Чистая олеиновая к-та м. б. получена по методу Готлиба [8]: техническая О. к., растворенная в избытке раствора аммиака осаждается $BaCl_2$ в виде олеата, к-рый высушивается в струе индиферентного газа и затем многократно перекристаллизовывается из кипящего спирта; примеси линолево- и линоленовокислого бария остаются растворенными в спирте. Для получения чистой к-ты олеат бария разлагают ледяной уксусной к-той. По Фарнштейнеру [9], пользуются смесью бензола со спиртом (бензол с 5% 95%-ного спирта), в которой олеат бария мало растворим и из этого раствора перекристаллизовывается, тогда как бариевые соли других ненасыщенных кислот ($C_{18}H_{32}O_2$, $C_{18}H_{30}O_2$) остаются в растворе. Непосредственно из масел (миндального, оливкового, хлопкового и др.) и жиров (свиного сала) чистая О. к. получается следующим образом: сырье омыляется, и выделенные жирные к-ты нагреваются в течение нескольких часов на водяной бане с окисью свинца, с целью получения свинцовых мыл (смеси жирных к-т), из которых только олеат свинца легко растворим в эфире. Из отделенного т. о. олеата свинца разложением соляной к-той выделяется О. к., к-рая в дальнейшем очищается переводом в соль бария. Если оливковое масло оставить в течение 24 часов с холодным щелоком, то остается неомыленным только триолеин, к-рый может служить хорошим исходным сырьем для получения чистой О. к.

Техническая О. к., олеин. Понятие «олеин» в технике недостаточно стандартизовано. Так, Штадлингер [10] определяет олеин след. обр.: $t°_{заст.}$ ниже +10°, при 20° легко подвижен, нормальный запах, светлый цвет, легкая способность эмульгировать со щелочами, малое содержание неомыляемых и нейтральных жиров, отсутствие загрязнений, отсутствие склонности к осмолению и клейкости, легкая смываемость с тканей содовым раствором, высокая омыляемость, отсутствие ворвани и высыхающих масел. Штипель [11] дает для олеина следующие константы: кислотное число 188,5—195, коэфициент омыления 189—200, эфирное число 0,8—5, иодное число 84—90,7 и содержание неомыляемых 4,5—5%. Нафтали [12] дает следующее определение для олеина: все жидкие к-ты из жиров сухопутных животных и твердых растительных жиров и смеси из таковых, к-рые имеют коэф. омыления 190—205, иодное число до 90, $t°_{пл.}$ до 26° и уд. в. не ниже 0,920 при 15°. По ОСТ [13] олеином называется смесь жидких жирных к-т (главная часть—олеиновая кислота), получаемая расщеплением жиров с последующим отпрессованием стеарина.

Присутствие олеина в масле устанавливается след. образом: каплю испытуемого масла прибавляют к раствору небольшого количества хлопка в конц. серной к-те и медленно при встряхивании прибавляют воду; в присутствии олеина наступает красное окрашивание, при большом разбавлении переходящее в фиолетовое. Определение кислотности, числа омыления и эфирного числа производится обычными методами. Содержание нейтрального жира в олеине качественно устанавливается растворением при нагревании 2 *см*³ олеина в абс. спирте, к этому раствору прибавляется от 1 до 2 *см*³ разбавленного аммиака — наступающее помутнение указывает на присутствие нейтрального жира. Если при кипячении с $^1/_2N$ спиртовым раствором KOH муть не исчезает, то в олеине присутствует минеральное масло (о получении его см. ниже). Различают олеин двух сортов: дистилляционный, содержащий не более 5% примесей—нейтрального жира, и

более темного цвета сапонификат, содержащий их до 14% (сюда включаются и лактоны и внутренние ангидриды жирных кислот); его получают прессованием жирных кислот, полученных тем или иным методом гидролиза жиров. Коэф-т омыления хороших сортов олеина обычно 195—200 и редко—выше 204. Если коэф. омыления значительно выше 208, то следует предположить присутствие к-т коксового и пальмоядерного масел. Это обычно понижает и иодное число и число рефракции; если коэф. омыления ниже 185, следует предполагать присутствие минерального или сурепного масел. Иодное число определяется обычным способом и для нормальных олеинов в большинстве случаев равно от 75 до 85. Рефракция определяется по рефрактометру Цейсса; по Давидсону, показатель рефракции 40—46 при 40°. Сапонификационный олеин содержит омыляемых 94—98%, дистилляционный 92—96%. Вода и загрязнения должны составлять не больше 2%. Огнеопасность (саморазогрев) по ОСТ О. к., к-рая обусловливается экзотермич. явлениями за счет процессов окисления, определяется в аппарате Маккея, где испытывается вата, смоченная О. к. Если $t°$ в аппарате в течение часа поднимается выше 100°, при энергичном кипении водяной бани, то олеин считается огнеопасным. При очень огнеопасных олеинах $t°$ в течение 45 минут достигает 200°. Небольшие количества влаги способствуют самовозгоранию.

Применение О. к. О. к. входит как составная часть во многие смазочные препараты, в чистом виде ее применяют в медицине и в текстильной промышленности (для промасливания шерсти и приготовления различных текстильных препаратов).

Технич. способы получения. О. к. дистилляционную получают на стеариновых з-дах при прессовании смеси дистиллированных жировых к-т. Обычно О. к. получается при т. н. холодном прессовании при давлении ок. 300 *atm*. Полученная О. к., для отделения от стеариновой и пальмитиновой к-т, охлаждается в специальных резервуарах и под давлением фильтруется через специальный фильтр-пресс; при этом твердые части остаются в фильтр-прессе; т. о. можно получить О. к. с $t°_{заст.}$ 7—10°. Кроме механич. способов выделения О. к. были предложены и химические, например растворение в 72—76%-ном спирте на холоду; при указанной концентрации спирт растворяет гл. обр. О. к. и сравнительно мало стеариновую к-ту; смесь к-т со спиртом отфильтровывается через фильтр-пресс. Было предложено также отделять О. к., пользуясь эмульсаторами, для чего к расплавленной смеси жировых кислот прибавлялся реактив Твичелла (см. *Глицерин*), затем кислоты подвергались при охлаждении обычной кристаллизации и наконец—обработке водой. О. к., как наиболее сильно эмульгирующаяся, отделялась от твердых кислот в виде водной эмульсии, которая затем разрушалась электролитами [14]. Предлагалось также воспользоваться разностью растворимости аммиачных мыл О. к. в холодной воде; на этом принципе был основан способ Barbé [15]. Все эти химич. способы не получили развития в жировой технике.

Заменители О. к. В виду сокращения стеаринового производства и дефицита в твердых жирах, в настоящее время потребляющие отрасли промышленности стремятся заменить О. к. другими продуктами (нафтеновыми к-тами, сульфонефтяными к-тами) или эмульсией из жирных или нефтяных масел. Под названием искусственной О. к. предлагались различные жировые продукты. Так как при применении О. к. имеет значение сравнительно трудная ее окисляемость кислородом воздуха и отсутствие самовозгорания на промасленных волокнистых материалах, то к искусственным О. к., обычно содержащим линолевую и линоленовую к-ты, для предупреждения их легкой окисляемости, предлагалось прибавлять вещества, обладающие способностью препятствовать процессам окисления, т. наз. *антиоксигены* (см.), например различные фенолы, в количестве ок. 0,01% [16]; для той же цели предлагали применять азотсодержащие ароматич. соединения основного характера, например анилин, пиридин, хинолин [17]. На основании работ В. Новикова и А. Бага [18], хорошие результаты были получены при применении в качестве защитного средства от окисления высыхающих и полувысыхающих масел β-нафтола в количестве 1%.

Соли О. к. Щелочные соли О. к. получаются действием концентрированных щелоков, поваренной соли и других растворимых минеральных солей на О. к., причем они выпадают из водных растворов. Олеат алюминия, $Al(C_{18}H_{33}O_2)_3$ — студенистая масса, нерастворимая в спирте, трудно растворимая в горячем эфире и петролейном эфире; получается реакцией обменного разложения олеата натрия с квасцами. В технике применяется для загустки смазочных масел, для получения водонепроницаемых тканей. Олеат бария, $Ba(C_{18}H_{33}O_2)_2$—кристаллический порошок, нерастворим в воде, трудно растворим в бензоле и холодном спирте, но заметно растворяется в смеси этих веществ в присутствии следов воды [19]; спекается при 100° без плавления. Олеат свинца, $Pb(C_{18}H_{33}O_2)_2$ — белый порошок, который при 80° сплавляется в желтое масло, растворяется в эфире и петролейном эфире, мало—в абсолютном спирте. Олеат кальция, $Ca(C_{18}H_{33}O_2)_2$, получается из $CaCl_2$ действием щелочной соли олеиновой к-ты; в эфире и спирте нерастворим. Олеат калия, $KC_{18}H_{33}O_2$—прозрачная студенистая масса, растворимая в 4 ч. воды, в 2,15 ч. спирта—при 10°, в 1 ч. спирта—при 50°, в 29,1 ч. кипящего эфира. Олеат железа, $Fe(C_{18}H_{33}O_2)_2$, получается из соли закиси железа действием олеата натрия, красно-бурого цвета; нерастворим в спирте, легко растворим в эфире, бензоле, лигроине. Олеат меди, $Cu(C_{18}H_{33}O_2)_2$, получается из соли натрия О. к. действием сульфата меди; зеленый осадок, плавится при 100° в зеленую жидкость; растворяется с зеленой окраской в холодном эфире, с синевато-зеленой в спирте, легко—в бензоле. Олеат марганца получается из сульфата марганца—осадок цвета мяса, легко растворяется в горячем спирте, в эфире, растворим в хлороформе, бензоле и лигроине. Олеат натрия в технике получается омылением оливкового масла щелочью: кристаллы с $t°_{пл.}$ 232—235°, растворим в 10 ч. воды, в 20,6 ч. спирта при 13° и в 100 ч. кипящего эфира; применяется в медицине. Олеат ртути плавится при 102—103°; в нечистом состоянии мазеобразная масса, мало растворимая в эфире, легко—в бензине, полностью—в жирных маслах; применяется в медицине. Олеат цинка—белый осадок, получается из растворимой соли цинка действием олеата натрия.

Эфиры О. к.—глицериды трех видов: моно- ди- и три-олеины; из них последний, т. н. олеин, $C_3H_5(O{\cdot}CO{\cdot}C_{17}H_{33})_3$—главная составная часть жиров и масел; жидкость без цвета и запаха, с $t°_{заст.}$ 4—5°, с $t°_{кип.}$ (при 18 *мм* давления рт. ст.) 235—240°, при которой он разлагается; D^{15}=0,915; под действием азотистой к-ты переходит в стереоизомер—элаидин ($t°_{пл.}$ 38°); синтетиче-

ски олеин получают нагревая до 240° глицерин с избытком О. к. или 1, 2, 3-трибромпропан с олеатом натрия.

Лит.: [1]) Ssabanejew A., «B», Ref. 1886, B. 19, p. 239; Schukow A. u. Schestakow P., «Chem. Ztrbl.», B., 1903, *1*, p. 825; «Seifensieder—Ztg», Augsburg, 1908, Jg. 35, p. 728, «Z. ang. Ch.», 1914, *27*, p. 1914; [2]) Sabatier P. u. Mailhe A., ibid., 1909, *16*, p. 73; Erdman E. u. Bedford F., «B», 1909, B. 42, p. 1325; Г. П. 211669; [3]) Harries C. u. Thieme C., «B», 1906, B. 39, p. 2844; Harries C., ibid., p. 3728; [4]) «Zeitschrift für ang. Ch.», 1840, *35*, p. 210; [5]) Schmidt M. u. Benedikt R., «Monatshefte f. Chemie», W., 1890, B. 11, p. 90; [6]) ibid., 1887, B. 8, p. 147, 156, 260; [7]) «Journal für prakt. Chem.», Lpz., 1886, B. 34, p. 304, 315; [8]) «Annalen d. Chemie u. Pharm.», Heidelberg, 1846, B. 57, p. 40; [9])«Ztschr. f. Untersuchung der Nahrungs- u. Genussmittel», B. 1899, *2*, p. 1, 1903, *6*, 161; [10]) «Ztschr. d. Deutsch. Öl- u. Fettindustrie», B., 1923, p. 129; [11]) «Seifensieder Ztg», Augsburg, 1923, p. 228; [12])«Ztschr. d. Deutsch. Öl- u. Fettindustrie», B., 1924, p. 619; [13]) OCT 100; [14]) Ам. П. 918612; [15]) Фр. П. 372341; [16]) «Ztschr. d. Deutsch. Öl- u. Fettindustrie», B., 1925, *45*, p. 451; [17]) Г. П. 239289; [18]) «Маслобойное и жировое дело», Москва, 1927, *2*, стр. 17; [19]) Farnsteiner K., «Chem. Ztrbl.», B., 1899, *1*, p. 546.

Любавин Н., Технич. химия, т. 5, ч. 1—2, М., 1910; Таланцев З. М., Технология жиров и масел, ч. 2, М., 1926; Баг А., Исследов. технич. олеина, «Масл.-жир. дело», М., 1926, *12*; Новиков В., О предотвращении самоокисления растительных масел и их жирных к-т, там же, 1927, *2*; Ubbelohde Z., Handbuch d. Chemie u. Technologie d. Öle u. Fette, 2 Aufl., B. 3, Abt. 2, Lpz., 1929; Holde, Kohlenwasserstofföle u. Fette, 6 Auflage, Berlin, 1924; Davidsohn J., Untersuchungsmetoden der Öle, Fette u. Seife, B., 1926. **Г. Петров и А. Рабинович.**

ОЛЕОГРАФИЯ, особый способ многокрасочной хромолитографской работы (см. *Литография*), имеющий целью при возможно более точном воспроизведении тонов оригинала передать своеобразн. характер поверхности масляной живописи—мазки кисти, структуру полотна. Достигается это путем дополнительного пропуска—тискания (без краски) литографированных оттисков при помощи особых пластин с гравированным рельефом, передающим фактуру масляной картины. О. имела большое распространение в последнюю четверть 19 в. В настоящее время О. заменяется различными более совершенными (и более дешевыми) способами репродукции, имеющими в основе фотохимические процессы.

ОЛЕУМ, см. *Серная кислота.*

ОЛЕФИНЫ, см. *Этиленовые углеводороды.*

ОЛИВИН, минерал ромбич. системы, представляет собою ортосиликат Fe, Mg; встречается в виде сплошных масс (горные породы—дунит, перидотит, лерцолит) и отдельных включений и зерен как существенный породообразующий минерал глубинных изверженных пород (габбро, диабаз) и излившихся (базальт). Хим. состав $(Fe, Mg)_2SiO_4$, (7—10% FeO, около 50% MgO и 40% SiO_2), причем относительные количества Fe и Mg варьируют и частью изоморфно замещаются Mn, Zn, Ca, Cu, Ni, а SiO_2 замещается (до 6%) TiO_2. Цвет зеленый различных оттенков, желтый, бурый; блеск стеклянный; прозрачен или только просвечивает. Тв. 6,5—7; уд. вес 3,2—3,5 в зависимости от содержания железа. Излом раковистый, хрупок. Кислотами (HCl и H_2SO_4) разлагается с выделением студенистого кремнезема. На земной поверхности О. поглощает нек-рое количество H_2O и кислорода без значительного изменения свойств. Обычно О. переходит в серпентин по схеме:

$$\underset{\text{оливин}}{3Mg_3FeSi_2O_8} + \underset{\text{вода}}{6H_2O} + \underset{\text{кислород}}{O} = \underset{\text{серпентин}}{3H_4Mg_3Si_2O_9} = \underset{\text{магнетит}}{Fe_3O_4}$$

или

$$\underset{\text{оливин}}{3Mg_3FeSi_2O_8} + \underset{\text{углекислота}}{3CO_2} + \underset{\text{вода}}{4H_2O} + \underset{\text{кислород}}{O} =$$

$$= \underset{\text{серпентин}}{2H_4Mg_3Si_2O_9} + \underset{\text{магнетит}}{Fe_3O_4} + \underset{\text{магнезит}}{3MgCO_3} + \underset{\text{кварц}}{2SiO_2}.$$

Этот процесс охватывает большие массивы оливиновых пород (Урал, Канада, С. Америка, Ю. Африка) и сопровождается выделением хризотилового асбеста, разрабатываемого в больших масштабах. Прозрачный О. светлозеленого цвета идет в огранку как драгоценный камень (хризолит).

Лит.: Фадеев К., Оливиновая группа, «Записки Уральского о-ва любителей ест.», Екатеринбург, 1896, т. 17; Backlund H., Über einige olivinkolen aus d. Lava von Wood-Bay Spitzberger, Kristiania, 1911; Berndt C., Über die Raumgruppe d. olivins, Lpz., 1921; Stark M., Olivine in Massengesteine, «Ztrbl. für Mineral. und Kryst.», 1924, *2*, p. 33. **П. Топольницкий.**

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ К XIV ТОМУ ТЭ.

Абак 629.
Абель-Пенского прибор 452.
Абеля проба 589.
Абсорбция 918.
Автолиз 47.
Автоокисление косвенное 895.
Автооксидатор 894.
Адамсит 25.
Азелаиновая кислота 947.
Азид натрия 351.
Азоксониевые вещества 939.
Азотистая кислота 900.
Азотистокислый натрий 352.
Азотная кислота 900.
Айнштех машина 795.
Аккумулирующие устройства 113.
Аконит 246.
Аконитин 246.
Активация 894, 897.
Акцептор 894.
Ализарин 931.
Ализарингексацианин 931.
Ализариновое масло 668.
Алкилмышьяковая кислота 25.
Альбит 353.
Альдоксимы 938.
Алюминия окись 868.
Алюмосиликаты 854.
Амбарак 544.
Амид натрия 351.
Аммониевые соединения 939.
Ампер-виток 197.
Анастигматы 801.
Ангидрид серный 900.
Аннабергит 534.
Антенна направленная 193.
Антрагаллол 931.
Антрапурпурин 931.
Антраруфин 930, 931.
Антрафлавин 930.
Антрафлавиновая кислота 931.
Антрахризон 930, 931.
Антраценовый синий 931.
Апликация 262.
Апохроматы 799.
Аппарат вытяжной 32.
Аргали 809.
Арилмышьяковая кислота 25.
Аркал 809.
Арренал 25, 28.
Арсаниловая кислота 25.
Арсенаты 18.
Арсениды 13, 23.
Арсенит 16.
Арсенолит 14, 31.
Арсенопирит 24.
Арсеносоединения 24.
Арсиновые кислоты 25.
Арсины 24.
Арсониевые соединения 23.
Астраханит 353.
Астрографы 754.
Астрономия мореходная 98.
Атоксил 26, 28.
Аурипигмент 21, 30.
Ацетат натрия 354.
Ацетат никеля 554.
Ацетонитрил 572.

Балансир 38.
Балка 808.
Банистерин 245.
Барабан 271.
Барабаны Бредфорда 690.
Батик 678.
Бекмана смесь 900.
Белый колотый товар 254.
Бензонафтол 363.
Бензонитрил 572.
Бергмана-Юнка проба 589.
Бертоллиды 400.
Бетаоксиантрахинон 931.
Бикарбонат натрия 353.
Бисульфат натрия 353.
Бисульфит натрия 353.
Бихромат натрия 353.
Болвашки 280.
Бордюры 721.
Борец 246.
Бородка 271.
Брайтсток 476.
Бренкена прибор 452.
Бромелия 427.
Брусовки 161.
Буквоотливная машина 67.
Буксины 258.

Валериана 246.
Ваннеры 702.
Вантгоффит 353.
Вапа 253.
Вариометр 761.
Вата коллодионная 587.
Ватер прядильный 40.
Вельцевание 674.
Верстальная машина 96.
Верстка 65.
Взмет 732.
Вилля проба 589.
Вилькинит 182.
Винная кислота 935.
Винтовая машина 791.
Вискозины 476.
Водок 32.
Водонагреватели 118.
Водород мышьяковистый 23.
Воздушные колпаки 290.
Воронка 664.
Воск горный 880.
Воспламенение 451.
Восстановление 892.
Время вспомогательное 647.
Время машинное 647.
Время нерегулярное 647.
Время основное 647.
Время подсобное 647.
Время прибавочное 647.
Время регулярное 647.
Время ручное 647.
Время установочное 646.
Время штучное 646.
Вспашка 732.
Всплывной процесс 715.
Вспышка 451.
Выключка 63.
Выравниватель 89.
Вытягивание 32.
Вьеля проба 589.

G-кислота 364.
Газовый фактор 490.
Газолин 467.
Галловая кислота 935.
Гармала 245.
Гармин 245.
Гарнитура шрифта 60.
Гашиш 245.
Гвоздезабивной аппарат 785.
Герсдорфит 24.
Гидравлический кпд 292.
Гидрат закиси никеля 552.
Гидрат окиси натрия 351.
Гидрид натрия 350.
Гидрирование 896.
Гидроний 939.
Гидропульт 838.
Гидросепаратор Мензиса 698.
Гидросульфид натрия 352.
Гидросульфит натрия 353.
Гипосульфит натрия 353.
Гипохлорит натрия 352.
Гистазарин 931.
Глазерит 353.
Глазная раковина 941.
Глауберит 353.
Глаукофан 353.
Гликоколь 934.
Гликолевая кислота 934, 935.
Глина обожженная 869.
Глицерин-тринитрат 581.
Гнейст 42.
Головка элеватора 83.
Голяк 827.
Гончарное дело 274.
Горбыль 925.
Горшки стекловарные 870.
Гофмана реакция 572.
Градиент 209.
Гранки 63.
Граночная пленка 96.
Грейфер 89.
Грохот Аллярда 691.
Грунтовалка 721.
Грязевая сальза 478.
Грязевая сопка 478.
Грязевой вулкан 478.
Гудрон кислый 460.
Гуламит 907.
Гусиные шейки (ножницы) 621.

Дальтониды 400.
Дарапскит 353.
Двойка 738.
Двуокись никеля 553.
Двуокись ниобия 557.
Девиация компаса 99.
Дегидрирование 892, 896.
Деление 68.
Депарафинизация смазочных масел 465.
Дерги (ковры) 259.
Держатель отливной формы 89.
Деревянношильковочная машина 794.
Джеджимамили 256.
Диарсины 24.
Дидо система 56.
Диметилнафталин 363.
Динитроанилин 574.
Диоген (соль) 363.
Дистиллат керосиновый 467.
Дисторсия 800.
Дисульфид натрия 351.
Дифенилмышьяковая кислота 25.
Добыча нефти 480.
Докрутка 33.
Документация 650.

Доппель-машина 796.
Дрейф 100.
Дробление избирательное 689.
Дублеры 625.
Дуримет (сталь) 547.
Дутье 909, 910.

Жадеит 353.
Жамка 254.
Жана метод 737.
Железные металлы 542.
Желтое мышьяковое стекло 27.
Жидкость Каде 24.
Живье 740.
Жом 268.
Журавль 36.

Забор 871.
Заготовочная швейная машина 779.
Закаливание 253.
Закись никеля 552.
Закись-окись никеля 553.
Заключительная пластинка 90.
Закон падения тел в воде 692.
Затяжная машина 789.
Звуковая тень 102.
Зелень брауншвейгская 27.
Зелень парижская 17.
Зелень персидская 28.
Зелень шведская 27.
Зелень швейнфуртская 17, 27.
Зелень Шееле 17, 27.
Золотошвейное мастерство 263.
Зонообойки 727.
Зябь 741.

I-кислота 364.
Игрушка 276.
Изделия палиховцев 269.
Излучение направленное 194.
Изоантрафлавиновая кислота 931.
Изонитрил 572.
Изонитросоединения 585.
Изоолеиновая кислота 947.
Изостеризм 916.
Инклинатор 760.
Интертип 65, 86.
Искусственная горная 27.

Kawa (Кава) 245.
Какодил 24.
Какодил хлористый 24.
Какодиловая кислота 25.
Калагай 268.
Каленница 870.
Калхицин 246.
Кальцинация 673.
Камень архитравный 921.
Камнерезное дело 273.
Камшафт 37.
Канал 429.
Канал промежуточный 83.
Кап 181.
Каракуль 819.
Карасс 274.
Карбиламины 571.
Карбоксигемоглобин 911.
Карболовое масло 361.
Карбонат натрия 353.
Карбонилы металлов 915.
Карбофракс 865.
Каргазяче (гипс) 256.
Каро кислота 900.
Каталки 720.
Квадрант 36.
Квадрат типографский 57.
Квадраты 56.
Кварц плавленый 854.
Кегль 58.
Кетоксимы 938.
Килимы 259.
Кильны 673.
Киндяки 264.
Кир 478.
Кирва (шляпка) 721.
Кисели 41.
Китона смесь 900.
Клайдонограф 197.
Классификация мокрая 695.
Классификация сухая 695.
Клаудетит 15.
Клещи затяжные 786.
Клещи компостирующие 657.
Клинья 89.
Клозеты 504.
Кобальт шпейсовый 30.
Кобальткарбонил 918.
Кобальтовый блеск 30.
Коврики комаловые 275.
Ковровое дело 257.
Когарт 871.
Кока 245.
Кокаиновое дерево 245.
Колесо единичное 71.
Колесо направляющее 312.
Коллектив 940.
Колодка затяжная 772.
Колориметрия 754, XIV.
Колумбий 557.
Колумбит 558.
Колчедан никелевый 30.
Комбар 819.
Компараторы 211.
Комплект заготовочный 773.
Комплект подошвенный 773.
Конопля индийская 245.
Контрсобачка 73.
Концентраты 687.
Концентрация на столах 700.
Кораблевождение 98.
Королевская желтая 27.
Корпус 57.
Косяки 922.
Коцы (ковры) 259.
Коэфициент наполнения 292.
Коэфициент равнопадаемости 693—694.
Краски керосиновые 501.
Крекинг-процесс 465.
Кривые Анри 699.
Криолит 352.
Кролевецкие изделия 255.
Кружево 260.
Кручение 32.
Крюк 254.
Крючки ветровые 928.
Ксантопурпурин 931.
Кудрявомятное масло 54.
Кумаровая кислота 935.
Кунганы 270.
Купоросное масло 578.
Кургашка 826.
Курс корабля 99.

Лак (тесто) 722.
Лактиды 934.
Лактол 363.
Лактоны 934.
Латук 245.
Лёвеит 353.
Левкас 252.
Леллингит 24, 30.
Лимонная кислота 935.
Линза Барлоу 942.
Линотип 64, 79.
Литера 58.
Литье черное 749.
Лицевальные машины 171.
Лицевание 171.
Локсодромия 99.
Лосевая рофдуга 275.
Лоция 98.
Лукутинские табакерки 268.
Лущение 732.
Люфтклозеты 505.

Магниесиликаты 851.
Магнитные бури 764.
Мазут 465, 467.
Манганин 544.
Манеры 265.
Марзаны 56.
Марквардтова масса 867.
Мартенс-Пенского прибор 452.
Масляные батареи 470.
Матрица 75.
Матрицы слепые 81.
Матричная корзина 88.
Матричная рама 75.
Маховик 35.
Махорка 246.
Машина лудлов 93.
«Медведь» (барабан) 37.
Мездрение 667.
Мездряк 667.
Меле 815.
Мережка 261.
Мерлушка 826.
Метаазотная кислота 577.
Метаарсениты 16.
Метамышьяковая кислота 18.
Метамышьяковистая кислота 16
Метамышьяковистокислый цинк
Метанол 911.
Метасиликат натрия 353.
Метиларсеноксид 24.
Метилнафталин 360, 363.
Механизм перфорирующий 69.
Мецкалин 245.
Миаргирит 881.
Миллерит 553.
Миндальная кислота 935.
Миосальварсан 29.
Мирабилит 346, 353.
Мирбановое масло 576.
Миспикель 30.
Многосернистый натрий 351.
Модла 250.
Молибденкарбонил 918.
Молочная кислота 935.
Монарсон 25.
Мононитроанилины 573.
Мононитросоединения 584.
Монотип 64, 67.
Мора круг 202.
Мостик 76.
Мотил 918.
Мотовило 629.
Моток 626.
Мохр 258.
Мраморность мяса 45.
Мускулин 44.
Муфлон 809.
Мылонафт 366, 668.
Мышьяк белый 14.
Мышьяк пятисернистый 22.
Мышьяк хлористый 22.
Мышьяковая желтая 27.
Мышьяковая кислота 18, 901.
Мышьяковая мука 15.
Мышьяковистая кислота 14, 16, 28.
Мышьяковистое железо 30.
Мышьяковистокислый кальций 17.
Мышьяковистокислый натрий 17.
Мышьяковистый ангидрид 14.
Мышьяковое стекло 15, 16.
Мышьяковокислый кальций 20.
Мышьяковокислый натрий 20.
Мышьяковокислый свинец 21.
Мышьяковосвинцовая желтая 27.
Мышьяковый ангидрид 18.
Мышьяковый колчедан 30.
Мышьяковый цвет 31.
Мюльный початок 33.
Мягкие сухари (глина) 843.
Мягчители 184.
Мясоведение 42.

Набойка 55, 264.
Наборная касса 60.
Наборная линейка 63.
Навигационная платформа 120.
Навиграф-ветрочет 105.
Навой 97.
Надельфейли 161.
Надсернокислый натрий 353.
Надуглекислый натрий 353.
Надфили 161.
Накатка в металлообработке 150.
Накатная машина 149.
Накипеобразование 150.
Накладки угловые 928.
Намотка пряжи 34.
Напильники механические 156.
Напор полный 291.
Напорная линия 192.
Напряжение допускаемое 207.
Напряженное состояние 200.
Нарезка американская 222.
Нарезка Тюри 226.
Нарезки Витворта 221.
Нарезная машина с маятником 242.
Нарост 181.
Насекание 172.
Насосы адгезионные 640.
Насосы вакуумные 345.
Насосы вспомогательные центробежные 320.
Насосы пневматические 330.
Насосы поршневые 284.
Насосы центробежные 300.
Насосы цепные 640.
Натриевые квасцы 353.
Натрий водородистый 350.
Натристая известь 351.
Натроалунит 353.
Натронная известь 351.

Нафталиновое масло 361.
Нафтены 455, 461.
Нафтионовая кислота 364.
Нафтолы AS 368.
Невиль-Винтера кислота 364.
Негатив 384.
Неосальварсан 29.
Непредельные соединения 400.
Нерадоль 363.
Несущая частота 428.
Нефелин 353.
Нефелометр 434.
Нефтеносные отложения 479.
Нефтеносные районы 479.
Нефтеперегонный куб 465.
Нефтесодержащие породы 479.
Нефтяные залежи 479, 480.
Нефтяные кислоты 365.
Нефтяные месторождения 478, 480.
Нефтяные остатки 467.
Никелевая бронза 544.
Никелевая охра 534.
Никелевая промышленность 548.
Никелевые сплавы 544.
Никелин 24.
Никелькарбонил 554, 916.
Никотин 246.
Никотиновая кислота 556.
Никотирин 557.
Ниобаты 557.
Ниобит 558.
Нитрат натрия 352.
Нитратор 576, 582.
Нитрация целлюлозы 586.
Нитрид бора 851.
Нитрид натрия 351.
Нитрит натрия 352.
Нитрование клетчатки 578, 579.
Нитрогруппа 576, 584.
Нитрозамин красный 584.
Нитрозогруппа 583.
Нитрозосоединения 583.
Нитроклетчатка 586.
Нитроловые кислоты 585.
Нитрующая смесь 575, 578.
Нихром 546.
Новокаин 245.
Новосальварсан 29.
Новоторжковские кожаные изделия 276.
Ножницы автоматические 622.
Ножницы вращающиеся 624.
Ножницы гильотинные 611.
Ножницы дисковые 621.
Ножницы для фасонного материала 617.
Ножницы качающиеся 622.
Ножницы летучие 622.
Ножницы с короткими ножами 612.
Ножовка параллельная 160.
Нолит 558.
Номограмма 629.
Нонакарбонил железа 917.
Ноншарель 57.
Норма выработки 646.
Норма лабораторная 646.
Норма цеховая 646.
Нормальность раствора 641.
Нормирование 646.
Нотный стан 653.
Нумераторы 657.
Нумераторы штемпельные 659.
Нумерация пряжи 626.

Обвязка 925.
Обермюллера проба 589.
Обжиг на ядро 674.
Обжиг сульфатизирующий 675.
Обжиг хлорирующий 670.
Облицовочный камень 684.
Обогатительные фабрики 715.
Обогащение воздушное 704.
Обогащение магнитное 705.
Обогащение электростатическое 708.
Обойка наждачная 725.
Обойная бумага 723.
Обойная машина 717.
Оборот пласта 732.
Обсерватория астрометрическая 753.
Обсерватория астрофизическая 753.
Обтяжная машина 783.
Овсянка 241.
Овцы английские 816.
Овцы грубошерстные 817.
Овцы длиннохвостые 818.
Овцы короткохвостые 817.
Огнеупорные материалы 110.
Огузок 77.
Озонатор 887.
Озониды 886.
Озонирование воздуха 886.
Озонная батарея 889.
Озонный воздушный насос 889.
Озоны 880.
Океанография 98.
Окисление каталитическое 897.
Окисление контактное 897.
Окисление углеводородов 898.
Окислители 899.
Окислители кислые 900.
Окислители нейтральные 899.
Окислители щелочные 901.
Окись какодила 24.
Окись натрия 350.
Окись никеля 552.
Оконный прибор 928.
Оксалат натрия 354.
Оксимасляная кислота 934.
Оксихризазин 931.
Оксон 937.
Оксоний 939.
Оландин 951.
Олеаты 950.
Олеин 948, 950.
Олефины 456, 461.
Опока 271.
Оптическая деятельность 453.
Орбаши 260.
Оропон 41.
Ортоазотная кислота 577.
Ортомышьяковая кислота 18.
Ортомышьяковистая кислота 16.
Ортофосфат двунатриевый 354.
Осарсол 29.
Осевое давление 313.
Особая единичная система 68.
Остановки матриц 88.
Осциллятор 102.
Осыпи 663.
Отвязывающая связь 394.
Отделочные машины 797.
Отлежка 726.
Отлив 925—926.
Отливная машина 67, 73.
Отливное колесо 83.
Отмока 667.
Отмотка 33.
Отсадка 695.
Отсадочные машины 695.
Отходы 687.
Отяжелители 184.
Очко 58.

Паводок 106.
Паласы 257.
Палисад 871.
Панда-мадави 275.
Папье-маше 268.
Пар английский 740.
Пар культурный 740.
Пар ранний 739.
Пар сидеральный 739.
Пар черный 738.
Паранитроанилин 573.
Парафины 454, 461.
Паровое поле 738.
Пеларгональдегид 947.
Пеленг 99.
Пеллотин 245.
Пентакарбонил железа 917.
Пентасульфид натрия 351.
Перборат натрия 354.
Перевязь 925.
Перегонка нефти 465.
Перекись марганца 901.
Перекись натрия 350.
Перекись свинца 901.
Перекладины 922.
Перемотный станок 149.
Переплеты металлические (окна) 927.
Переплеты оконные 924.
Переплеты подъемные 926.
Перечномятное масло 52.
Перкарбонат натрия 353.
Пермаллой 545.
Перманганат калия 901.
Персульфат аммония 900.
Персульфат натрия 353.
Перфорирующие приспособления 657.
Перхлорат натрия 352.
Пестрядильщики 265.
Петинка 626.
Петит 57.
Печатание тканей 678.
Печать Вигуре 678.
Пилокарпин 245.
Пироарсениты 16.
Пироколлодий 587.
Пироксилин 587, 588, 589, 592.
Пиромышьяковая кислота 18.
Пиромышьяковистая кислота 16.
Пирохлор 558.
Пирротин 547.
Пламеметы 829.
Планки-вкладыши 84.
Плантаж 743.
Пластичность 184.
Пластодробитель 738.
Платинит 545.
Плетешок 262.
Плимсоля круг 121.
Пневматические бочки 506.
Подоконник 921.
Подошвопришивная машина 796.
Полинитросоединения 584.
Полиоксиантрахиноны 929.
Полисульфиды натрия 351.
Полоса частот 429.
Полубрусовки 161.
Полугудроновые масла 476.
Полугудроны 476.
Полуда 253.
Полуквадрат 57.
Полупар 741.
Полупродукт 689.
Полусухари (глина) 843.
Полуэрс 816.
Полы плиточные 686.
Поля ассенизации 508.
Порох бездымный 592.
Поршневые тиски 76.
Прибор 56.
Призматические камеры 755.
Прикатывание почвы 738.
Припас шамотный 869.
Пробельный материал 56.
Провал 664.
Проем оконный 920.
Проморка 252.
Промысел подносный 269.
Пропашный клин 741.
Пространственный заряд 803.
Протирка 688.
Протоплазма 44.
Псевдонитролы 585.
Пудрклозеты 504.
Пульвератор 737—738.
Пульзатор Ричардса 698.
Пульсометр 328.
Пурпурин 931.
Пятиокись ниобия 557.

Р-кислота 364.
Радикалы свободные 401.
Радиоприем направленный 194.
Разбои (станки) 258.
Разборный аппарат 85.
Раздвижные клинья 85.
Разделка туш 45.
Разрешающая сила объектива 799.
Рамы оконные 922.
Рантоводитель 796.
Рантовые машины 795.
Рапид-красители 584.
Раппорт 721.
Рационализация 646.
Рашпили 159.
Рашпильная насечка 166.
Реакция Барта 26.
Реакция Дениже 26.
Реакция Марша 26.
Реалы 61.
Реальгар 21, 30.
Регенеративная система 470.
Регенерация 746.
Резьба на кости 272.
Рейка делений 71.
Реомойка 703.
Рефракс 865.
Рефракция зальная 756.
Решетка (забор) 871.
Риттингера закон 694.
Рифлуары 161.
Ромельдель 816.
Роспись хохломская 251.
Рост литеры 59.

Роштейн 548.
Рулетки 720.
Руфигаллол 931.
Руфиопин 931.
Ручная разборка 689.

Салициловая кислота 935.
Сальварсан 29.
Самарскит 558.
Сандарак 21.
Сантонин 363.
Сапонификат 949.
Сарколемма 44.
Светосила 800.
Свинца нитрат 900.
Сельфактор 31.
Сепаратор Везерила 707.
Сепаратор Грендаля 707.
Сепаратор Дингс-Рош 708.
Сепаратор Ульриха 706.
Сепаратор Хеффа 709.
Сепараторы магнитные 705.
Сепараторы спиральные 691.
Серная кислота 900.
Сернистокислый натрий 353.
Сет 68.
Сет-барабан 72.
Сет-клин 76.
Сигнатура 59.
Силикаты натрия 353.
Сильвинит 346.
Синильщик 266.
Синитор 266.
Синтин 906.
Синтол 906.
Скополамин 244.
Скородит 20.
Скорц (ковры) 259.
Смолы нефтяные 457.
Соляровое масло 467.
Сорбция 919.
Сортировки (углеобогатительные фабрики) 690.
Спектрограф 754.
Спелость отенения 741.
Спиросид 29.
Спиртокислоты 933.
Средник 925.
Стадия 688.
Сталь кислотоупорная 546.
Сталь кремненикелевая 547.
Сталь нержавеющая 546.
Сталь никелевая 545.
Сталь хромоникелевая 546.
Станции фильтровальные 890.
Старица 826.
Створка 925.
Стеклильная машина 797.
Стекло гунделахово 867.
Стекловидная мышьяковистая кислота 15.
Стелечный упор 785.
Стерилизатор 887, 889.
Стесненное падение 694.
Стол Вильфлея 702.
Строкоотливная машина 79, 86.
Строчка 261.
Стружкоразбиватели 163.
Стукса закон 694.
Сульфат натрия 353
Сульфид натрия 351.
Сульфиды мышьяка 21.
Сульфит натрия 353.
Сульфоарсенаты 22.
Сульфоарсениты 22.
Сульфоксилат натрия 353.
Сумах (ковры) 257.

Табак 246.
Табакерки лукутинские 268.
Тальи 258.
Танталит 558.
Текстшмат 260.
Телепатин 245.
Телескопы башенные 755.
Темперирование 726.
Тенакль 62.
Тенардит 353.
Теодолит магнитный 760.
Теплоизолирующие материалы 111.
Терция 57.
Тетракарбонил железа 917.
Тетракарбонил никеля 916.
Тетранитроанилин 574.
Тетрасульфид натрия 351.
Тильманса метод 51.
Тиндалиметр 435.
Тиоарсенаты 22.
Тиоарсениты 22.
Тиониевые соединения 939.
Типар-машина 94.
Типограф (машина) 64, 79, 88.
Типографская система 56.
Типографский металл 75.
Титр (номер) 628.
Томсона чаша 592.
Тональная передача 430.
Траектории напряжений 208.
Транспирация 919.
Трехокись натрия 350.
Тринитроанилин 574.
Трисульфид натрия 351.
Тропинки 258.
Тротил 586.
Трубчатки 472.
Трубчатые батареи 472.
Тяжник верхний 36.

Угар 906, 912.
Угарный газ 906.
Угертип (машина) 94.
Углеводороды ароматические 456.
Углеводороды непредельные 456.
Угол дрейфа 100.
Уголок 63.
Улитки 36.
Уравнение Аллена 694.

Файнштейн 548.
Фациальные условия 477.
Фениларсеноксид 24.
Фенилмышьяковая кислота 25.
Фенилоазоны 880.
Фенолокислоты 933.
Фергюсонит 558.
Феррето машина 656.
Ферринатрит 353.
Ферроникель 545.
Фибриллы 44.
Фиксаналы 642.
Филе 262.
Фильтр Говатсона 889.
Флавопурпурин 931.
Флаг (деталь) 89.
Флотация 715.
Флюорид натрия 352.
Формиат натрия 354.
Формиат никеля 554.
Формолит 463.
Формолитовая реакция 463.
Формы 265.
Форточки 928.
Фосфаты натрия 354.
Фотография работы 647.
Фотонаборные машины 94.
Фоулеров раствор 28.
Фрагарол 427.
Фракция 699.
Фрамуга 925.
Франкировальные машины 658.
Фрезерование почвы 737.
Фризы 721.
Фтористый натрий 352.

Н-кислота 364.
Ханкока машина 697.
Хвосты 687.
Хелидонин 244.
Хинализарин 931.
Хинизарин 930, 931.
Хинная кислота 935.
Хиолит 352.
Хлопок коллодионный 578.
Хлорат натрия 352.
Хлорноватая кислота 901.
Хлорноватокислый натрий 352.
Хлорное железо 901.
Хризазин 931.
Хризолит 952.
Хромат натрия 353.
Хромистый железняк 851—852.
Хромит 868.
Хромкарбонил 918.
Хромовая кислота 900.
Хромотроповая кислота 364.
Хронометражное наблюдение 649.

Целики 665.
Цеолиты 353.
Церезин 881.
Циклогексан 368.
Циклогексанол 367.
Циклопентан 367.
Циклопентанон 367.
Циклопропан 367.
Цирналлит 867.
Циркона окись 868.
Цитрон-мелисса 52.
Цицеро 57.

Чанса способ 700.
Чих (ковры) 257.
Чихкилим 257.
Чугун 545, 546.

Шагренировальная нарезная машина 242.
Шагренировальный прокатный пресс 242.
Шагрень коневая 241.
Шагрень яловочная 241.
Шакша 41.
Шакшевание 41.
Шамот 869.
Шеретовка 724.
Шеффера кислота 364.
Шитье по вырези 261.
Шитье по перевити 261.
Шитье торжковское 263.
Шкала логарифмическая 632.
Шкала натуральная 631.
Шкала потенциальная 632.
Шкала проективная 632.
Шкала функциональная 632.
Шлюзы золотопромывальные 701.
Шлюффы 844.
Шмальтин 24.
Шоттово стекло 867.
Шпациевые кольца 89.
Шпация 56.
Шпингалет 928.
Шпинель 849, 851.
Шпоны 56.
Шрифтообламыватель 77.
Шрифты 60.
Штамп 780.
Штейн 548.
Штемпельные приспособления 657.

Щавелевокислый натрий 354.

Эйконоген 363.
Эйксинит 558.
Эйлан 678.
Элаидиновая кислота 947.
Элаидиновая реакция 947.
Элаиновая кислота 946.
Элеваторные салазки 83.
Электролитическое окисление 902.
Электрострикция 393.
Эллипсоид напряжений 200.
Энгранер 724.
Эритрооксиантрахинон 931.
Эрстед 209.
Этерификация целлюлозы 586.
Этиларсеноксид 24.
Этилмышьяковая кислота 25.
Эшинит 558.

Ювелирные изделия 271.
Юглон 363, 371.

Яблочная кислота 935.
Яра-яра (эфир) 427.