

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

БАХ А. Н., БЕРНШТЕЙН-КОГАН С. В., ВЕЙС А. Л., ВИЛЬ-
ЯМС В. Р., ВОЛЬФСОН М. Б., ГЕНДЛЕР Е. С., ГУБКИН И. М.,
ДОЛГОВ А. Н., ИОФФЕ А. Ф., ИПАТЬЕВ В. Н., КАГАН В. Ф.,
КАЛИННИКОВ И. А., КЕРЖЕНЦЕВ П. М., КИРПИЧЕВ М. В.,
КРЖИЖАНОВСКИЙ Г. М., КРИЦМАН Л. Н., КУЙБЫШЕВ В. В.,
КУЗЬМИНСКИЙ К. С., ЛАПИРОВ-СКОБЛО М. Я., ЛИНДЕ В. В.,
МАРТЕНС Л. К., МЕЩЕРЯКОВ Н. Л., ОСАДЧИЙ П. С., ПАЛЬ-
ЧИНСКИЙ П. И., СВЕРДЛОВ В. М., ХРЕННИКОВ С. А., ЧАР-
НОВСКИЙ Н. Ф., ШАТЕЛЕН М. А., ШМИДТ О. Ю., ЭССЕН А. М.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Л. К. МАРТЕНС

ТОМ ЧЕТВЕРТЫЙ
ВОДОРОДНЫЕ ИОНЫ
ГАЗОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ»

МОСКВА ♦ 1928

Издание осуществляется Акционерным Обществом «Советская Энциклопедия» при Коммунистической Академии ЦИК СССР, пайщиками которого состоят: Государственное Издательство РСФСР, Издательство Коммунистической Академии, Издательство «Вопросы Труда», Издательство «Работник Просвещения», Издательство Н. К. Рабоче-Крестьянской Инспекции СССР, Издательство «Известия ЦИК СССР», Издательство «Правда», Издательство Охраны Материнства и Младенчества, Акционерное Общество «Международная Книга», Мосполиграф, Государственный Банк СССР, Электробанк, Торгово-Промышленный Банк СССР, Внешторгбанк СССР, Госстрах СССР, Центробумтрест, Центросоюз, Госпромцветмет, Всесоюзный Текстильный Синдикат, Анилтрест, Азнефть, Реинотрест, Сахаротрест, Орудийно-Арсенальный Трест. Председатель Правления Н. Н. Накоряков. Члены: О. Ю. Шмидт, И. Е. Гершензон, А. П. Спунде, Л. И. Стронгин.

ТОМ IV Т. Э. ВЫШЕЛ 1 ОКТЯБРЯ 1978 Г.

Адрес редакции Технической Энциклопедии: Москва, Остоженка, 1.
Адрес конторы Акционерного Об-ва: Москва, Волхонка, 14.

16-я типография «Мосполиграф», Москва, Трехпрудный пер., д. 9.
Главлит А 16 934. Тираж 21 000 экз.

РЕДАКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭНЦИКЛОПЕДИИ

РЕДАКЦИОННОЕ БЮРО

Главный Редактор — инж. **Л. К. Мартенс.** | Пом. Гл. Редактора — инж. **А. Л. Вейс.**
Зам. Гл. Редактора — проф. **М. Б. Вольфсон.** | Зав. Изд. Частью — **К. С. Кузьминский.**

РЕДАКТОРЫ ОТДЕЛОВ

Авиация, воздухоплавание.
Юрьев Б. Н., проф.
Автомобильное дело, авиационные и автомобильные двигатели.

Брилинг Н. Р., проф.
Архитектура, строительное дело, городское благоустройство, жилищное строительство, коммунальное хозяйство.
Долгов А. Н., проф.
Щусев А. В., акад. архит.
Запорожец И. К., архит.
Красин Г. В., инж.

Астрономия.
Михайлов А. А., проф.
Бумажное производство.
Жеребов Л. П., проф.
Военная и морская техника, судостроение.

Боклевский К. П., проф.

Михайлов В. С., инж.
Фишман Я. М.
Геодезия (высшая и низшая).
Орлов П. М., проф.
Кочевлов П. Ф., проф.
Гидротехника, гидравлика.
Эссен А. М., инж.
Двигатели внутреннего сгорания.

Гитлис В. Ю., проф.
Мартенс Л. К., инж.
Детали машин и подъемные механизмы.

Холмогоров И. М., проф.
Добывающая промышленность и горное дело.
Губкин И. М., проф.
Пальчинский П. И., проф.
а) Геология и минералогия.
Федоровский Н. М., проф.
б) Драгоценные камни.
Ферсман А. Е., акад.

в) Каменный уголь.
Терпигоров А. М., проф.
г) Нефть.
Губкин И. М., проф.
д) Руда металлургическая.
Таубе Е. А., проф.

е) Силикатная промышленность.
Шведов Б. С., проф.
ж) Торф.
Радченко И. И.

Дороги и дорожное строительство.

Крынин Д. П., проф.
Железнодорожное дело.
Шухов В. В., проф.
Энгельгард Ю. В., проф.
Кожевненное дело.

Поварнин Г. Г., проф.
Красящие вещества, крашение и ситцепечатание.
Порай-Кошиц А. Е., проф.
Лесоводство.

Кобранов Н. П., проф.
Математика.
Каган В. Ф., проф.
Материаловедение.
Флоренский П. А., проф.
Металлургия черных и цветных металлов.

Павлов М. А., проф.
Евангулов М. Г., проф.
Механика прикладная и теория механизмов.
Мальшев А. П., проф.
Радциг А. А., проф.

Механика строительная и графостатика.
Прокофьев И. П., проф.
Механика теоретическая.
Яшнов А. И., проф.

Мосты.
Передерий Г. П., проф.
Мукомольное дело, мельницы и элеваторы.

Пакуто М. М., проф.
Ковьмин П. А., проф.
Организация производства, стандартизация.

Керженцев П. М.
Шпильрейн И. Н., проф.
Бурдянский И. М., инж.
Нова Ф. Г., инж.
Высочайский Н. Г., инж.

Паровые котлы и машины.
Металлические изделия.
Саттель Э. А., инж.

Полиграф. промышленность.
Вольфсон М. Б., проф.
Михайлов С. М.

Промышленная гигиена и техника безопасности.
Каплун С. И., проф.
Хлопин Г. В., проф.

Радиотехника.
Баженов В. И., проф.

Резиновое производство.
Лурье М. А., инж.

Сельское хозяйство, с.-х. машины и орудия.
Вильяме В. Р., проф.
Сопротивление материалов.

Бобарыков И. И., проф.

Текстильное дело и технология волокнистых веществ.
Линде В. В., проф.

Теплотехника, термодинамика, энергетика.
Киричнев М. В., проф.
Рамзин Л. К., проф.

Техника освещения.
Лапиров-Скобло М. Я., инж.

Технология и производство взрывчатых веществ.
Ипатьев В. Н., акад.
Технология дерева.

Дешевой М. А., проф.
Квятковский М. Ф., проф.

Технология и обработка металлов.
Чарновский Н. Ф., проф.
Технология строительных материалов.

Эвальд В. В., проф.
Ляхтин Н. К., проф.
Технология углеводов, винокурение, пивоварение.
Тищенко И. А., проф.

Физика.
Иоффе А. Ф., акад.
Лебединский В. К., проф.
Химическая промышленность.
Шенин С. Д., инж.

Химия (органическая, неорганическая, физическая химия и химическая технология).
Бах А. Н., проф.

Холодильное дело.
Рязанцев А. В., проф.
Экономика.

Вольфсон М. Б., проф.
Гинзбург А. М.

Электротехника.
Осадчий П. С., проф.
Юрьев М. Ю., проф.
Шпильрейн Я. Н., проф.
Шенфер К. И., проф.
Кулебакин В. С., проф.

СОРЕДАКТОРЫ И НАУЧНЫЕ СОТРУДНИКИ РЕДАКЦИИ

Соредакторы: по химии — **Беркенгейм В. М.,** проф., и **Медведев С. С.,** по организации производства и стандартизации — **Троянский П. П.,** по горному делу — **Попов А. С.,** проф., и **Смирнов Н. Н.,** проф.; по физике — **Вавилов С. И.,** проф.; по холодильному делу — **Эстрин С. Г.,** инж.

Гуревич С. Б., инж.; **Ельцина Н. М.,** канд. хим.; **Знаменский А. А.,** инж.; **Мельников И. И.;** **Мушенко И. Н.,** инж.; **Ракицкий Н. П.;** **Соколов Н. В.,** инж.; **Таубман С. И.,** инж.; **Третлер А. А.,** инж.; **Флоренский П. А.,** проф.; **Шпринк Б. Э.,** инж.; **Эрвальд К. А.,** инж.

Пом. Зав. Изд. Частью: **Бекнев С. А.,** инж.; Зав. Художественно-Техническим Отделом: **Варшавский Л. Р.;** Зав. Комплектованием: **Сеник А. М.;** Тех. Ред.: **Волконский С. Н.,** **Гришинский А. С.,** **Гришинский В. С.,** **Говсеев Ю. А.,** **Низаноров В. М.;** Тех. Ред. при типографии: **Малкин А. Д.;** Зав. Корректорской: **Татаринов Б. Н.**

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).
мμ миллимикроны (0,001 μ).
μμ микромикрон (0,000001 μ).
км² квадратные километры.
га гектары (квадратные гектометры).
а ары (квадратные 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).
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 санлитры (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/сек 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.
sin синус.
tg тангенс.
sc секанс.
cos косинус.
ctg котангенс.
csc косеканс.
arc sin арксинус.
arc tg арктангенс.
sh гиперболический синус.

ch гиперболическ. косинус.
th » тангенс.
 \varnothing диаметр.
e основание натуральных логарифмов.
lg логарифм десятичный.
ln логарифм натуральный.
lim предел.
Const постоянная величина.
 \sum сумма.
 \int интеграл.
 \sim приблизительно.
 ∞ бесконечность.
d полный дифференциал.
δ частный дифференциал.

III. Международные символы.

а) Единицы.

A ампер.
Ah ампер-час.
W ватт.
Wh ватт-час.
kW киловатт.
kWh киловатт-час.
V вольт.
VA вольт-ампер.
kVA киловольт-ампер.
mA миллиампер.
 Ω ом.
MΩ мегом.
 $\mu\Omega$ 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 обыкновенн.
 T° » абсолютная.
 $t^{\circ}_{кип.}$ температура кипения.
 $t^{\circ}_{пл.}$ » плавления.
 $t^{\circ}_{заст.}$ » застывания.
 $t^{\circ}_{отв.}$ » отвердевания.
 $t^{\circ}_{крит.}$ » 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.
P мощность.
T период колебания.

f, ν частота.
 ω угловая скорость, угловая 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_{c1}, A_{c2}, A_{c3} } критич. точки
A_{r1}, A_{r2}, A_{r3} } желез. сплавов.
g ускорение силы тяжести.
l длина.
m масса.
D_{t1} уд. в. при t_1° по отношению к воде при t_2° .
 $[\alpha]$ угол вращения плоскости поляризации.
C_H; **[H⁺]** концентрация водородных ионов.
pH; P_H водородн. показатель.

IV. Основные сокращения.

фт.—футы.
дм.—двоймы.
об/м.—обороты в минуту.
п-в.—пудоверсты.
п-фт.—пудофуты.
фт/ск.—футы в секунду.
чв-д.—человекодни.
чв-ч.—человекочасы.
долл., \$—доллары.
лр.—лиры.
мар.—марки.
фн. ст., £—фунты стерлингов.
фр.—франки.
шилл.—шиллинги.
млн.—миллионы.
млрд.—миллиарды.
ч.—часы.
м., мин.—минуты.
ск.—секунды.
 $^{\circ}Bé$ —градусы Боме.
 $^{\circ}Э.$ —градусы Энглера.
 t° —температура по 100[°]-ной шкале (C).
 $t^{\circ}P.$ —температура по Реомюру.
 $t^{\circ}F.$ —температура по Фаренгейту.
В табличных заголовках:
 $^{\circ}C$ или $^{\circ}Ц.$, $^{\circ}P.$, $^{\circ}F.$
ab—с (в библиографии при начальном годе ссылки на журнал).
абс. ед.—абсолютная единица.
ат. в.—атомный вес.
Aufl.—Auflage.
B.—Band, Bände.

v.—volume, volumes.	об-во—общество.	H.—Heft, Hefte.
вкл.—включительно.	о-ва—острова.	хим. сост.—химический состав.
выс.—высота.	п—пара (хим.).	ц. т.—центр тяжести.
гг.—года, города.	p.—pagina, paginae (лат.—	Ztg.—Zeitung.
гл. обр.—главным образом.	страница, страницы).	Ztrbl.—Zentralblatt.
д.—долгота.	промышл.—промышленность.	Ztschr.—Zeitschrift.
д. б.—должно быть.	проф.—профессор.	эдс—электродвижущая сила.
дд.—деревни.	SK—зегеровские конуса.	эфф.—эффективный.
ж. д.—железная дорога.	С., Ю., В., З.—север, юг,	Ан. П.—английский патент.
з.-европ.—западно-европей-	восток, запад.	Ам. П.—американский
ский.	с.-з.; ю.-в.—северо-западный,	»
з-д—завод.	юго-восточный.	Г. П.—германский
изд.—издание.	ст-и—статьи.	»
ин-т—институт.	стр.—страницы.	Р. П.—русский
Jg.—Jahrgang.	т., тт.—том, томы.	Сов. П.—советский
кдд—коэффициент полезного	т.—tome, tomes.	Ф. П.—французский
действия.	Т.—Teil, Teile.	»
к-рый—который.	тв.—твердость.	В.—Berlin.
к-та—кислота.	т-во—товарищество.	Brschw.—Braunschweig.
Lfg.—Lieferung, Lieferungen.	темп-ра—температура.	L.—London.
м—мета (хим.).	т. н.—так называемый.	Lpz.—Leipzig.
м. б.—может быть.	тр-к—треугольник.	Mch.—München.
м. г.—минувшего года.	уд. в.—удельный вес.	N. Y.—New York.
меш (mesh)—число отверстий	ур-ие—уравнение.	P.—Paris.
в ситах на лин. дюйм.	У. П.—Урочное Положение.	Stg.—Stuttgart.
мн-к—многоугольник.	у. ff.—und folgende.	W.—Wien.
мол. в.—молекулярный вес.	ф-ия—функция.	Wsh.—Washington.
нек-рый—некоторый.	ф-ка—фабрика.	Л.—Ленинград.
о—орто (хим.).	ф-ла—формула.	М.—Москва.
		П.—Петроград.
		СПБ—Петербург.

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

«АзНХ»—Азербайджанское нефтяное хозяйство, Баку.	«СГ»—Социальная гигиена, Москва.
БМЭ—Большая медицинская энциклопедия, Москва.	«СП»—Строительная промышленность, Москва.
БСЭ—Большая советская энциклопедия, Москва.	«СТ»—Санитарная техника, Москва.
«ВВ»—Военный вестник, Москва.	«СХ»—Социалистическое хозяйство, Москва.
«ВВФ»—Вестник воздушного флота, Москва.	«ТД»—Торфяное дело, Москва.
«ВИ»—Вестник инженеров, Москва.	«ТиТбП»—Телеграфия и телефония без проводов, Н.-Новгород.
«ВС»—Вестник стандартизации, Москва.	«Труды ГЭЭИ»—Труды Гос. экспериментального электротехнич. ин-та, Москва.
«ВТ»—Вопросы труда, Москва.	«Труды НАМИ»—Труды Научного автомобильного ин-та, Москва.
«ВЖ»—Горный журнал, Москва.	«Труды НИУ»—Труды Научного ин-та по удобрениям, Москва.
«ГТ»—Гигиена труда, Москва.	«Труды ЦАГИ»—Труды Центрального аэрогидродинамич. ин-та, Москва.
«Ж»—Журнал Русского физико-химического об-ва, Ленинград.	ТЭ—Техническая энциклопедия, Москва.
«ЖРМО»—Журнал Русского металлургического об-ва, Ленинград.	«УФН»—Успехи физических наук, Москва.
«ЖХП»—Журнал химической промышленности, Москва.	«ХД»—Хлопковое дело, Москва.
«ИТИ»—Известия Теплотехнического института им. проф. В. И. Гриневецкого и К. В. Кирша, Москва.	«AAZ»—Allgemeine Automobil-Zeitung, Wien.
«ИТПТ»—Известия текстильной промышленности и торговли, Москва.	«A. Ch.»—Annales de Chimie et de Physique, Paris.
«МС»—Минеральное сырье и его переработка, Москва.	AEG—Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.
«МХ»—Мировое хозяйство и мировая политика, Москва.	AGFA—Aktien-Gesellschaft für Anilin-Fabrikation, Berlin.
«НИ»—Нерудные ископаемые, Ленинград.	«Am. Soc.»—Journal of the American Chemical Society, Easton, Pa.
«НХ»—Нефтяное хозяйство, Москва.	«Ann. d. Phys.»—Annalen der Physik, Leipzig.
ОСТ—Общесоюзные стандарты, Москва.	«Ann. Min.»—Annales des Mines, Paris.
«ПТ»—Промышленность и техника, СПб.	
«ПХ»—Плановое хозяйство, Москва.	

- «B»—Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Berlin.
- BAMAG—Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft, Dessau.
- BASF—Badische Anilin- und Soda-Fabrik, Ludwigshafen a/R.
- «B. u. E.»—Beton und Eisen, Berlin.
- Bayer—Farbenfabriken vorm. Fr. Bayer & Co, Köln a/R.
- «Ch. Ind.»—Die 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.
- IG—Interessen-Gemeinschaft der deutschen Fabrikindustrie.
- «JAIEE»—Journal of the American Institute of Electrical Engineers, New York.
- «J. Ch. I.»—Journal of the Society of Chemical Industry, London.
- «Lieb. Ann.»—Liebig's Annalen der Chemie, Berlin.
- «Mitt. Forsch.»—Mitteilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Berlin.
- «M. Sc.»—Moniteur Scientifique du Docteur Quesneville, Paris.
- «MuM»—Wochenschrift für die gesamte Mülerei und Mühlenbau-Industrie, München.
- NDI—Normenausschuss der Deutschen Industrie.
- «PeKa»—Fachblatt für Parfümerie und Kosmetik, München.
- «RGE»—Revue Générale de l'Électricité, Paris.
- «RM»—Revue de Métallurgie, 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, 1915—1923.
- «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 четвертом томе Т. Э. помещены: 711 иллюстраций в тексте и 11 вкладок к статьям: «Военные суда»—2, «Волокна прядильные»—3, «Волочение»—1, «Волховская гидроэлектрическая станция»—1, «Вольфрамовая сталь»—1, «Вышивальное производство»—2, из них одна в красках, «Вязально-трикотажное производство»—1 в красках.

ВОДОРОДНЫЕ ИОНЫ образуются при растворении кислых электролитов в воде или в других растворителях, обладающих диссоциирующей способностью. Все электролиты в растворенном состоянии в большей или меньшей степени диссоциируют на свои ионы в зависимости от *диэлектрической постоянной* (см.) растворителя, от t° , от степени разведения и от других факторов (см. *Диссоциация электролитическая*). В к-тах одним из этих ионов будет положительно заряженный В. и. Такие же водородные ионы, правда в весьма незначительном количестве, сравнительно с их содержанием в растворах кислот, содержатся в чистой воде, ибо и вода частично испытывает электролитическую диссоциацию на свои ионы: H^+ и OH^- , подчиняясь при этом закону действующих масс, который можно в данном случае выразить уравнением

$$\frac{[H^+] \times [OH^-]}{[H_2O]} = K, \quad (1)$$

где выражения, заключенные в [], выражают концентрацию соответствующих ионов растворенного соединения для данной t° , а K —константа диссоциации. В виду громадного избытка молекул воды-растворителя, недиссоциированных на ионы, знаменателем $[H_2O]$, как исчезающе малым по сравнению с числом молекул воды-растворителя, можно пренебречь, и выражение (1) примет вид

$$[H^+] \times [OH^-] = K, \quad (2)$$

т. е. произведение концентраций обоих ионов воды— H^+ и OH^- —постоянно для определенной t° . По Зеренсену, для температуры в 18° $K=10^{-14.14}$.

В виду равенства концентрации ионов H^+ и OH^- в чистой нейтральной воде, $[H^+] = [OH^-] = K \sqrt{10^{-14.14}}$, т. е. концентрация водородных ионов одинакова с концентрацией гидроксильных ионов и каждая из них равна $10^{-7.07}$ (при 18°). Имея в виду, что $[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14.14}$, можно сделать заключение, что когда $[H^+] > 10^{-7.07}$, а $[OH^-] < 10^{-7.07}$, тогда реакция жидкости будет кислой; когда $[H^+] < 10^{-7.07}$, а $[OH^-] > 10^{-7.07}$, реакция будет щелочной и, наконец, когда $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7.07}$, реакция будет нейтральной. Согласно предположению Зеренсена, концентрации водородных и гидроксильных ионов выражаются для удобства вычислений

не приведенными выше выражениями (напр. $10^{-7.07}$), а их логарифмами, к-рые к тому же берутся для удобства с обратным знаком (минус просто отбрасывается). Так, напр., чтобы выразить, что концентрация водородных ионов $[H^+]$ чистой воды при 18° равна $10^{-7.07}$, пишут $R_H=7$, где символ R_H , или термин «водородный показатель», должен выразить взятый с обратн. знаком логарифм числа, являющегося истинным выражителем концентрации В. и. в чистой воде при $t^\circ=18^\circ$, т. е. числа $10^{-7.07}$. Т. о., если $[H^+] = 10^{-7.07}$, то при кислой реакции $R_H < 7.07$, при нейтральной $R_H = 7.07$, при щелочной $R_H > 7.07$.

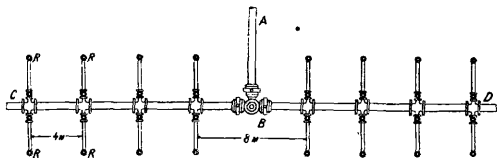
Лит.: Успенский Е. Е. и Складовский С. Н., Новые пути в сел. хоз., М., 1923; Рубинштейн Д. Л., Введение в физ.-хим. биологию, М.—Л., 1925; Михаелис Л., Практикум по физич. химии, пер. с нем., Л., 1925; Clark W. M., Determination of Hydrogen, N. Y., 1922; Michaelis L., Die Wasserstoffionen-Konzentration, B., 1923; Lehmann G., Die Wasserstoffionen-Messung, Lpz., 1928 (готовится к печати русский перевод); Mislowitz, Die Bestimmung d. Wasserstoffionen-Konzentration, B., 1927. **Б. Беркенгейм.**

ВОДОСБОРНАЯ ПЛОЩАДЬ, площадь поверхности речного бассейна, с к-рой стекают к определенному сечению реки атмосферные осадки. Когда расход воды нельзя определить непосредственными измерениями (см. *Гидрометрия*), В. п. определяется по карте планиметром, для чего необходимо очертить ее по водоразделам всего бассейна. Знать величину В. п. необходимо для определения отверстий мостов, труб, размеров водоотводных каналов, объема водохранилищ и т. п. В виде самого первого и грубого приближения считают, что треть всех выпадающих на В. п. осадков стекает в реку, треть просачивается в почву и треть испаряется. Однако в действительности явления круговорота воды (см. *Гидрология*) значительно сложнее и зависят в частности и от размеров самой В. п. Чем больше В. п., тем больше потери на испарение и просачивание, так как тем длиннее тот путь, который проходит стекающая по поверхности В. п. вода. Вместе с тем, при больших В. п., в реку стекают одновременно осадки не со всей площади, а сперва только с ближайшей ее части, что вызывает замедление стока, т. е. уменьшение количества воды, стекающей в единицу времени с единицы В. п. При малых В. п. величина стока рассчитывается обычно по ливням,

а при больших — по весеннему половодью под влиянием таяния снегов. Из многочисленных формул, предложенных для определения стока воды, в России пользовались обычно ф-лой Кестлина для В. п. до 50 вс.², по которой $Q = 1,875FL$, где Q — расход воды в $\frac{\text{см.}^3}{\text{сек.}}$, F — В. п. в вс.² и L — коэффициент, зависящий от длины В. п. При длине В. п. в 3,5 вс., $L = 1/2$, а при длине от 14 до 17,5 вс. $L = 1/16$. В Германии общеупотребительны ф-лы Лаутенберга, Управления саксонских жел. дорог и Баварского гидротехнического бюро. Наиболее общей является формула Ишновского. См. *Гидрология*.

Лит.: Труфанов А. А., Речная гидрология, М., 1923; Долгов Н. Е., О нормах Кестлина и несоответствии этих норм результатам наблюдений над ливнями на Екат. ж. д., Екатеринбург, 1907—15; Handbuch d. Ingenieurwissenschaften, T. III—Der Wasserbau, B. 1—Die Gewässerkunde, Lpz., 1911. А. Эссен.

ВОДОСБОРНЫЕ КОЛОДЦЫ, группа колодцев, предназначенных для получения грунтовых вод для водоснабжения или для сбора избыточных вод при осушении местности. Для сбора воды из равномерно движущегося грунтового потока со свободным уровнем, соприкасающимся с воздухом, и с однородным слоем устраивают В. к. с проницаемыми стенками, так что они играют роль сквозного сборного канала, проведенного поперек направления течения потока, или же, при расположении по кругу, заменяют один колодец большого диаметра. В. к. устраивают каменные (Нюрнберг, Берлин,

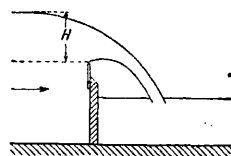


Дармштадт, Ливерпуль), чугунные (Самара), железные, сравнительно небольшого диаметра. На фигуре изображено примененное впервые фирмой Andrews & Co в Нью Йорке соединение трубчатых колодцев Бруклинского водопровода, откуда и самые колодцы получили название Бруклинских (см. фигуру; размеры в м). Здесь всасывающая труба А насосной станции идет из тройника В, с которым соединены трубы ВС и ВD, питаемые парными колодцами RR. Каждый отдельный колодец R, равно как и целая труба ВС или ВD, м. б. выключен из сети при посредстве задвижек. Трубопроводы ВС и ВD имеют диаметр 300 мм и расположены на поверхности; прилегающие к ним трубы от колодцев R имеют диам. 60—75 мм. Подобное расположение применено и в водопроводе Франкфурта н/М., но там трубопровод заменен проходным водопроводным каналом. Подобное же устройство применено и в московском мытищинском водоснабжении. Осушение посредством откачки грунтовых вод из колодцев применяется тогда, когда ни при помощи горизонтальных дрен (см. *Дренаж*), ни при помощи поглощающих колодцев не м. б. достигнуто требуемое понижение уровня грунтовых вод. Способ состоит в том, что в водоносный слой, горизонт к-рого требуется понизить, опускается ряд колодцев, расположенных на определенных

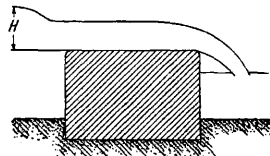
расстояниях друг от друга; притекающие в эти В. к. грунтовые воды откачиваются насосами на поверхность, где неглубокими канавами отводятся к определенному открытому водоприемнику. Откачкой можно достигать значительного понижения уровня воды в колодцах и тем самым создавать большой градиент напора и, следовательно, значительное общее понижение грунтовых вол.

Лит.: Костяков А., Основы мелиорации, стр. 717, М., 1927; Люгер О., Водоснабжение городов, стр. 331—375, СПб., 1904. Б. Шлегель.

ВОДОСЛИВ. Если вода переливается через преграждающую поток стенку или вырез в этой стенке или же через вырез в береге около стенки, то В. называют как получаемое при этом гидравлическое явление (см. *Гидравлика*), так и само устройство. По типу стенки, через которую переливается вода, В. различают: а) с тонкой стенкой или порогом (фиг. 1, где H — высота напора), б) с широким порогом (фиг. 2), в) промежуточные

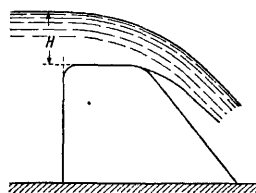


Фиг. 1.

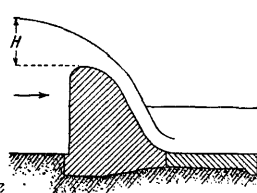


Фиг. 2.

между вышеуказанными, различных форм (фиг. 3 и 4). Первые употребляются главным образом для измерения расходов воды в потоках небольшого размера, при лабораторных опытах. Вторые включают в себя устройства для пропуска воды под насыпями, для обхода плотин и т. д.; сюда же относятся флютеты разборчатых плотин, бейшлоты и пр. Промежуточные формы находят применение в глухих водоподъемных плотинах. По форме В., представляющие вырезы в стенке, могут быть прямоугольными,

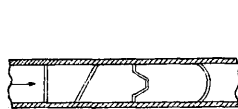


Фиг. 3.

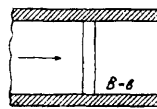


Фиг. 4.

трапециoidalными, треугольными, параболическими и т. п. В практике употребляются лишь В. с вертикальной стенкой; прямоугольные В. употребляются в сооружениях; остальные формы вырезов находят применение почти исключительно при лабораторных исследованиях. Стенка, или порог,



Фиг. 5.

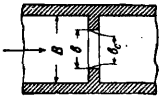


Фиг. 6.

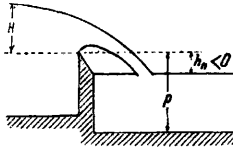
В. в плане (фиг. 5) может иметь начертание прямой линии (наиболее употребительная форма), расположенной перпендикулярно

или под углом к оси потока, и ломаной или кривой линии (реже применяемая форма).

По отношению к подводимому потоку В. бывают: а) без бокового сжатия (фиг. 6),

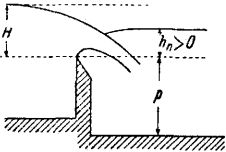


Фиг. 7.



Фиг. 8.

когда подводимый канал имеет одинаковую ширину с В., и б) с боковым сжатием, когда В. имеет меньшую ширину, чем подводимый канал (фиг. 7). По типу сопряжения переливающейся струи с нижним бьефом, т. е. с частью потока ниже В., различаются В. незатопленные (фиг. 8) и затопленные (фиг. 9). В первых из них нижний бьеф непосредственно ниже



Фиг. 9.

стенки имеет уровень, не превышающий порога, во втором он расположен выше порога. Расход воды через незатопленный В. определяется для прямоугольного водослива из уравнения расхода воды через отверстие в вертикальной стенке сосуда:

$$dQ = \mu b \sqrt{2gh} dh,$$

где Q — расход через отверстие, b — ширина отверстия, h — переменный напор, g — ускорение силы тяжести, μ — коэффициент расхода. Интегрирование при напоре H , т. е. разности высоты горизонта выше В. и высоты стенки, дает

$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} H^{\frac{3}{2}},$$

в случае, если скорость подхода можно не принимать во внимание, т. е. в случае, напр., водослива из водохранилищ, регулирующих бассейнов и т. д. Если же скорость подхода воды к В. имеет величину v_0 , то принимается вместо H величина

$$H_0 = H + \frac{v_0^2}{2g}.$$

В коэфф. μ включено и исправление данных, полученных для В. в тонкой стенке, без сжатия струи и при малых напорах, для применения к В., имеющим гребень нек-рой толщины, при боковом сжатии и значительных напорах. Этот коэфф. можно принимать: 1) при хорошо очерченном гребне с закруглениями ребер и боковых направляющих стенок $\mu = 0,83$; $\frac{2}{3} \mu = 0,55$; 2) при вертикальной грани и плоском гребне с острыми ребрами $\mu \approx 0,67$; $\frac{2}{3} \mu \approx 0,45$; 3) для В. небольшой ширины без боковых направляющих стенок $\mu \approx 0,60$; $\frac{2}{3} \mu \approx 0,40$. Для затопленного В., при возвышении уровня ниже В. над его гребнем h' ,

$$Q \approx b \sqrt{2g} H_0 \left[\frac{2}{3} \mu H + \mu_1 h' \right],$$

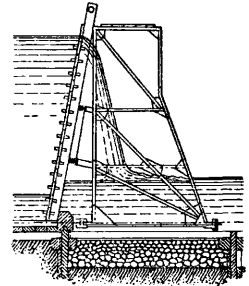
при чем коэфф. μ берется по предыдущему, а коэфф. μ_1 для случаев, приведенных выше, имеет величину: 1) при $\mu = 0,83$, $\mu_1 = 0,67$; 2) при $\mu = 0,67$, $\mu_1 = 0,62$. Такой случай

имеет место, напр., для флютбетов разборчатых плотин, при чем если прохождение воды затрудняется подщипниками и другими устройствами, тогда лучше брать во втором случае $\mu = \mu_1 = 0,60-0,65$. В случае В. через водоспускные или судоходные отверстия можно брать $\mu = \mu_1 = 0,75-0,85$.

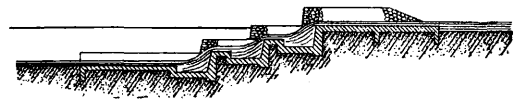
В. для измерения расходов воды на небольших ручьях, каналах и т. д. — см. *Гидрометрия*. В гидротехнических сооружениях В. находят очень широкое применение. Водосливными устройствами являются водосливные части глухих плотин и разборчатые плотины со щитами, сегментные, плотины Шаноана и Дефонтеа, водоспуски, ступенчатые В., или перепады, трубы под насыпями, работающие неполным сечением, и т. д. Водосливные части глухих плотин служат для выпуска из резервуара за плотинной излишней воды. В плотинах каменных, бетонных, частью и деревянных, перелив воды происходит через гребень самой плотины на некоторой ширине ее, называемой водосливом, или водосливной частью плотины. В плотинах земляных, а также в каменных или бетонных очень малой толщины, где перелив воды через гребень не допускается, устраивают особые В. или в самом теле плотины, по типу В. в глухой плотине, или в стороне от плотины.

Боковые В. устраивают ступенчатые, иногда без ступеней, в виде канала или галереи с выпуском воды ниже плотины. Разборчатые плотины (Поре) со щитами (Яницкого или Буле) имеют целью регулирование горизонтов воды выше плотины выпуском части воды через верх щитов (фиг. 10); вынимаемая щиты, можно или увеличивать ширину В. или понижать гребень его, увеличивая таким образом расход воды через плотину.

Падающая с гребня В. вода принимает форму свободно падающей струи. При водосливе малой высоты наружную стенку обыкновенно делают вертикальной; при большей высоте падения струи, во избежание размывов у подошвы водосливной части, необходимо или делить высоту падения на ступени или придавать водосливной части



Фиг. 10.

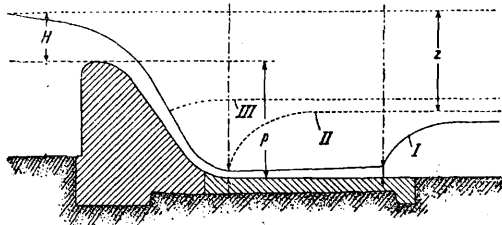


Фиг. 11.

профиль, соответствующий очертанию падающей струи в верхней части В.; нижнюю часть обычно делают по закруглению, чтобы придать струе при спуске с водослива горизонтальное направление. В первом случае получаем обычный В., во втором случае — ступенчатый (фиг. 11), а в третьем — водосливную плотину (фиг. 12). При построении профиля водосливной части стремятся к тому, чтобы струя жидкости постоянно

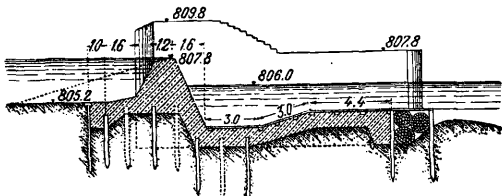
соприкасалась с телом В.; при таком положении течение по ней будет равномерн., без неправильностей и вихрей. Сопряжение с нижним бьефом струи зависит от скорости течения, глубины в нижнем бьефе и величины разности уровней верхнего и нижнего бьефов (перепад z по сравнению с высотой стенки p (фиг. 13). При условии $\frac{z}{p} \cong 0,75$ получается так наз.

прыжок воды (фиг. 13, II), при меньшем значении $\frac{z}{p}$ имеет место затопленный прыжок (III на фиг. 13), а при большем — отогнанный прыжок (I на фиг. 13). Для того чтобы «прыжок» был



Фиг. 13.

затопленным, необходимо увеличить глубину ниже В., т. е. устроить так наз. водобойный колодец (фиг. 14, размеры в м). На ступенчатых водосливах,



Фиг. 14.

с целью уменьшить действие падающей воды на дно у подошвы В., также устраивают водобойные колодцы или гидравлические подушки.

Лит.: Анисимов Н., Плотины, М., 1923—24; Engels H., Handbuch des Wasserbaues, B. 2, 1923; Handbuch der Ingenieurwissenschaften, T. III, B. 2, Abt. 2, Leipzig, 1913; Hentze R., Der Wasserbau, Leipzig, 1920; Fresow F., Der Wasserbau, Berlin, 1925—26; Клауер Н., Der Wasserbau, Strelitz, 1923. Н. Анулов.

Водослой, мокрослой, водосос, водопой, — порок древесины, выражающийся в темноватых пятнах различной формы, замечаемых на торцах свежесрубленных деревьев, при чем древесина в местах этих пятен кажется как бы пропитанной водой. Вверх по стволу этот порок распространяется от основания ствола до высоты 2—3 м. При высыхании дерева пятна исчезают. Бревна, заготовленные из деревьев с В., считаются браком. Наиболее распространен В. у ели, растущей на мокрых местах.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, совокупность сооружений для снабжения водой городов и населенных пунктов, промышленности и железнодорожного транспорта.

I. В. городов и населенных пунктов.

Основными принадлежностями такого В. являются водоподъемные станции, очистительные сооружения и распределительная сеть труб с домовыми ответвлениями. Размеры водопроводных сооружений определяются потреблением воды для хозяйственных, санитарных и промышленных целей. При расчете нового водопровода или расширении уже существующего учитывается возможный прирост населения на ближайшие 15—25 лет, который для городов СССР можно принять в 2,5% в год, развитие промышленности и увеличение нормы потребления воды на жителя в зависимости от роста культурных потребностей и санитарного благоустройства. Для расчета отдельных частей водопроводных сооружений имеет значение распределение населения по городу, густота его в разных частях города. Кроме прироста населения, д. б. собраны сведения о характере застройки, о горимости, о промышленных предприятиях и т. п. Нормы потребления воды на 1 жителя колеблются в очень широких пределах: для крупных американских городов—до 1 000 л в сутки, для европ. городов—до 200 л и более, для городов СССР—до 150 л (Ленинград—143 л, Москва—85 л). Нормы потребления воды на одни хозяйственные нужды м. б. приняты для городов СССР:

При канализов. владениях . . . 60—80 л на 1 чел.
 » неканализов. 30—35 » » » »
 » общих водоразборах . . . 12—25 » » » »

Для промышленных предприятий установлены особые нормы. При расчете водопровода д. б. учтена степень неравномерности потребления воды: максимальный суточный расход в 1,15—1,5 раза выше среднего суточного годового расхода, максимальный часовой—в 1,3—1,4 раза больше среднего часового. Кроме нормального расхода воды в городе, водопроводные сооружения должны быть пересчитаны на пожарный расход, для которого принимаются нормы согласно следующей таблице:

Нормы пожарного расхода воды.

Население города в тыс. чел.	Расход воды в л/мин
350—500	1 000—2 500
200—350	1 000—2 000
75—200	500—1 500
25—75	500—1 000
10—25	300—500

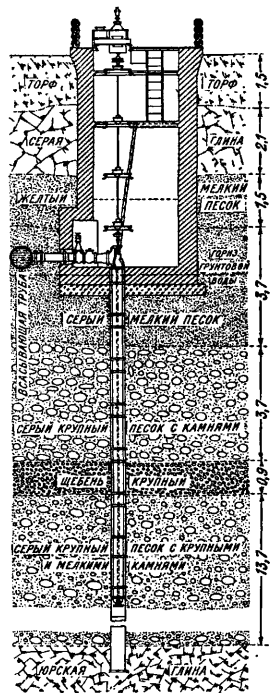
На действительное потребление воды в городе значительное влияние имеет тариф на воду и наличие точного учета потребляемой воды. Далее следует принимать во внимание бесполезную трату и утечку воды, что в хорошо устроенных водопроводах не превышает 8—10% всего расхода. Размеры водопроводных сооружений, помимо расхода воды, зависят также и от установленного напора воды в сети труб. Это давление определяется рельефами местности и высотой зданий. Свободный напор д. б. на 3—5 м выше зданий. При водопроводах низкого давления свободный напор принимается не менее

10 м на поверхности земли; при водопроводах высокого давления свободный напор для тушения двухэтажных зданий устанавливается не менее 25 м, а для четырехэтажных зданий—40 м.

В водопроводном деле первостепенное значение имеет выбор источника В., могущего дать вполне удовлетворительную воду в достаточном количестве. При выборе источника В. должны быть произведены топографические, гидротехнич. и метеорологич. исследования, а для подземных источников и геологическое (гидрологическое); д. б. изучен режим водоема в разные времена года, д. б. сделано химич., биологич. и бактериологич. обследование источника, санитарное обследование района; в результате последнего устанавливаются границы охранной зоны источника. Свойства хорошей питьевой воды в основном сводятся к следующему: вода д. б. прозрачна, бесцветна, без постороннего запаха и вкуса; не должна содержать механич. примесей, вредных для потребления в домашнем хозяйстве, в промышленности и для водопроводных сооружений; число безвредных бактерий д. б. не более 100 на 1 см³; вода не должна содержать кишечной палочки (*Vact. coli*) и должна иметь в своем составе только незначительное количество органических веществ, а также хлора, серной кислоты, аммиака и других веществ, характеризующих загрязнение воды.

Источники В. разделяются на две группы: открытые (реки, озера, искусственные водоемы) и подземные (грунтовые воды, ключи, артезианские воды). Реки являются мощными и надежными источниками В. Определение возможного расхода воды для целей водоснабжения устанавливается по меженимому расходу реки и по расходу воды для других целей: судоходства и промышленности. (При меженимом расходе Москвы-реки в 750 000 м³ в сутки и при потребности для судоходства в 500 000 м³, для московского водопровода может быть взято до 250 000 м³ воды в сутки.) Речная вода, хотя и подвергается очистке и дезинфекции, должна быть предохранена от загрязнения в самой реке. Озеро, являясь естественным отстойником, дает более чистую воду, чем река, и в некоторых случаях эта вода употребляется без фильтрации. В местностях, не имеющих естественных озер, устраивают искусственные *водохранилища* (см.) путем перегораживания долины плотинами. Для вычисления потребного объема водохранилища определяют площадь бассейна, питающего его, и количество осадков, могущих притекать в водовместилище в разные периоды года. Место для водохранилища выбирают наиболее благоприятное по топографическим условиям, позволяющим получить больший объем при наименьшей площади затопления, а следовательно, и большую глубину. Грунт водохранилища должен быть водонепроницаем, а само водохранилище предохранено от загрязнения. Иногда водохранилища устраивают на реках, к-рые являются источниками В., для увеличения их расхода в меженинное время. Такие водохранилища задерживают полую воду весной. Ограждающие водохранилища плотины устраивают земля-

ные, каменные, бетонные и железобетонные. Плотина должна быть основана на материке, не допускающем фильтрации воды. На плотине устраивают водослив для спуска излишков воды, водоспуск для регулярного выпуска воды из водохранилища и для опораживания его. Подземные воды (грунтовые), выходящие на поверхность земли, называются ключами. Вода ключей, имея все положительные свойства грунтовых вод, не нуждается в очистке, но при выходе на поверхность должна быть предохранена от загрязнения. Ключевая вода собирается сейчас же по выходе из земли захватными сооружениями (каптаж), из к-рых и поступает в водопровод. Грунт. воды, насыщающие водоносные грунты (горные породы, гравий, песок) большой водоёмкости (в 1 м³ гравия содержится около 370 л воды, в 1 м³ песка—360—420 л воды), улавливаются обычно колодцами из железных труб, из которых поступают в водопровод. Количество грунтовых вод зависит от мощности водоносн. горизонта. На фиг. 1 (размеры даны в м) представлена шахтная установка мытищинского водопровода Москвы из водоносных песков бассейна реки Яузы толщиной в 7 м и площадью в 75 м²; шахта дает около 25 000 м³ воды в сутки. При откачке воды из колодцев уровень грунтовых вод понижается (поверхностная депрессия). Грунтовые воды не требуют особой фильтрации и дезинфекции, но иногда содержат значительное количество солей железа и марганца (Берлин), от которых они должны быть освобождены. Артезианские воды протекают в водоносных слоях из трещиноватых пород (известняки, мел), перекрытых сверху водонепроницаемым пластом и т. о. изолированных от поверхностных вод. Артезианские воды находятся под давлением, и уровень воды в артезианском колодце соответствует давлению воды в артезианском потоке. Артезианские воды встречаются в нескольких горизонтах, разделенных друг от друга водонепроницаемыми грунтами (глина). В Московской губернии используются воды трех каменноугольных горизонтов, из к-рых третий находится на глубине до 250 м. Наиболее экономичными источниками В. являются подземные воды, не требующие фильтрации, и ими питаются водопроводы мелких и средних городов. Для крупных городов подземные воды

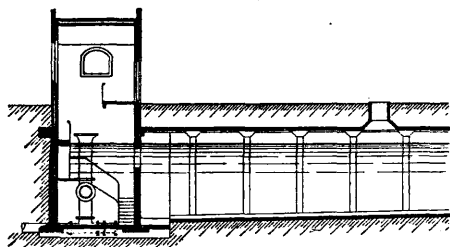


Фиг. 1.

водопровода Москвы из водоносных песков бассейна реки Яузы толщиной в 7 м и площадью в 75 м²; шахта дает около 25 000 м³ воды в сутки. При откачке воды из колодцев уровень грунтовых вод понижается (поверхностная депрессия). Грунтовые воды не требуют особой фильтрации и дезинфекции, но иногда содержат значительное количество солей железа и марганца (Берлин), от которых они должны быть освобождены. Артезианские воды протекают в водоносных слоях из трещиноватых пород (известняки, мел), перекрытых сверху водонепроницаемым пластом и т. о. изолированных от поверхностных вод. Артезианские воды находятся под давлением, и уровень воды в артезианском колодце соответствует давлению воды в артезианском потоке. Артезианские воды встречаются в нескольких горизонтах, разделенных друг от друга водонепроницаемыми грунтами (глина). В Московской губернии используются воды трех каменноугольных горизонтов, из к-рых третий находится на глубине до 250 м. Наиболее экономичными источниками В. являются подземные воды, не требующие фильтрации, и ими питаются водопроводы мелких и средних городов. Для крупных городов подземные воды

являются недостаточными по количеству, почему и приходится прибегать к открытым водоемам (рекам, озерам).

Вода открытых источников в сыром виде не удовлетворяет тем качествам, к-рые предъявляются к питьевой воде, и поэтому ее подвергают очистке и обезвреживанию (дезинфекции). Очистку воды производят отстаиванием и фильтрацией. Отстаивание воды в естественных или искусственных очистных резервуарах способствует оседанию взвешенных в воде веществ и части бактерий. В естественных отстойниках (Ладжское озеро проектируемого ленинградского водопровода, резервуары лондонского водопровода) вода отстаивается в течение месяцев, в искусственных отстойниках она находится значительно меньшее время — от 10 до 24 часов. Искусственные отстойники строятся обычно в форме разделенных продольными стенками железобетонных резервуаров, внутри которых движется вода со скоростью от 2 до 4 мм/сек. На фиг. 2 показан отстойник речной воды. Обычно достаточно механич. отстаивания воды для ее дальнейшей очистки, но при особо мутной воде,

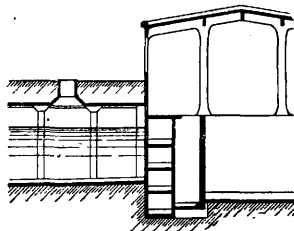


Фиг. 2.

что бывает во время паводков, ее подвергают еще химической обработке, делающей отстой более интенсивным и состоящей в прибавлении к воде коагулянтов; последние образуют с находящимися в воде взвешенными веществами нерастворимый хлопьевидный осадок, увлекающий как взвешенные вещества, так и часть бактерий. Обычно для коагулирования употребляют сернокислый глинозем $Al_2(SO_4)_3$. Коагулирование начинается при прозрачности воды менее 100 см (нормальной считается прозрачность в 230 см, т. е. такая, при которой через налитую в стеклянную трубку воду слоем в 230 см можно различить находящийся на дне черный крестик). Доза коагулянта определяется в 80—120 г на 1 м³ воды. Для лучшего контакта коагулянта с водой в последнее время применяют особые смесительные камеры, в которых происходит перемешивание коагулянта и воды. Фильтрование и дезинфекция воды — см. *Вода, V*.

Очищенная вода поступает в город по водоводам. Расположение водопроводных сооружений зависит от местоположения источника по отношению к городу, от планировки города и рельефа местностей. При положении источника выше города устраивают самотечный водопровод (Вена). Вода в этом случае подводится каменными, кирпичными или бетонными каналами. При переходе через долины рек каналы укладываются на специальном мосту (акведук) или

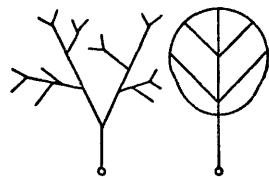
проходят по напорной трубе (дюкер). Переход канала через возвышенности выполняется или тоннелем или сифоном. Поверхность воды в каналах имеет уклон от 0,001 до 0,0001. При расположении источника ниже города вода из него поднимается насосами; в случае очистки воды подъем разделяется на 2 ступени: из источника на фильтры и из резервуара чистой воды в город. Вода подается по напорным трубам, чугунным, железным, железобетонным или деревянным, в зависимости от давления и диаметра труб. На водоводах помещают задвижки для выделения части водовода в случае повреждения, вентузы для выпуска воздуха, скопляющегося в высоких местах перегиба, спуски для опораживания водовода, предохранительные клапаны, обратные клапаны и воздушные колпаки для предохранения от гидравлических ударов. При пересечении водоводов с ж.-д. линиями, в целях предохранения пути от размыва в случае повреждения водоводов, последние заключают в тоннели или прокладывают под мостами. При переходах через реку водовод укладывают по дну реки сифоном или



по мосту. При напорном водопроводе вода обычно подается в напорный резервуар (Москва), реже прямо в сеть (Ленинград). При недостаточной высоте источника над городом применяется подкачка воды; вода подводится самотеком до определенного уровня, с которого она

подается дальше насосами (Баку). При резкой разнице в рельефе разных частей города водопровод разделяется на зоны с однообразным рельефом; подача воды в этом случае производится в каждую зону самостоятельно, чем уменьшается напор в трубах и расходы по эксплуатации (Париж). В крупных городах с развитой промышленностью устраивают два независимых водопровода: один для питьевых целей, другой для промышленных и санитарно-гигиенических (Париж).

Распределение воды в городе производится при помощи сети главных (магистральных) труб и разводящих уличных и домовых веток. Схема магистральной сети труб зависит от планировки города и расположения напорного резервуара. Основными типами магистралей являются магистраль с ответвлениями (фиг. 3) и магистраль кольцевая (фиг. 4). Кольцевая магистраль наиболее обеспечивает непрерывность водоснабжения, так как в случае повреждения в каком-либо месте вода может подойти к нему с другого конца кольца. При выборе направления магистралей учитывают кратчайший путь их к отделанным от резервуара частям города, наименьшее давление

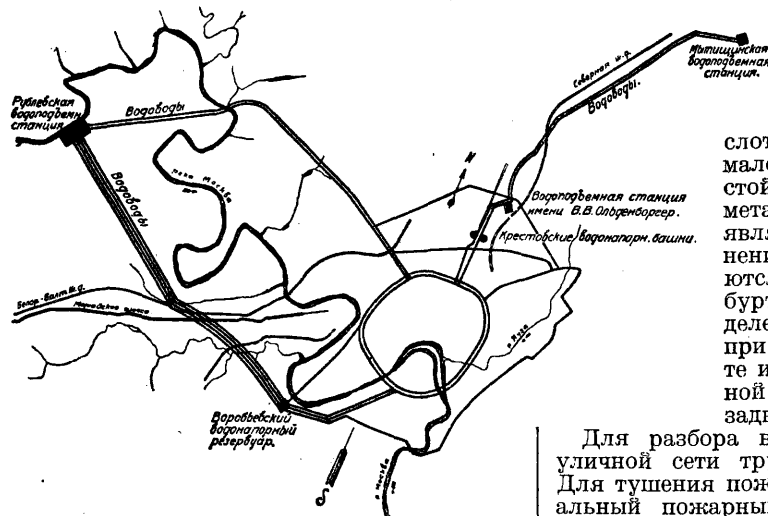


Фиг. 3.

Фиг. 4.

кольцевая (фиг. 4). Кольцевая магистраль наиболее обеспечивает непрерывность водоснабжения, так как в случае повреждения в каком-либо месте вода может подойти к нему с другого конца кольца. При выборе направления магистралей учитывают кратчайший путь их к отделанным от резервуара частям города, наименьшее давление

воды в них и расположение их в наиболее возвышенных частях города для обеспечения должным напором разводящих труб. Пример расположения магистральных труб по кольцевой системе дает схема расположения магистралей московского водопровода (фиг. 5). Разводящие трубы берут свое начало в разных точках магистрали



Фиг. 5.

и расходятся ветвями с уменьшающимися диаметрами по улицам города. От разводящих труб подводятся к домам домовые ответвления.

Водопроводная сеть состоит чаще всего из чугунных труб. Русскими з-дами чугунные трубы изготовляются по нормальному сортименту, выработанному V Водопроводным съездом (1901 г.). За последнее время выработан нормальный метрический сортмент труб. Наиболее употребительными являются раструбные чугунные трубы. Чугунные трубы отливаются диаметром от 1 200 до 40 мм. Наиболее употребительны трубы диам. от 900 до 50 мм. Кроме чугунных, употребляют железные трубы большого и малого диам., способные выдерживать высокие внутренние давления, при чем при больших диам. труб необходимо проверять толщину их стенок на внешнее давление земли и веса воды в трубах и самой трубы. Железные трубы диам. выше 500 мм делаются клепаными или сварными; соединения железных труб между собою делают раструбными, фланцевыми с подвижными и жесткими фланцами и муфтами с нарезкой. Железные трубы малого диаметра (газовые) употребляются главным образом для внутренней домовой разводки, при чем во избежание ржавления они оцинковываются внутри и снаружи. Соединение газовых труб преимущественно муфтовое на резьбе. Для укладки в земле газовые трубы мало пригодны, так как они быстро ржавеют и дают течь. Для магистралей и разводящих труб употребляют иногда *деревянные трубы* (см.) разных диаметров. Трубы большого диаметра (до 1,5 м и выше) собирают на месте, сплошной непрерывной трубой, из изготовленных на з-де

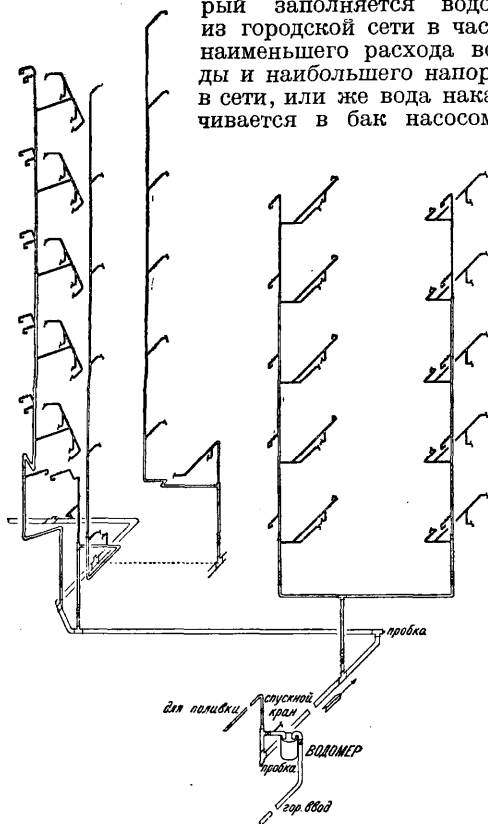
брусков, стягиваемых хомутами из круглого железа. Деревянные трубы укладывают в земле или на поверхности ее. Стоймость их на 30—40% дешевле железных и чугунных. В последнее время для водоснабжения получили применение асбесто-цементные (этернитовые) трубы, изготовляемые из смеси асбеста ($1/8$ ч.) и цемента ($5/8$ ч.). Асбесто-цементные трубы изготовляются на давление от 2,5 до 20 atm и отличаются долговечностью, не подвергаются действию электролиза, кислотоупорны, непроницаемы, мало теплопроводны, огнестойки и значительно легче металлич. Слабым местом их является ненадежность соединений, т. к. трубы изготовляются совершенно гладкие, без буртов и раструбов. Для выделения отдельн. участков сети при повреждении или ремонте и для переключений с одной трубы на др. употребляют задвижки, помещ. в колодцах.

Для разбора воды непосредственно из уличной сети труб служат водоразборы. Для тушения пожаров употребляют специальный пожарный гидрант, устанавливаемый непосредственно на уличной трубе. Домовые водопроводные ответвления присоединяются к уличной сети труб или посредством вставленного в сеть тройника или посредством особой седелки. Седелка состоит из чугунного сегмента, притягиваемого к трубе хомутами. При употреблении седелки присоединение домовой трубы к трубе сети делается без опорожнения трубы, просверливанием ее под напором через привернутый к седелке кран. Присоединение домовой линии производится обычно в колодце. Каждое домовое ответвление имеет запорный кран, отделяющий его от городской сети. Домовая водопроводная ветка вводится в дом и оканчивается водомером, за к-рым начинается уже внутренняя домовая разводка; она должна быть отделена от водомера вентилем. Для домовых веток употребляют чугунные 50-мм и 40-мм трубы, реже—железные оцинкованные. Для обычных домовых водопроводов диаметры труб определяются на основании опытных данных по числу расходных кранов:

Число кранов	Диам. трубы	Число кранов	Диам. трубы
1—3	13 мм	20—40	30 мм
3—10	20 »	40—60	40 »
10—20	25 »	60—80	50 »

Сеть домашнего водопровода, схема которой показана на фиг. 6, устраивается таким образом, что главная труба идет подвалом или нижним этажем и к ней присоединяются вертикальные стояки, идущие через все этажи; от стояков же идут только короткие ответвления к кранам. Каждый стояк снабжается запорным вентилем; ответвления от стояка в каждую квартиру также желательно снабжать вентилем,—это дает возможность производить ремонт отдельных частей водопровода, не останавливая водоснабжения всего дома. При недостатке напора

в городской сети при высоких зданиях, для обеспечения их водой в продолжение всех суток, ставят на чердаке дома бак, который заполняется водой из городской сети в часы наименьшего расхода воды и наибольшего напора в сети, или же вода накачивается в бак насосом.



Фиг. 6.

В больших общественных учреждениях, на ф-ках и т. п., устраивают домовое противопожарное В. с противопожарными кранами диаметром ≥ 40 мм. Водопроводным съездом выработаны технические условия и правила для сооружения и пользования домовыми водопроводами.

Для определения диаметра магистралей и разводящих труб, необходимого для пропускания заданного количества воды с потребным напором, пользуются формулами, дающими потери напора в трубах на единицу длины их в зависимости от диаметра трубы и расхода воды или скорости течения ее. Наиболее употребительные формулы для расчета чугунных и железных труб:

1) Дарси (с опытным коэфф. $m=1,5$ для диаметра труб от 100 до 500 мм):

$$i = \frac{h}{l} = \left(0,001645 + \frac{0,00004206}{d} \right) \times 1,5 \frac{q^2}{d^5};$$

2) Куттера (с коэфф. $m=0,25$):

$$i = \left[\frac{0,5 + \sqrt{d}}{100} \right]^2 \times 6,485 \frac{q^2}{d^5};$$

3) Маннига (с коэфф. $m=0,012$):

$$i = \frac{0,0014825}{\sqrt{d}} \times \frac{q^2}{d^5};$$

4) Фламана:

$$i = 0,00092 \times \frac{v^{1,75}}{d^{1,25}};$$

5) Базена:

$$i = \left[0,001232 + \frac{0,00034497}{d} \right] \times \frac{q^2}{d^5}$$

и другие. В этих ф-лах: i —потери напора в m водяного столба на 1 m .м; d —диаметр трубы в m ; q —расход воды в $m^3/сек$; v —скорость течения воды в $m/сек$. Для расчета деревянных труб применяется ф-ла Скобея:

$$i = 0,000875d \times \frac{v^{1,7}}{d^{1,7}}.$$

Для расчета водопроводной сети необходимо определить расход воды в трубах, начиная с наиболее удаленных. Расход этот определяется или по площади питания или пропорционально длине трубы по указанным выше нормам потребления. Расчетный расход для трубы составляется из транзитного расхода по ней плюс 0,55 потребления на протяжении самой трубы. Наименьший диаметр трубы определяется при условии, чтобы скорость в ней не превышала 1 $m/сек$; наивыгоднейший же диаметр выбирается в зависимости от стоимости труб, водоподъемных станций и других водопроводных сооружений. Нормально диаметр этот получается при скорости движения воды от 0,7 до 0,8 $m/сек$. Определенный по хозяйственному расходу диаметр труб сети проверяется на пожарный расход при двух пожарах в разных частях города одновременно. Скорость движения воды при пожаре допускается повышенная—до 1,5—1,75 $m/сек$. После расчета сети следует проверить пьезометрические уровни воды в трубах с тем расчетом, чтобы ни в одном районе свободный напор в сети не был менее установленного.

Уличные трубы укладывают по середине улицы или по ее краям у тротуаров. Трасса водопроводной линии д. б. согласована со всеми другими подземными сооружениями: канализацией, водостоками, кабелями освещения и телефона, газовой сетью и пр. Изменения направления линии делают применительно к существующим фасонным частям; отклонение на малые углы м. б. произведено поворотом самой трубы в раструбах. Глубина заложения труб определяется глубиной промерзания грунта—от 2,2 до 2,7 m для средней полосы СССР, до 3,0 m в Сибири и до 1,3 m на юге. Водопроводные трубы укладывают параллельно продольному профилю местности, но без резких переломов. Для укладки разводящих труб роют канаву шириною от 0,85 до 1,3 m ; стенки ее укрепляют досками с распорами. При прокладке труб малых диаметров канаву делают не сплошной, а с перемычками, что удешевляет стоимость работ. При укладке бурт трубы обматывают просмоленным пеньковым канатом и вводят в раструб соседней трубы; по выправке уложенных труб раструбы заливают свинцом и зачеканивают. По укладке линии труб и заделке раструбов трубы подвергают гидравлическому испытанию на 5 atm выше рабочего давления, но не ниже 10 atm , при чем в течение 3 минут гидравлическое давление должно упасть не более, чем на 1 atm . Плотность соединений определяют также наблюдением утечки в трубах при постоянном рабочем давлении; эта утечка считается

допустимой при величине ее на протяжении всего участка не более $10\,000\text{ dl}$ л в сутки, где d —диаметр трубы в м, а l —длина участка в км. После укладки труб канавы засыпают землей с утрамбовкой несколько выше поверхности почвы на случай осадки. Одновременно с укладкой труб выкапывают колоды, в которых устанавливают задвижки, фасонные части, пожарные гидранты. Эксплуатация сети водопроводных труб требует постоянного надзора за состоянием их и связанных с ними водопроводных сооружений. Сеть труб от времени до времени необходимо проверять на утечку.

Лит.: Люгер О., Водоснабжение городов, СПб, 1898—1904; Кашкаров Н. А., Курс водоснабжения, М., 1926; Будников А., Водоснабжение городов и селений, Л., 1926; Сурин А., Курс водоснабжения, Л., 1926; Основные положения для составления проектов водоснабжения и канализации, М., 1927; Стандартные методы исследований питьевых и сточных вод, М., 1927; Коровая С. Л., Домовые водопроводы, устройство и уход за ними, М., 1926; Руководство по надзору и уходу за фильтровальными станциями, Москва, 1927; Труды русских водопроводных и санитарно-технических съездов, I—XII, М., 1893—1922; Труды всеююзных водопроводных и санитарно-технических съездов I (XIII) и II (XIV), М., 1926—1927; Известия Постоян. бюро всеос. водопроводн. съездов, М., 1914—16; «Санитарная техника», Москва, 1926—27; Lueger O., Wasserversorgung d. Städte, Lpz., 1914—16; Flinn A., Weston R. a. Bogert C., Waterworks—Handbook, New York, 1927; Foilwell A. P., Water Supply Engineering, N. Y., 1924; Thompson B. A., Emergency Water Supplies, London, 1924; «Journal of the American Water Works Association», N. Y.; «Journ. of the New England Water Works Association», New London, Conn.; «Water Engineering», L.; «Engineering News-Record», New York; «Water and Water Engineering», L.; «Water Works» (Supplement of the «Engineering and Contracting»), Chicago; «Das Gas- und Wasserfach», Mch.; «Wasser u. Gas», B.; «Wasser und Abwasser», B. **Н. Гуцин.**

II. В. железнодорожное.

Такое В., в отличие от городского, снабжает водой, пригодной главн. обр. для питания паровозных котлов и поэтому в большинстве случаев подвергающейся не биологической очистке, а лишь смягчению. Снабжение питьевой водой населения станции выгоднее производить при помощи колодцев отдельно от водоснабжения паровозов или, при большом количестве населения, путем установки особых водопроводов.

Источниками В. ж.-д. служат: 1) живые источники—ручьи, реки и озера; 2) искусственные водоемы в виде прудов, собирающих с ограниченного бассейна атмосферную воду, и колодцев, собирающих грунтовую воду, и 3) артезианские скважины. На сети СССР 49% В. жел.-дор. производится из рек, 7%—из озер, 12%—из прудов, 13%—из колодцев, 8%—из буровых скважин и 11%—из прочих разных источников. Выбор того или другого источника водоснабжения зависит гл. обр. от качества и количества воды источника. Вода для паровых котлов должна быть механически чиста и свободна от газов и минеральных примесей. При нагревании и испарении воды, содержащей газы и минеральные примеси, сначала выделяются растворенные в воде газы—кислород, углекислота и сероводород, если он содержится в воде, а затем (частично и одновременно) осаждаются соли и основания. Газы, в особенности сероводород, разбедают стенки парового котла; осадки твердых веществ, называемые ко-

тельным камнем или накипью, отлагаются на стенках котла сначала в виде рыхлой массы, а затем по большей части затвердевают в плотную твердую камнеобразную корку. Корка состоит из углекислых и сернокислых солей кальция и магния. Наиболее твердые накипи получаются из сернокислых соединений. Присутствие поваренной соли в растворе также чрезвычайно вредно. Чем больше этих солей в воде, тем скорее они отлагаются на стенках, тем быстрее проявляется их вредное влияние на паровой котел и тем выше расходы по уходу за котлом и ремонту его.

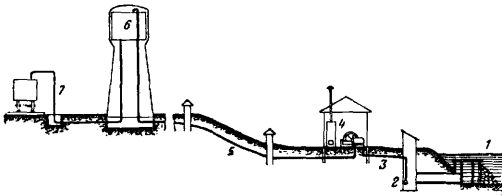
Качество воды обыкновенно определяется степенью ее жесткости, измеряемой градусами. Существуют две системы градусов жесткости: по французской системе 1° жесткости соответствует содержанию в 100 000 весовых частях воды одной весовой части CaCO_3 , по немецкой—одной весовой части CaO . Франц. градус равен 0,56 немецкого. У нас предпочитают немецк. систему жесткости. Воды до 10—16° (немецких) считаются хорошими для питания котла, от 16 до 25°—средними, свыше 25°—жесткими, наконец, воды свыше 35—40° являются негодными для питания паровых котлов. Воды северной части территории СССР—преимущественно мягкие воды, южной части, с низким уровнем грунтовой воды,—более жесткие. Воды прудов, болот, озер, рек—по большей части мягкие или средние, воды артезианских скважин и рек, прорезающих известняки,—средние или жесткие. Из используемых источников для железнодорожного водоснабжения 70% вод можно отнести к мягким, 20%—к средним и 10%—к жестким водам.

При проектировании В. ж.-д. для данной линии прежде всего определяют расстояние между пунктами В. ж.-д. из такого расчета, чтобы на этом расстоянии товарный паровоз типа 0-5-0 серии Э, следуя с поездом предельного веса, израсходовал воды не более 80% емкости своего тендера. Это условие обычно соответствует расстоянию в 40—60 км. При всех условиях В. ж.-д. должно гарантировать непрерывность подачи воды и на случай порчи должно иметь по два всасывающих и напорных водопровода и двойной комплект водоподъемных машин. В прежнее время пункты В. жел.-дор. располагались примерно в два раза чаще, но с одиночным оборудованием.

Затем определяют количество воды, которое должен давать проектируемый пункт. Для станций с паровозными депо и другими крупными хозяйственными устройствами В. ж.-д. должно обеспечить необходимое в сутки количество воды: 1) для наполнения тендеров всех поездных паровозов, которые рассчитывают отправлять в течение суток с данной станции через 10 лет после открытия линии; 2) для маневровых паровозов, промывки паровозов, для мастерских, для разных расходующих воду установок (силовые станции, элеваторы, бани и т. п.) и для хозяйственных надобностей населения станции; во всяком случае общий суточный расход для надобностей по этому пункту должен быть не меньше 200 м^3 для станций с коренным депо, 80 м^3 для станций

с оборотным депо и 20 м³ для прочих станций; 3) для особых надобностей—не менее 25 м³ для станций с депо и 10 м³ для станций без депо.

В. ж.-д., как видно на фиг. 7, изображающей схему водоснабжения, состоит из следующих частей: сооружений, собирающих воду (запруда, колодец) 1, водоприемника 2, всасывающей линии труб 3, механического оборудования—насосы и машины, приводящие их в движение, 4, напорной линии к резервуару 5, резервуара воды 6 и разводящей водопроводной сети с разборными устройствами 7. К этим частям иногда присоединяют устройства для химической очистки (смягчения) воды и устройства для механической и биологической очистки воды (фильтрование, коагулирование, хлорирование и т. п.). В гористых местностях бывают случаи, когда возможно собрать из родника, ручья или озера воду выше станции, и тогда все устройство водоснабжения состоит из резервуара, в который самотеком собирается вода, направляемая затем в разводящую сеть. Такие самотечные сооружения в нашей равнинной стране редки: их на

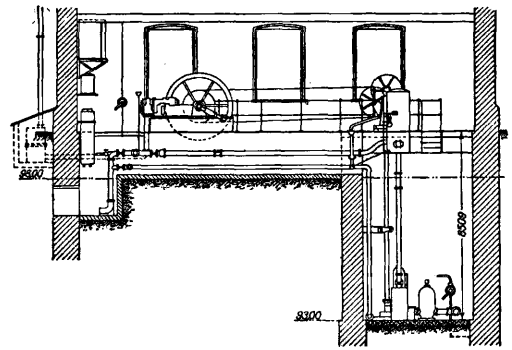


Фиг. 7.

нашей сети—30. Для естественных источников В. жел.-дор. (реки, озера, пруды), имеющих достаточный расход воды, устраивают лишь водоприемные сооружения, служащие для удобства постановки всасывающих труб (см. *Водоприемники*), для рек и ручьев с малым расходом воды прибегают к скоплению воды помощью плотин, б. ч. земляных. Источник воды должен обеспечивать суточный расход воды, увеличенный в полтора раза; при этом необходимо учитывать: фильтрацию, испарение, вымерзание в суровые зимы и, наконец, в степных местностях—осолонение.

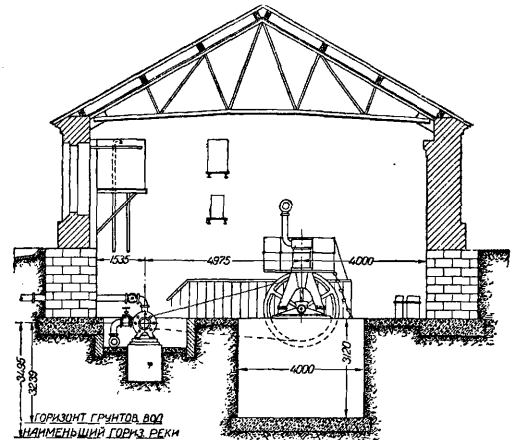
Механическое оборудование В. ж.-д. до недавнего времени состояло преимущественно из паровых насосов Вортингтона при водоемах, а при артезианских скважинах—из штанговых насосов, питаем. паром от вертикальных котлов. Повсеместное распространение насосов Вортингтона объясняется их надежностью в работе, простотой конструкции и легкостью ремонта. Эти насосы, однако, отличаются весьма высоким расходом пара (50—75 кг/HP) и топлива. Повышение мощности установок и вздорожание топлива заставило перейти к более сложным, но более экономным устройствам механич. оборудования. В настоящее время в новых установках применяют двойной агрегат, состоящий каждый из приводного (плунжерного или центробежного) насоса, связанного ременной или зубчатой передачей с двигателем внутреннего сгорания (большая часть нефтяным); для расширения суще-

ствующего устройства к имеющемуся паровому оборудованию добавляют такой же обычный агрегат, при чем постоянно работает экономная установка с двигателем внутреннего сгорания, а паровая находится в резерве. На фиг. 8 и 9 приведены типичные



Фиг. 8.

примеры новейших установок механич. оборудования средней мощности. На фиг. 8 показано оборудование водокачки на 100 м³ подачи воды в час, состоящее из дизеля и центробежного насоса с ременной передачей. Двигатель и насос расположены почти на одной высоте, что возможно при б. или м. постоянном уровне воды в реке и невысоком берегу водоема. В случае, когда машин. здание, из опасения затопления машин, придется строить на высоком берегу, для получения надежного всасывания (высота всасывания не должна превосходить 4—5 м) насос располагают в пониженной части здания. Т. к. плунжерные насосы вообще тихходные, то для уменьшения числа оборотов кроме ременной придется еще вводить зубчатую передачу. Устройство водокачек



Фиг. 9.

на крупных реках представляет значительные затруднения вследствие большой разницы в горизонтах весенних и меженных вод; эта разница б. ч. находится в пределах 8—10 м, а в исключительных случаях доходит до 16 м (р. Ока у Калуги). На фиг. 9 показан пример расположения водоподъемного здания на реке с большой разницей высоких и низких вод. Пол машинного

здания расположен выше горизонта высоких вод, а насосы помещены в шахте, дно к-рой опущено на 6,5 м. Наверху помещена также коробка с зубчатой передачей, от которой идут вертикальные штанги, передвигающие плунжеры насоса. Такое устройство позволяет работать при разности горизонтов до 10 м. При установках небольшой мощности применяются весьма компактные агрегаты, состоящие из двигателя и насоса (плунжерного или центробежного), монтированных на одной фундаментной плите. Типовое современное механическое оборудование при артезианских скважинах состоит из компрессора, нагнетающего воздух в скважину и выжимающего воду в резервуар, из которого вода затем центробежным



Фиг. 10.

насосом нагнетается в водонапорную башню. Схема такого оборудования показана на фиг. 10. В исключительных случаях, при большом диаметре скважин, применяют центробежные электронасосы с вертикальным валом. Электрическое оборудование водокачек распространено сравнительно мало. Из всех насосных агрегатов водокачек нашей жел.-дор. сети имеется: паровых — 76%, с двигателями внутрен. сгорания — 20%, электрических — 4%. Собственно насосы распределяются так: 76% паровых, 7% центробежных, 17%

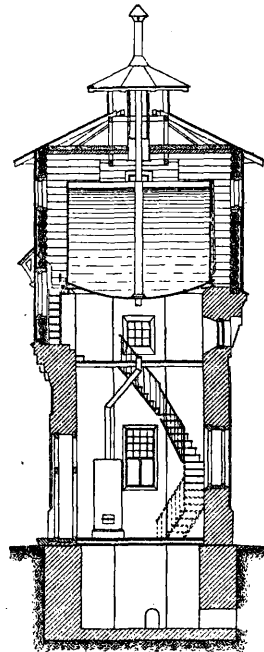
приводных плунжерных. Механич. устройства В. ж.-д. при наибольшей работе, допускаемой их конструкцией, должны доставлять все требуемое суточное количество воды при одиночном оборудовании в течение 16 ч. работы, при двойном оборудовании — в течение 22 ч. для каждого агрегата.

Общая емкость резервуаров водоемного здания составляет от $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{4}$ наибольшего суточного расхода. Возвышение dna бака над рельсами согласовывается с диаметром разводящих труб т. о., чтобы из путевых гидравлическ. кранов можно было одновременно наполнить два тендера в течение не более 5 минут.

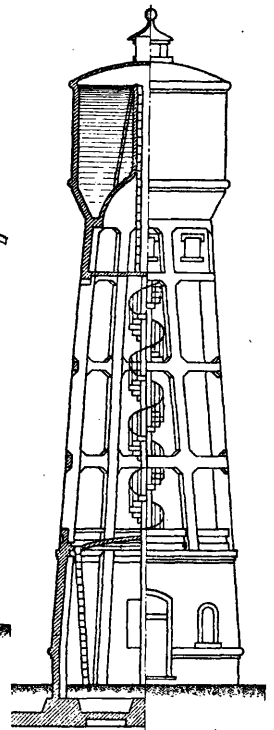
Водоемные здания на наших дорогах строят по большей части двух типов: 1) малые здания, емкостью 60 м³ и высотой (до низа бака) 8,5 м; на нижней каменной восьмигранной части располагают железный клепаный бак; верхняя, тоже восьмигранная, часть, служащая лишь для предохранения от холода, — деревянная, рубленая шастром (этот тип представлен на

фиг. 11); 2) водоемные здания, емкостью свыше 100 м³, делают чаще всего железобетонные; типичным примером их может служить здание, изображенное на фиг. 12. Резервуаров, емкостью больше 200 м³, не делают и поэтому, если необходимо построить водоемное здание большей вместимости, ставят в нем два резервуара рядом или один под другим. Если станция расположена на косогоре, водоемное здание стараются вынести на гору и тем уменьшить высоту здания, сохраняя заданную высоту напора. Высота водоемного здания (если не предусматриваются особые мероприятия для повышения давления в разводящей сети) д. б. проверена на высоту пожарной струи.

На нескольких станциях ж.-д. сети СССР имеется так наз. пневматическое водоснабжение, при к-ром отсутствует водонапорная башня, а напор создается давлением воздуха, нагнетаемого компрессором. Преимущество этой системы заключается в возможности скрыто расположить главные органы водоснабжения, получить высокое напорное давление и регулировать величину напора; недостаток — высокая стоимость. Типовое устройство этой системы на большой станции с суточным расходом в 1000 м³ состоит из 10 водяных



Фиг. 11.



Фиг. 12.

и 10 воздушных резервуаров следующего назначения: пять водяных резервуаров для постоянных хозяйственных потребностей, емкостью каждый в 40 м³ при давлении 2—4 atm; три резервуара для пожарной надобности, емкостью каждый также в 40 м³ при давлении 9 atm и, наконец, два резервуара переменного запаса, расходуемого обычно для хозяйственных надобностей при давлении 2—4 atm, но в

случае пожара давление в этих резервуарах может быть поднято до 9 atm. Каждому водянному резервуару соответствует свой воздушный резервуар-аккумулятор; в аккумуляторах давление поддерживается двадцатисильным компрессором.

Южная часть нашей ж.-д. сети беднее водой, и на нескольких дорогах Ю. и Ю.-В. имеются большие районы без воды, годной для питания котлов. При небольшом движении такие безводные пункты снабжаются привозной в цистернах водой, на магистральных же линиях устраивают вдоль линии водопроводы длиной до 100—150 км. Представление о характере и размерах такого сооружения могут дать следующие сведения об одном существующем продольном водопроводе длиной 140 км. Вода берется из реки и подается на ряд станций по водопроводным трубам с уменьшающимся диаметром в зависимости от уменьшающегося по пути расхода воды: первые 14 км—диам. 250 мм, следующие 31 км—225 мм, следующие 42 км—200 мм, следующие 32 км—175 мм и последние 21 км—150 мм. Вода подается тремя насосными станциями—одной главной и двумя промежуточными; оборудование главной станции состоит из 3 двигателей по 62 HP, 3 насосов первого и 3 насосов второго подъема, промежуточных станций—из 3 двигателей и 3 насосов мощностью: на второй станции по 37 HP, на третьей—по 25 HP. При полном расчетном графике движения поездов должны работать два агрегата. Вследствие допущенных высоких манометрических давлений уложены стальные трубы. Вдоль пути водопровода устроены запасные резервуары с трехсуточным запасом воды.

Устройство всасывающих и нагнетательных и разводящих сетей в общем не отличается от сетей обычных водопроводов, кроме гидравлическ. кранов для набора воды тендерами. Трубы в подавляющем большинстве чугунные; стальные трубы применяются в исключительных случаях. Внутренний диаметр труб для напорных линий рассчитывают для скорости движения воды не более 1 м/сек и, в всяком случае, делают не менее 125 мм. Линии разделяют на ремонтные участки длиной не более 500 м со смотровыми колодцами на границах участков, запорными кранами и патрубками для испытания линий. В повышенных точках сети устанавливают воздушные вентузы, а в пониженных—осадочные. Диаметр всасывающих труб превышает диам. напорных труб не менее чем на 25 мм. Диам. разводящих труб рассчитывают так, чтобы при установленном времени наполнения тендера (3—5 м.) скорость движения воды во время этого наполнения не превосходила 1,5 м/сек; при этом диам. труб, подводящих воду к гидравлическ. кранам для наполнения тендеров, не должен быть менее 150 мм при длине трубопровода до 600 м и не менее 175 мм—при более значительной длине трубопровода. На фиг. 13 показан один из пользующихся широким распространением типов гидравлического крана.

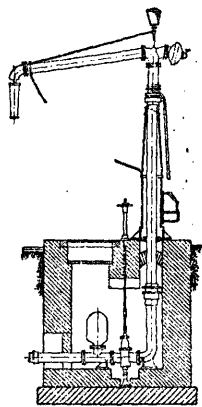
Устройства для механич. и биологической очистки сходны с очистными устройства-

ми городских водопроводов, но применяются в единичных случаях. Что же касается химич. очистки, то многим водам на южной части нашей сети свойственна такая жесткость, что необходимо прибегать к смягчению воды прибавлением к ней кальцинированной соды и извести в количествах, соответствующих составу содержащихся солей. При этом накипеобразователи, кальциевые и магниевые основания, выпадают из воды в виде нерастворимых осадков, которые отделяются затем отстаиванием и фильтрацией, и вода становится мягкой и осветленной. Выделение накипеобразователей не бывает совершенно полным, и в очищенной воде остается еще некая жесткость до 6° (нем.), но этот остаток жесткости дает незначительную рыхлую накипь. Химическая очистка воды в Союзе ССР пока еще не имеет того распространения, какого она заслуживает, вследствие дороговизны первоначального устройства и трудности обеспечить необходимое умелое руководство и надзор за процессом очистки.

Для питания паровозов во время постройки новых жел.-дор. линий устраивают временное В. ж.-д. в таких местах, где это наиболее удобно и дешево, обыкновенно на переезде у речки с невысокими берегами; это В. ж.-д. состоит из парового или моторного агрегата, накачивающего воду в поставленные на подмости деревянные чаны или непосредственно в тендер паровоза.

В. ж.-д. за границей в принципе не разнится от вышеописанных устройств, отличается в конструктивных деталях. Главное различие заключается в больших диаметрах водопроводных труб, особенно разводящих, и, следовательно, больших скоростях набора воды. На американ. дорогах применяют деревянные водопроводы и деревянные резервуары на водоемных зданиях. Чтобы избежать потери напора и иметь возможность строить водоемные башни малой высоты, на каждый гидравлич. кран или на пару стоящих рядом кранов возводят отдельное водоемное здание, чем устраняется надобность в укладке разводящей сети большого диам.

В Англии и Америке на некоторых линиях обращения скорых поездов, проходящих большие расстояния без остановок, устраивают на прямых и горизонтальных участках путевое водоснабжение, состоящее из железного клепаного корыта-канала, по которому течет вода. Корыто длиной 450—600 м, шириной 0,5—0,7 м и высотой 0,15—0,18 м укрепляется на шпалах по оси пути. С тендера паровоза спускают металлический рукав, забирающий на ходу воду. Вследствие трудности содержания, особенно зимой, когда приходится устраивать отопление этого корыта в предупреждение замер-



Фиг. 13.

зания воды, такое puteвое В. ж.-д. имеет весьма ограниченное распространение и, вероятно, скоро исчезнет.

Большинство отдельных частей В. ж.-д. состоит из тех же элементов, как и городское или заводское водоснабжение.

Лит.: Филиппов И., Ж.-д. водоснабжение, Харьков, 1909; Борзов И., Устройство и улучшение жел.-дор. водоснабжений, Л., 1904; Венедиктов М. И., Руководство по проектированию и устройству ж.-д. водоснабжения, Москва, 1926; Брилинг С. Р., Курс водоснабжения, М., 1923; Кашкаров Н. А., Курс водоснабжения, М., 1927; Сурин А. А., Курс водоснабжения, Л., 1927; Гениев Н. Н., Курс водоснабжения, М., 1923; Гордон И. Л., Вода и ее очистка, М., 1927; Юшкевич С. Ф., Смягчение жестких вод, М., 1925; Guillery C., Das Maschinenwesen der Preussisch-Hessischen Bahnen, В., 1914; Landsberg F., Der Eisenbahnbau, Betriebseinrichtungen insbesondere f. Versorgung d. Lokomotiven mit Wasser u. Brennstoff, Lpz., 1919; Gibson A. H., Hydraulics and its Application, N. Y., 1925; Railway Engineering and Maintenance Cyclopaedia, p. 683—768, New York, 1926. П. Красовский.

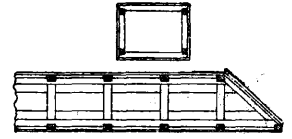
III. В. промышленных предприятий.

Такое В. имеет целью обеспечение промышленных предприятий водою для хозяйственных нужд, для производства, для питания паровых котлов и для противопожарных мер. К качествам воды для производства (напр. для красильного производства, для бумажного и др.) предъявляются весьма строгие требования, вызывающие такие расходы на очистку и пр., к-рые могут играть решающую роль при выборе места для постройки нового з-да или ф-ки. Воду для питания паровых котлов приходится часто очищать во избежание образования в котлах накипи (см. *Паровые котлы, Накипь*). К воде для противопожарных мер особых требований в смысле ее чистоты и химич. состава не предъявляется, за исключением тех случаев, когда в пожарной сети имеются спринклеры, вода для к-рых д. б. чистой и не содержать железистых соединений.

В виду различных требований, предъявляемых к воде, современные заводские водопроводы состоят из трех отдельных сетей: 1) для питьевой воды и хозяйственных нужд, 2) для производства (и котлов) и 3) пожарной. Последняя питается центробежными насосами, приводимыми в действие от электромоторов или от двигателей внутреннего сгорания. Сеть труб обычно устраивают сомкнутой с круговой циркуляцией воды. Трубы прокладывают в земле на глубине 1,5—2 м в зависимости от местного климата и с нек-рым уклоном для того, чтобы в случае надобности из них можно было выпускать воду. В случае спринклерного устройства на з-де должны быть два независимых друг от друга источника воды, как, напр., водонапорная башня и трубопровод, подающие воду под напором из водоема или колодца. На небольших заводах обычно устраивают одну общую водопроводную сеть, присоединенную к городскому водопроводу. Если такая общая сеть питается водою из заводского артезианского колодца, то необходимо ставить водонапорную башню для подачи воды в нерабочее время в жилые дома и в случае пожара.

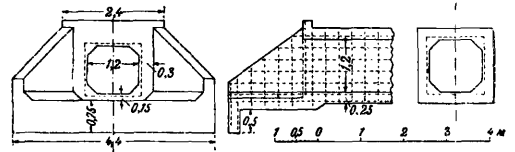
Лит.: Буф К. Т., Техническая организация и устройство пром. предприятий, пер. с немецкого, Л., 1924; Нütte, Справочная книга для инж., изд. 11, ч. III, Берлин, 1926. В. Пальм.

ВОДОПУСК, специальное устройство в гидротехническом сооружении или отдельное сооружение, служащее: а) для выпуска излишней воды, б) для осушения подпираемого плотиной бьефа, в) для пропусков из водохранилища избытка воды. В. устраиваются в плотинах, в каналах, естественных реках и представляют обычное отверстие, закрываемое затворами различных типов. Простейший тип В. для выпуска воды из канала или небольшого водохранилища, ограниченного землян. дамбами, изображен на фиг. 1. Он представляет собою деревянную трубу квадратного сечения при длине стороны от 0,2 до 0,5 м, из досок 5—8 см толщины,



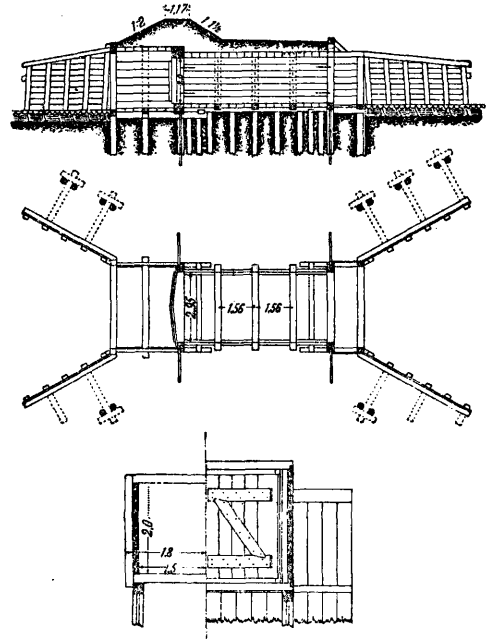
Фиг. 1.

скрепленную по длине рамами. Конец, обращенный к водохранилищу, скошен под углом в 45° и закрывается деревянной крышкой на петлях. Подобного же рода В. устраивают из каменных плит, чугунных, бетонных и железобетонных труб (фиг. 2). При



Фиг. 2.

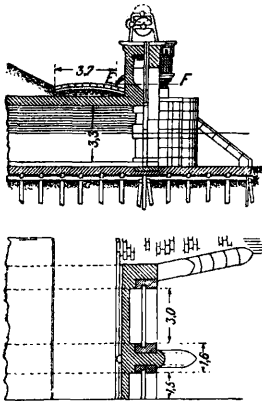
скрепленную по длине рамами. Конец, обращенный к водохранилищу, скошен под углом в 45° и закрывается деревянной крышкой на петлях. Подобного же рода В. устраивают из каменных плит, чугунных, бетонных и железобетонных труб (фиг. 2). При



Фиг. 3.

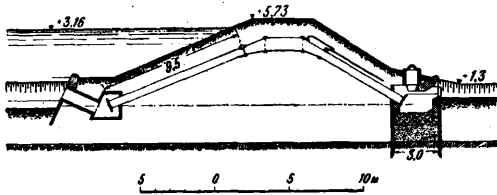
более значительных площадях сечений деревянные В. устраивают из брусьев, иногда с затворами в виде двусторчатых ворот (фиг. 3, размеры в м); и вход и выход из них укрепляют фашинным туюфком с мостовой по верху. Вход, фахбаумный брус и выход

имеют снизу шпунтовые ряды. Более солидные типы таких В. показаны на фиг. 4 (размеры в м). Здесь для подъема и опускания щита применяется лебедка. В. в виде водосливного отверстия, закрываемого деревянными скользящими щитами, пригодны для небольших подпоров, так как поднятие и опускание щитов требует больших усилий. Более сложной конструкцией являются сифонные В. (фиг. 5, размеры в м). Такие В. устраивают в том случае, если по условиям грунта в земляной плотине или дамбае устройство донного



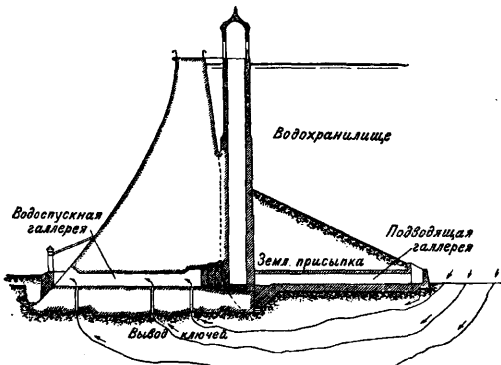
Фиг. 4.

В. может вредно отозваться на устойчивости плотины; иногда глубокое заложение затрудняет ремонт и осмотр донного водоспуска. Для начала действия В. сифон должен быть заполнен водой, для чего служат



Фиг. 5.

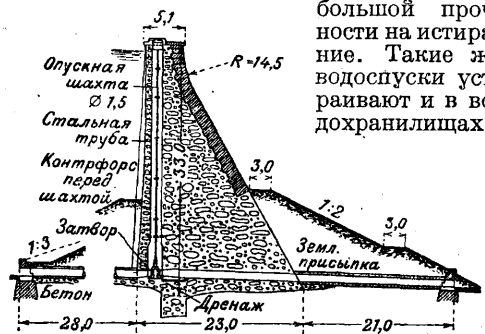
или небольшой насос или другие приспособления. Вытесняемый при наполнении сифона воздух отводится особыми трубками. Описанные В. обычно применяют в мелиоративных устройствах и судоходных каналах.



Фиг. 6.

В земляных плотинах большой высоты выпуск воды в В. устраивается в особой башне (фиг. 6), находящейся в подпертом бьефе водохранилища. Иногда для облегчения маневров затворами В. и для уменьшения скорости воды в трубе В. в башне устраивают затворы на различной высоте; таким образом напор делится на несколько частей,

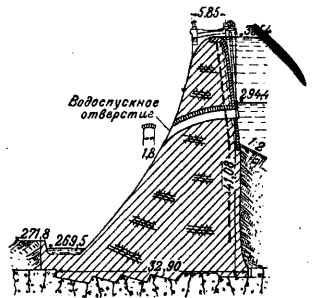
водохранилище опорожняется отдельными слоями, и при открывании затворов требуются меньшее усилие. В случае, если позволяют местные условия, водоспускную трубу устраивают с входом непосредственно из водохранилища, затвор же приводится в действие из башни в теле плотины; но в этом случае, при значительных напорах, скорости в водоспускной трубе настолько велики, что приходится делать внутреннюю облицовку стальными листами или другим материалом



Фиг. 7.

каменными плотинами. Если сечение тела плотины имеет достаточную ширину по основанию, то водоспускная труба идет непосредственно из водохранилища (фиг. 7, размеры в м), но иногда устраивается и башня. Эти башни обязательно устраивают при плотинах сводчатых, имеющих небольшую ширину основания, во избежание ослабления сечения тела плотины. В. в глухих плотинах на реках устраивают или в виде отверстий в плотине, как это устроено в Ассуанской плотине на р. Ниле, или в виде особых отверстий в плотине по всей ее высоте, закрываемых щитами (Волховская плотина). Эти отверстия служат для пропуска паводков на реках, если нежелательно увеличивать расход через водосивы.

К В. можно отнести также и устройства для подвода воды к силовым установкам ниже плотин. Подводы эти имеют весьма разнообразное устройство. В плотинах водохранилищ, особенно земляных, они устраиваются так же, как и В., изображенные на фиг. 1—7. В. для выпуска высоких вод устраиваются в плотинах водохранилищ, в виде отверстий в теле плотины на некоторой высоте (на примере, изображенном на фиг. 8, отверстие находится на $\frac{3}{4}$ высоты, размеры в м); отверстия эти закрываются затворами. При небольших напорах для закрытия труб употребляется задвижка, приводимая в действие от винта вручную. При положении задвижки на большом расстоянии от подъемного механизма штангу устраивают вращающейся или скользящей по роли-

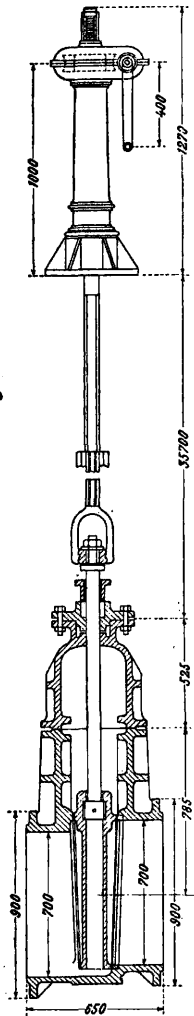


Фиг. 8.

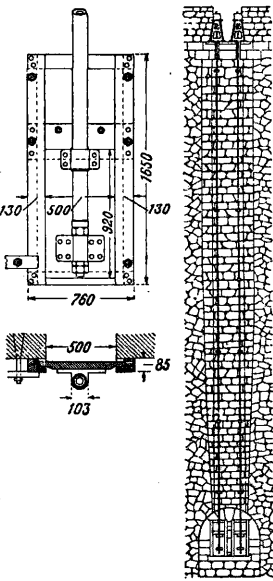
кам, во избежание заеданий от искривлений (фиг. 9, размеры в мм). Для закрывания отверстий служат скользящие затворы типа, показанного на фиг. 10 (размеры в мм). Эти затворы можно применять лишь при небольших сравнительно напорах (трубы диам. до 800 мм при напоре до 20 м). При этом после открытия задвижки давление на задвижку от действия текущей воды увеличивается по сравнению с начальным. Потребное для открывания скользящего затвора усилие в кг:

$$z = f \cdot 1000h \cdot F + G,$$

где f —коэфф. трения, F —площадь задвижки или щита в m^2 , h —напор в m , G —вес задвижки или щита со штангой в кг. При



Фиг. 9.



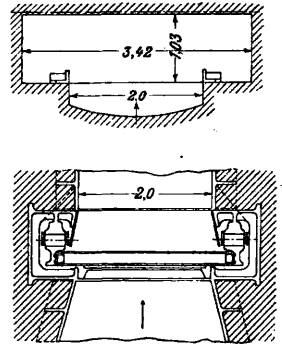
Фиг. 10.

малых напорах принимают $f = 0,1$, но с возрастанием нормального к трущимся поверхностям давления этот коэфф. возрастает, и при больших напорах, до 75 м, нужно считать $f = 0,31$. Для уменьшения усилия на открывание при больших напорах и значительных площадях щитов применяют щиты на роликах (фиг. 11, размеры в м), при чем вместо трения скольжения здесь имеет место трение катания. Усилие для подъема в кг

$$z = 1000h \left[\frac{F}{R} (t + f_1 r) + f_2 \omega \right] + G,$$

где G —вес затвора в кг (б. ч. уравновешиваемый противовесом), F —поверхность щита в m^2 , R —радиус роликов в м, r —радиус цапф в м, ω —площадь кожного уплотнения, если оно применено, в m^2 ; t —плечо трения катания в м (для железа по железу при движении = 0,0005 см); f_1 —коэфф.-т трения

в цапфах в воде (в среднем 0,2); f_2 —коэфф. трения при скольжении для кожного уплотнения (ок. 0,4). Величина $f_2 \omega$ по незначительности м. б. опущена, так что при наличии противовеса мы имеем дело лишь с трением катания. Если применены шариковые, а не обычные подшипники, то $f_1 \approx 0,025$. Кроме указанных затворов употребляются еще затворы клинкетного типа, сегментные и цилиндрические. Однако следует иметь в виду, что затворы клинкетного типа, обладая большой пропускной способностью, не зарекомендовали себя со стороны исправной службы. Последние два типа затворов применялись для плотин и в. сравнительно редко. В. для пропуска весенних вод и для спуска излишней воды при легких паводках называется вешняком.



Фиг. 11.

Лит.: Анисимов Н., Плотины, Москва, 1923; Акудов К., Судходные каналы и их устройство, СПб, 1912; Подарев В., Гидротехнические сооружения, Москва, 1923—27; Engels H., Handbuch des Wasserbaues, B. 2, Leipzig, 1923; Handbuch der Ingenieurwissenschaften, T. III—Wasserbau, Leipzig, 1912—24. Н. Анулов.

ВОДОСТОК, искусственное подземное сооружение для отвода фекальных, хозяйственных, промышленных, атмосферных и грунтовых вод из населенных мест. В. представляют собою систему трубопроводов, по которым вода отводится самотеком. У нас в СССР принято классифицировать В. по их назначению след. обр.: а) канализация—водосточная сеть для отвода фекальных, хозяйственных и промышленных вод, т. е. таких вод, которые требуют предварительной очистки и обезвреживания до спуска их в естественные водоемы (см. Канализация); б) собственно В.—для отвода атмосферных вод (дождевых и талых), которые по существу м. б. отведены в естественные водоемы без предварительной очистки; в) дренажи (см.)—для понижения и отвода грунтовых вод с целью осушки местности.

В зависимости от климатич. условий и рельефа местности, системы канализования населенных мест (системы сетей) могут быть общесплавными и раздельными. В первых все виды городских сточных вод отводятся одной общей системой трубопроводов, во вторых фекальные и хозяйственные воды отводятся одной системой трубопроводов, а атмосферные—другой; в этом случае строятся две независимые сети: канализационная и водосточная (Москва).

Постройка канализации в городах возможна лишь при наличии определенных условий развития города; постройка водосточной сети возможна и необходима независимо от развития города и степени его благоустройства, так как эта сеть служит для отвода атмосферных вод, количество которых зависит исключительно

от климатич. условий и рельефа местности, и в то же время она необходима для правильной эксплуатации и содержания городских проездов общего пользования.

При расчете водосточной сети данного города необходимо установить максимальное количество дождевых вод, к-рое она должна пропускать с целью устранения затопления местности. Из всех видов атмосферных осадков (дождь, снег, иней и град) наибольшее значение для расчета каналов водосточной сети имеют дожди, в особенности ливни, дающие большие количества воды в течение очень небольших промежутков времени. Практически, однако, на наибольшие ливни В. не рассчитывают как по экономическим соображениям (получались бы значительные размеры каналов), так и вследствие того, что большие ливни—явление сравнительно редкое. Расчетные ливни, принимаемые в основу при определении размеров сечений водосточных каналов, устанавливаются на основании сопоставления целого ряда факторов—метеорологических, экономических и эксплуатационных. Наибольшая обоснованность расчетных ливней м. б. достигнута при условии многолетних, не менее 20 лет, метеорологич. наблюдений, полученных от записей самопишущими дождемерами. Для установления самого понятия о ливнях, в отличие от обыкновенных дождей, были сделаны попытки определения низших пределов интенсивностей ливней при различной продолжительности их выпадения. Для московских условий при расчете В. раньше принимался в расчет дождь с интенсивностью 1" в час. Однако не вся вода, выпадающая на определенную площадь (бассейн), попадает в водосточную сеть: часть воды испаряется, часть впитывается в грунт и часть стекает по поверхности земли в более пониженные места. Другим фактором, влияющим на количество отводимой воды, является замедление стока, сущность которого заключается в том, что при больших бассейнах и не слишком продолжительных ливнях происходит запаздывание поступления жидкости из отдаленных частей бассейна к некоторым участкам сети. В таких случаях воды из отдаленных частей бассейна начинают поступать к устьевым сечениям уже по окончании дождя, что следует учесть при расчете водостоков. В Москве было принято определять количество воды, подлежащее отводу, для отдельных бассейнов водосточной сети по ф-ле Бюркли:

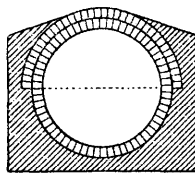
$$q = Q \cdot 0,54 \sqrt[4]{iF^3},$$

где q обозначает количество воды (в фт.³), поступающее в сеть; Q —количество выпавшей дождевой воды в ск. при дожде слоем в 1" в час на 1 десятину; 0,54—опытный коэффициент стока; i —уклон местности и F —площадь бассейна в десятинах.

Однако такой способ определения количества поступающей в В. дождевой воды далеко не точен, т. к. в ф-лу Бюркли не введены: время протекания воды по бассейну и продолжительность самого дождя. Поэтому при определении размеров каналов было принято считать их пропускную способность

при неполном заполнении (для круглых труб—на половину диаметра, для яйцевидных—на $\frac{2}{3}$ их высоты), оставляя таким образом значительный запас в трубах на случай более сильных и продолжительных дождей. При расчетах сетей В. город делат на две или три зоны, устанавливая для характерных кварталов каждой из них возможную плотность застройки и общее состояние покрытий уличных проездов и дворов. Располагая этими данными, можно легко вывести, на основании опытных коэффициентов стока для отдельных видов покрытий, средние величины коэфф-тов для каждой зоны. Для Москвы приняты: для центральной зоны 0,85, для средней 0,70, для окраины 0,50—0,25.

Современные методы определения расчетных расходов следующие: 1) графич. метод Хейда и 2) метод предельных интенсивностей. Первый из них с большой точностью учитывает действительную работу системы водосточных труб при условии выпадения дождя, весьма близкого по своему характеру к расчетному. Однако вследствие возможных во многих случаях значительных расхождений средних величин, выведенных для расчетных дождей, особенно же для ливней, с действительностью, большая точность графич. способа может оказаться излишней, так как не выявляет самых невыгодных случаев. При допущении падения интенсивности дождей с увеличением их продолжительности самым невыгодным при расчете будет такой переменный дождь, продолжительность к-рого соответствует времени протекания воды с вышележащих самых отдаленных точек бассейна до расчетного сечения. В этом случае явление замедления стока будет отсутствовать. Такого рода принцип положен в основу метода расчета В. по предельным интенсивностям. Особенностью этого способа является перенесение центра тяжести в сторону метеорологич. обоснований. Самые выводы метеорологич. исследований основаны на наиболее невыгодных случаях, всякий раз точно отражая действительно наблюдаемую картину явлений в течение большого периода времени. На основании этих данных м. б. выведены ур-я зависимости интенсивности ливней от их продолжительности применительно к рассматриваемому месту. Имея возможность вычислить переменную интенсивность ливней в зависимости от их продолжительности, задаемся для каждого из рассчитываемых сечений значением последней, соответствующей времени протекания жидкости из самой отдаленной части бассейна до рассматриваемого сечения. Таким образом расчетный расход в различ. сечениях В. определяется путем умножения площади всей лежащей выше части бассейна на величину соответствующей интенсивности расчетного ливня.



Фиг. 1.

Определив по тому или иному методу количество дождевой воды, поступающей в водосточную сеть в определенных пунктах, определяют т. о. и размеры труб. Широкое

распространение для расчета труб в Москве имела раньше сокращенная формула Гангиля и Куттера, имевшая в футовых мерах следующий вид:

$$v = \frac{41,6 + 1,811}{1 + \frac{41,6n}{\sqrt{R}}} \sqrt{R \cdot i}.$$

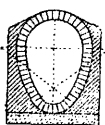
В этой ф-ле: v —скорость, n —коэфф. шероховатости, R —гидравлич. радиус, i —уклон. Формула эта имеет целый ряд недостатков и дает в некоторых случаях неточные результаты. В противовес этой ф-ле нужно отметить формулу Манинга:

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}},$$

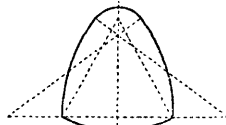
где приняты те же обозначения. При коэффициенте шероховатости, общем как для гончарных, так и для кирпичных каналов, $n=0,013$, и ф-ла принимает вид:

$$v = 77R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}.$$

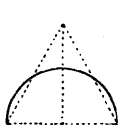
Формы поперечных сечений труб и каналов чрезвычайно разнообразны. Самые ходовые—круглые и яйцевидные (фиг. 1 и 2);



Фиг. 2.

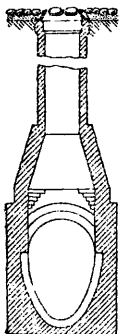


Фиг. 3.

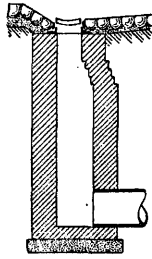


Фиг. 4.

последние обладают тем свойством, что в них образуется большая скорость, необходимая для самоочищения каналов при малых расходах воды; кроме того в этих двух типах каналов выдержано и требование гидравлики, чтобы отношение площади поперечного сечения к смачиваемому периметру было наибольшим (т. н. гидравлическ. радиус). В случае больших нагрузок на коллектор ему придают форму, выгодную с точки зрения статич. расчета (фиг. 3). Нередко, в зависимости от местных условий, когда коллектор приходится прокладывать близко к поверхности улицы, ему придают форму сжатого лоткового сечения (фиг. 4).



Фиг. 5.



Фиг. 6.

Для трубоканалов водосточной сети применяются керамические глазурованные трубы, бетон, кирпичная кладка и железобетон; в редких случаях и в исключительных условиях—чугун и железо. Круглые трубы диам. от 5 до 30" изготавливаются заводами в виде гончарных глазурованных труб длиной около 1 м с муфтами. Остальные виды каналов, кроме металлических, выкладываются в траншеях на месте работ, при прокладке.

Для наблюдения за работой сети труб и для возможности их прочистки над ними устраивают кирпичные или бетонные смо-

тровые колодцы (лазы) достаточных размеров для спуска одного рабочего; колодцы выводят на поверхность улицы и закрывают тяжелыми чугунными крышками, выдерживающими давление тяжелых повозок (фиг. 5). Для приема дождевых вод с городских проездов устраивают кирпичные приемные колодцы с железными решетками; решетки должны открываться для возможности прочистки колодцев от накапливающейся в них грязи (фиг. 6). См. *Канализация*.

Лит.: Иванов В. Ф., Канализация населенных мест, М., 1926; Ушаков Н. М., Канализация населенных мест, М., 1923. З. Кнорре.

ВОДОТРУБНЫЕ ПАРОВЫЕ КОТЛЫ, см.

Паровые котлы.

ВОДОУПОРНЫЕ СКЛЕИВАЮЩИЕ СОСТАВЫ, нерастворимые в воде и негигроскопичные связывающие вещества, способные механически схватывать поверхности, пространства между которыми они заполняют. Следует различать В. с. для заполнения весьма узких зазоров (**водоупорный клей**) и составы для заполнения зазоров сравнительно широких (**водоупорные мастики**). Водоупорный клей делается на желатиновом, казеиновом и альбуминном основании, тогда как водоупорные мастики в большинстве случаев—на основаниях: резиновом, битуминозном и смолистом. По характеру применения промежуточными между клеями и мастиками являются составы со сложными эфирами целлюлозы и на цементном основании.

Водоупорные клеи. I. В 48 л воды растворяют при нагревании 45 кг кожаного или казеинового клея и 12 кг нафталинсульфоната натрия; полученный состав применяется либо непосредственно, либо обращается в порошок и затем растворяется по мере надобности в воде. Этот клей без запаха, негигроскопичен, выдерживает действие холодной воды, быстро сохнет и обладает большой склеивающей силой [1]. II. По 20 г сандалака, терпентина и мастики растворяют в 250 см³ спирта с прибавлением равного объема крепкого горячего раствора клея или 100 ч. желатина, 100 ч. животного клея, 25 ч. спирта, 2 ч. квасцов с прибавлением уксусной кислоты, нагревают в продолжение 6 ч. и добавляют уксусной кислоты до несмешивающегося с водой сиропа [2]. III. Для сообщения желатину водонерастворимости к ней добавляют какое-либо из закрепляющих веществ: калийные квасцы (10 : 100), хромовокалиевые квасцы (5 : 100), танин (2 : 100), перекись хрома или ацетальдегид; рекомендуется также триоксиметилен (5 г), растворенный с 4 г поваренной соли и 1 г сульфата натрия в 10 л воды. От обработки этой жидкостью желатин делается нерастворимым даже в горячей воде [3]. IV. Обработка клея сероуглеродом в присутствии щелочных земель и их солей дает «серный клей» (Schwefelleim). Будучи смешан с половинным объемом 10%-ной натриевой щелочи, в к-рой растворено 5% танина, этот серный клей дает иллейкую массу, выдерживающую даже действие горячей воды [4]. V. Варят 1000 ч. клея и 500 ч. воды в течение 45 м.; сняв пену, смешивают раствор с 250 ч. поваренной соли и 20 ч. шеллака, предварительно растворенного

в 10 частях спирта и 10 частях бензола [5]. VI. Приготавливают два раствора: 1) из 140 ч. бензина и 5 ч. каучука и 2) из 20 ч. скипидара, 5 ч. каучука, 2 ч. канифоли и 1 ч. терпентина. Оба раствора тщательно перемешивают. Этот клей применяется для резиновых изделий. VII. Растворяют 3 ч. каучука, 2 ч. шеллака (лучше белого) в 20 ч. сероуглерода и затем прибавляют 2 ч. терпентина. Сероуглерод осторожно подогревают на водяной бане. Этот клей применяют для склеивания кожи. VIII. Распускают на огне: 1 ч. пчелиного воска, 1 ч. терпентина и 4 ч. канифоли; в расплавленную массу прибавляют 2 ч. окиси железа. Клей применяется для склеивания стекла с металлом, при чем металл необходимо слегка подогреть.

Целлюлозный клей, стойкий и против горячей воды. IX. Раствор целлюлозоида в ацетоне и амилацетате смешивают с маслом и ледяной уксусной к-той; затем добавляют формальдегида, сахара калция с цапоновым лаком и глицерином, а по охлаждении—безводного клея, растворенного в ледяной уксусной к-те с формальдегидом. Полученную смесь вновь разбавляют формальдегидом, и она тогда пригодна для склеивания даже жирных материалов, например кишек [6].

Водоупорные мастики. X. Мастика Брейера, вполне непроницаемая для воды: для получения ее смешивают 100 ч. венецианского терпентина с 3 ч. концентрированной серной к-ты (английской); по прошествии 12 часов эту смесь растирают с кашицей из 10 ч. цинковых белил в 500 ч. теплой воды, затем извлекают из жидкости терпентин и осадок просушивают. Одновременно вымачивают 20 ч. каучука, нарезанного мелкими кусочками, в 400 ч. скипидара, добавляют сюда 100 ч. масляного лака и после тщательного смешения вводят вышеуказанный венецианский терпентин. Полученную смесь нагревают при непрерывном помешивании до испарения скипидара и сокращения объема мастики до $\frac{1}{2}$ начального объема [7]. XI. Упругая мастика Маркварта: 15 ч. извести гасят с 20 ч. воды и во время кипячения прибавляют, размешивая, 50 ч. расплавленного сырого каучука. Эту смесь вводят понемногу в 50 ч. кипящего масляного лака. Если полученная мастика идет на пропитку тканей, то ее разбавляют масляным лаком; для применения же в качестве мастики ее смешивают в горячем состоянии с достаточным количеством наполнителя—серноокислого бария [4]. XII. Мастика для закупорки щелей, особенно паркетных: в нагретых до кипения 6 ч. льняного масла растворяют 3 ч. порошка канифоли и затем вводят в горячий раствор 40 ч. глета, 4 ч. канифоли, 2 ч. свинцовых белил, 14 ч. извести, или же (по Оствальду): сплавляют 24 ч. цемента, 2 ч. глета, 8 ч. свинцовых белил, 1 ч. канифоли, 3 ч. льняного масла, после чего добавляют 1,5 ч. канифоли; мастика применяется в горячем состоянии [7]. XIII. Мастика для изделий из камня: готовится растиранием с льняным маслом в густое тесто 8 ч. глета, 15 ч. инфузурной земли и 15 ч. гашеной извести. XIV. По другому рецепту, растворимое стекло сме-

шивают в густое тесто с 200 ч. портландского цемента, 100 ч. промытого (плавленного) мела и 100 ч. очень тонкого песка. Этот цемент д. б. применять вскоре после изготовления [7]. XV. Растирают с льняным маслом в тесто 2 ч. инфузурной земли, 1 ч. глета и 2 ч. гашеной извести. XVI. 100 ч. казеина, сухого, мелко молотого, 25 ч. жидкого (натрового) стекла, 1 ч. извести (пушок). XVII. Приготавливают два состава: 1) 60 ч. воды, 1 ч. извести (пушок), 2 ч. нашатырного спирта (уд. в. 0,910) и 2) 12 ч. воды (кипятка), 1 часть буры, 4 части канифоли и 20 частей казеина в порошке; оба состава смешивают при легком подогревании и тщательно вымешивают. Полное и быстрое закрепление склеенных поверхностей происходит под действием раствора или паров формалина. XVIII. Замазка Менделеева (для лабораторных работ): сплавляют 30 ч. канифоли, 8 ч. пчелиного воска, 10 частей мумий и 1 ч. льняного масла. XIX и XX. Мастики Ракицкого для заделки зазоров в камне и кирпиче: 1) 20 ч. воды, 1 ч. 25%-ного нашатырного спирта, 1 ч. буры и 5 ч. казеина в порошке; после растворения прибавляют при подогревании 3 ч. портландского цемента и 3 ч. мелко молотого кирпича; 2) 62 ч. воды, 7 ч. казеина, 5 ч. нашатырного спирта, 3 ч. цемента, 3 ч. толченого кирпича, 1 ч. извести (пушок) и 10 ч. толченого мрамора. Первая мастика—для заделки мелких зазоров, вторая—для крупных. XXI. Водоупорная замазка для водопроводных труб. Смешивают 1 ч. льняного масла с 3 ч. свиногового сурика. XXII. Мастика для заделывания повреждений в эмалированной посуде: 12 ч. казеина, 6 ч. натрового жидкого стекла, 10 ч. буры, 14 ч. кварцевой муки и 5 ч. стеклянной муки; все эти вещества замешиваются на воде до состояния теста. Мастика после засыхания не боится ни воды, ни накала.

Морские клеи. XXIII. Клей Джеффри: 1 кг каучука в мелких кусочках растворяют в 5 л сероуглерода, затем добавляют 1 кг оранжевого гуммилака в тонком порошке и осторожно нагревают при помешивании; полученный раствор разливают в смазанные жиром металлические формы и по остывании нарезают таблетками. Для употребления таблетки расплавляют на бане морской воды, затем нагревают при сильном помешивании до 150°. Клей наносят щеткою на склеиваемые поверхности, предварительно подогретье, и затем эти поверхности сильно сжимают. Подобного рода склейка (дерева и других материалов) выдерживает действие влаги, изменения температуры и отличается чрезвычайною прочностью. Сероуглерод м. б. заменен хорошо очищенной сольвентнафтою [7]. XXIV. В бутылке растворяют 1 ч. мелко нарезанного каучука с 12 ч. керосина; бутылку закупоривают и оставляют на 2—3 недели в теплом месте, часто встряхивая ее; однородный раствор осторожно сливают в чашку, содержащую 2 ч. расплавленного тринидадского или, лучше, сирийского асфальта и встряхивают; когда смесь станет однородною, ее разливают в смазанные жиром формы. XXV. В 200 г бензола растворяют при нагревании по 100 г

каучука-пара, мягкого и твердого сортов. Затем добавляют по 200 г порошкообразного гуммилака и расплавленного асфальта. Эту смесь нагревают почти до полного удаления бензола и затем разливают по формам; полученный клей обладает чрезвычайно сильной склеивающей способностью.

Лит.: *) Г. П. 212346; *) «Seifensieder-Zeitung», 1910, p. 188; *) «Seifensieder-Zeitung», 1912, p. 478; *) Г. П. 192344; *) Швед. п. 34960; *) Г. П. 316604; *) F r i t s c h J., Colles et mastics, P., 1925; Ф. П. 321601; Г. П. 296124; Л ю б а в и н Н. Н., Техническая химия, т. 7, ч. III, вып. 3, М., 1923; М а л ы х и М., Руководство к дешев. приготовлению огнеупорн. и водонепрониц. составов и красок, М., 1892; К л и н г е А., Замазки-цементы и склеивающие вещества, 5 изд., Л., 1928; B r a n n t W. and W a h l W., Techno-Chemical Receipt Book, N. Y., 1919; L a n g e O., Chemisch-technische Vorschriften, 3 Aufl., В. 2, Leipzig, 1923; S c h e r e r R., Das Kasein, 2 Aufl., Wien u. Lpz., 1919; S z l a u e r K., Der Selbstfabrikant, Wien, 1922; L e h n e r S., Die Imitationen, Wien U. Lpz., 1926. П. Флоренский.

ВОДОХРАНИЛИЩЕ, наполненный водой резервуар, образуемый при преграждении плотиною водотока или долины реки. В. служат для орошения земель, водоснабжения городов и селений, для питания судовых каналов и рек в период их маловодья и, наконец, для создания движущей водной силы (гидроэлектрической энергии). Идея устройства таких сооружений была известна человечеству чрезвычайно давно. Еще за 4—5 тысяч лет до нашей эры были использованы для орошения долины Нила, Тигра и Евфрата, Ганга, Аму-Дарьи, о чем свидетельствуют остатки огромных плотин и колоссальных каналов. В. должно обеспечить в определенное время необходимый для тех или других целей расход воды. Размеры В. определяются на основании подсчетов количества требуемой воды. Для решения вопроса о возможных запасах и размерах источников воды нужны многолетние тщательные гидрологич. и метеорологич. наблюдения над избранным для будущего В. бассейном. Они дают возможность узнать размеры избытка воды, который может быть сбережен зимой, и недостатка, к-рый д. б. возмещен во время засухи. С другой стороны, опыт доставляет данные относительно той части количества дождевой воды, выпадающей в бассейне, которая м. б. собрана. Эта часть зависит прежде всего от водопроницаемости почвы, и, следовательно, от геологического строения, и от характера данного бассейна; но она вместе с тем сильно изменяется в зависимости от состояния почвы, т. е. в зависимости от ее сухости или насыщенности водой, или, наконец, полной непроницаемости, явившейся результатом действия мороза. Она изменяется также сообразно с природой и богатством растительности. Следовательно, здесь необходимо принять во внимание климат, время года, характер растительности и прочее (см. *Гидрология*, *Гидрометр*).

Следует принять в расчет, что в самих В. часть воды теряется вследствие испарения и фильтрации. Испарение может временно уменьшить запасы воды в случае продолжительной и сильной засухи; но если рассматривать более или менее продолжительный период времени, например целый год, то эта потеря м. б. компенсирована, и даже с избытком, дождевой водой, выпадающей

на поверхности В. Необходимо делать различие между абсолютным испарением и потерей вследствие испарения; последняя составляет только разность между абсолютным испарением и высотой слоя выпавшего дождя. Например, в сетоновском В. в 1894 г. абсолютное испарение равнялось 0,769 м, но высота слоя выпавшего дождя достигла 1,410 м, т. е. она превышала первую величину на 0,641 м. Потери вследствие фильтрации, всасывания и проч. обыкновенно очень незначительны, так как, с одной стороны, стараются делать сооружения (запруды, водоприемники и прочее) по возможности непроницаемыми, с другой стороны—В. устраивают или в водонепроницаемых грунтах или же в таких, которые могут быть сделаны непроницаемыми путем уплотнения земли.

Самую существенную часть водохранилища составляет плотина, которая перегораживает долину, удерживая в образующемся бассейне стекающие с него воды. Для того, чтобы В. действительно выполняло свое назначение, необходимо устраивать его на такой высоте, с к-рой воды его под влиянием одной лишь своей тяжести могли бы достигнуть места, куда они д. б. поданы. Самое лучшее, если непосредственно выше сужения долины, благоприятного для устройства плотины, имеется значительное уширение, позволяющее собрать большое количество воды; это часто встречается в месте соединения двух или нескольких долин. Необходимо также, чтобы земля, отчуждаемая для устройства В., не была слишком населена и не вмещала большое число заводов. Не касаясь даже вопроса о расходах, едва ли можно проектировать такое В., сооружение которого имело бы своим последствием упразднение значительного населенного центра. С другой стороны, следует избегать расположения В. непосредственно выше населенных местностей из опасения бедствий, которые м. б. вызваны случайным прорывом дамбы. Отсюда видно, что условия, с к-рыми приходится считаться при выборе места для В., многочисленны и разнообразны; первые указания в этом отношении даются внимательным изучением карт с изображением рельефа местности посредством горизонталей. Последним соображением, имеющим решающее значение при окончательном выборе места для В., является его вместимость. Необходимо, чтобы вместимость В. находилась в соответствии с объемом воды, который может быть собран в вышележащей части долины. Для этого делают проверку, располагая планом с возможно частыми горизонталями и в достаточно большом масштабе, дабы площади, ограниченные кривыми, могли быть вычислены с достаточной точностью. Умножая полу-сумму площадей, ограниченных двумя последовательными горизонталями, на высоту между ними, получают объем соответствующего слоя. Тогда легко уже определить, достаточна ли будет вместимость В. при той высоте плотины, к-рая для данного случая практически является возможно наибольшей. В случае, если эта вместимость окажется большей, чем требуется, определяют

ту высоту, до которой достаточно довести плотину, чтобы получить именно требуемую вместимость. Затопление местности на более или менее значительном пространстве часто вызывает довольно значительные работы, среди которых исправление и отклонение в сторону грунтовых путей сообщения занимают видное место. Но эти работы, не представляя никаких опасностей, отступают на второй план перед сооружением плотин и теми работами, которые непосредственно с ней связаны.

Относительно сооружений, имеющих целью выпуск воды из В., т. е. водосливов (см.) и водоспусков (см.), следует иметь в виду необходимость давать им достаточную пропускную способность, дабы предотвратить возможность чрезмерного и ненормального подъема горизонта воды в В. Земляную плотину, выше которой поднялась вода, следует считать окончательно потерянной. Каменные плотины в некоторых случаях представляют водосливы на протяжении всей их длины или части; однако чрезмерное и ненормальное возвышение горизонта воды может иметь своим следствием значительное возрастание сжимающих усилий в кладке; кроме того некоторые части последней могут начать работать на растяжение; поэтому такой подъем воды представляет серьезную опасность, которая безусловно должна быть предотвращена достаточ. пропускной способностью для выпуска воды. Вполне рационально, если позволяю условия, располагать водослив, водоспуск и донный водоспуск совершенно вне плотины.

Лит.: см. Дамбы.

Н. Акулов.

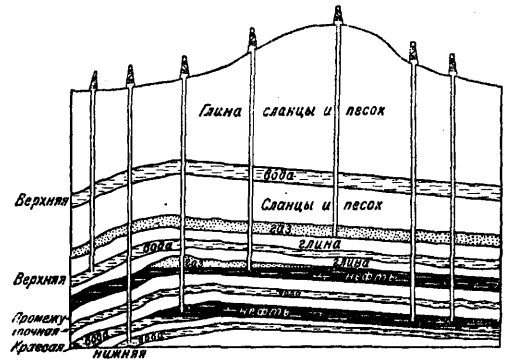
ВОДЫ ДУШИСТЫЕ, побочные продукты, получающиеся при добывании эфирных масел (см.) отгонкой с водяным паром. Получающиеся в этом производстве конденсационные воды, от которых отделяется эфирное масло, содержат небольшие количества В. д. в растворенном состоянии и обладают характерным запахом. Наиболее известны: розовая вода, вода померанцевых цветов и некоторые другие. В. д. применяются в производстве косметич. и кондитерских изделий и в медицине.

ВОДЫ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.

В нефтепромысловой практике установилась следующая номенклатура вод в зависимости от залегания водоносных горизонтов в нефтеносной толще: верхняя, промежуточная, краевая, или синклиналичная, нижняя и подошвенная вода. Верхняя вода залегает в слоях, расположенных над нефтеносной толщей. Промежуточная вода находится в слоях, залегающих между нефтяными пластами. Краевая вода залегает в самом нефтяном пласте, занимая пониженные его места: на крыльях антиклинали, на погружениях оси складки и в синклиналах. Нижняя вода находится под нефтеносными пластами, отделяясь от них водонепроницаемым слоем; иногда такой слой отсутствует. Относительное расположение различных водоносных и нефтеносных горизонтов показано на фиг. 1.

Во избежание порчи нефтяных пластов все эти воды д. б. тщательно изолированы от них. Успешность закрытия воды зависит от

правильного выбора горизонта для ее закрытия. Появление в скважине верхней воды—одно из обычных зол на промыслах—является результатом непринятия мер к изоляции верхних вод или порчи тампонажа вследствие недостаточной прочности обсадных труб, неудовлетворительных качеств



Фиг. 1.

цемента или неудачного выбора горизонта для закрытия воды. Появление краевой воды указывает на истощение пласта; такой процесс затопления нефтяного пласта и превращения его в водоносный предотвратить нельзя, но замедлить этот процесс возможно, не применяя интенсивного откачивания жидкости. Нижняя вода появляется, если при бурении пробивается водонепроницаемый слой, отделяющий нефтеносный песок от нижележащего водоносного. Во всех случаях доступа воды в скважину вода может затопить не только эту скважину, но и соседние; особенно это относится к нижней воде. В нефтяных пластах с очень пологим залеганием встречается пластовая подошвенная вода, залегающая внизу нефтяного пласта. Присутствие воды в нефтяной скважине увеличивает эксплуатационную себестоимость нефти и может уменьшить производительность скважин «на нефть».

При бурении скважин в нефтяном месторождении и при эксплуатации их весьма важно определить, откуда притекает в скважину обнаруженная в ней вода. В зависимости от этого определения принимаются различные меры для изоляции воды от эксплуатируемых скважин нефтяных пластов. Иногда указания на источник питания водой скважина может дать уровень вод, наблюдаемый в скважине: часто отдельные пройденные скважиной горизонты имеют различные уровни вод. Однако наиболее надежным способом выяснения вопроса, откуда в скважину поступает вода, является изучение химического состава вод эксплуатируемого месторождения.

По степени минерализации В. н. м. чрезвычайно разнообразны: они бывают или почти пресными, как, например, в Грозненских месторождениях, или сильно солеными, как, напр., в Бакинском и Эмбенском районах. Но главные составные части этих вод одни и те же. Из кислотных радикалов встречаются: Cl' , Br' , J' , SO_4'' , CO_3'' и S'' ;

из основных: Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Sr^{++} , Fe^{++} , Al^{+++} и Si^{++++} . Кроме того имеются следы солей фосфорной кислоты, следы Li , B и соли жирных кислот. Преобладающей составной частью В. н. м. являются: Cl^- , CO_3^{--} , Na^+ , Ca^{++} и Mg^{++} . Некоторые воды содержат H_2S и CO_2 в газообразном состоянии. H_2S нередко встречается в водах Бакинских нефтяных месторождений; CO_2 имеется в свободном состоянии в нижн. водах Биби-Эйбата, но особенно большое содержание наблюдается в водах Майкопского нефтяного месторождения.

Иногда на практике для классификации вод при разработке нефтяных месторождений ограничиваются указанием степени их минерализации, определяемой, напр. на Бакинских промыслах, ареометром Боле. Однако этого метода часто оказывается недостаточно. Для более полной характеристики вод по их химическому составу существует метод Пальмера, принятый как на наших нефтяных промыслах, так и на промыслах Америки. Для применения этого метода предварительно необходимо выразить анализ исследуемой воды в ионной форме; далее все радикалы выражаются в единицах реакционной емкости путем перемножения весовых количеств ионов на реакционные коэфф-ты. Численное значение последних получается делением валентности иона на его вес. Реакционная емкость ионов рассматриваемого анализа переводится в проценты, при чем сумма всех положительных радикалов, равно как и сумма всех отрицательных радикалов, приравнивается 50%. Пальмер рассматривает основные свойства вод в зависимости от взаимного содержания различных к-т и оснований. Все кислоты группируются на сильные (HCl , H_2SO_4 и HNO_3) и слабые (H_2CO_3 и H_2S). Основания подразделяются на щелочные (Na и K) и щелочноземельные элементы (Ca и Mg). Для каждой из групп Пальмер дает соответствующее определение. Соленость определяется как свойство, вызываемое наличием в солях сильных кислот, щелочность же определяется содержанием слабых к-т. Свойства, зависящие от присутствия щелочей, называются первичными, а свойства, зависящие от щелочноземельных радикалов, — вторичными. Первичная соленость вод определяется содержанием сильных к-т и щелочей. Если сильные к-ты превышают содержание щелочей и избыток кислот нейтрализуется щелочноземельными радикалами, то имеется налицо вторичная соленость. Первичная щелочность получается, когда содержание щелочей превышает содержание сильных к-т и избыток щелочей нейтрализуется слабыми кислотами. Вторичная щелочность получается при избытке щелочноземельных элементов и слабых к-т. Первичная щелочность (вода мягкая) и вторичная соленость (вода жесткая) несовместимы; жесткость при вторичной солености постоянная, при вторичной же щелочности — временная и может быть удалена кипячением.

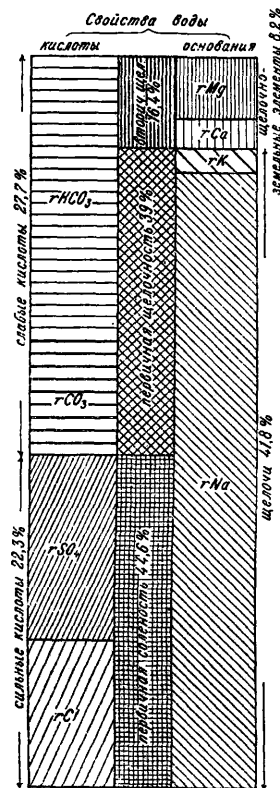
Классификация Пальмера весьма удобна для характеристики В. н. м. На фиг. 2 дана графическая схема, поясняющая сущность характеристики вод по этому способу. Однако для распознавания вод в нефтяных место-

рождениях иногда приходится прибегать еще к добавочному их подразделению на основании соотношений реакционных емкостей хлоридов, сульфатов и карбонатов.

Данные химич. анализа вод могут давать некоторые указания на происхождение этих вод. В водах нефтяных месторождений надо различать: 1) поверхностные, 2) приуроченные к нефтеносной толще и 3) глубинные воды. Поверхностные воды — б. ч. сульфатные, различной минерализации и солености. Приходя в контакт с нефтеносной толщей, они изменяют свой состав, но их характерная особенность, содержание сернокислых солей, позволяет легко отличать их от собственно нефтяных вод. Для Бакинского района на поверхности являются воды террас древне-

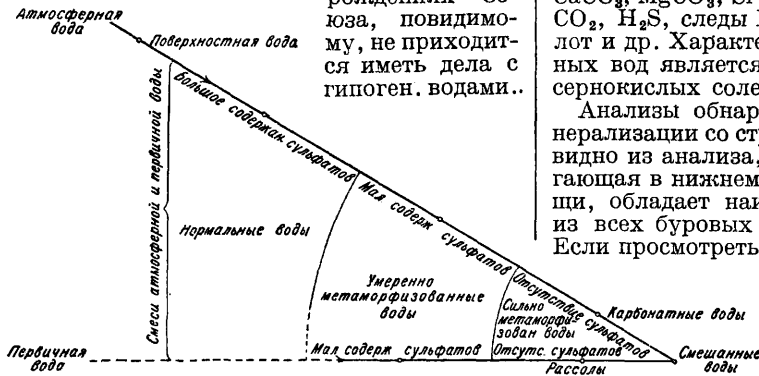
го Каспия и озерные воды, насыщающие пески продуктивной толщи в местах их выхода на поверхность. Для Грозненского района водами поверхностными являются грунтовые, или подпочвенные, и речные воды, проникающие в пласты продуктивной толщи путем просачивания сверху вниз или непосредственным прорыванием пористых пород продуктивной толщи в местах их выхода на поверхность. Для Эмбенского района имеют значение грунтовые воды, которые обладают большой соленостью и просачиваются в пласты, прикрывающ.

продуктивную толщу. Воды, приуроченные к нефтеносной толще, или собственно нефтяные воды, характеризуются отсутствием сернокислых солей. Генезис этих вод для каждого района различен в зависимости от его геологического строения. Для Бакинского района наиболее минерализованные воды приурочены к свитам наиболее продуктивных нефтяных пластов. Такое залегание соленых вод, их однообразный химич. состав, вполне гармонирующий с однообразным литологич. составом песчаноглинистой продуктивной толщи, их t° , близкая к t° содержащих эти воды слоев, дают основание рассматривать их как ископаемые, неразрывно связанные с содержащими их слоями. Эти ископаемые воды, иначе называемые первичными, могли сохраниться даже при сильн. складчатой дислокации,



Фиг. 2.

какая имела место на Апшероне, в пластах продуктивной толщи; характерной особенностью последней является непостоянство разреза, выклинивание пластов, переход глин в пески и обратно и наличие замкнутых форм залегания песков. Глубинные воды—это гипогенные воды, поднимающиеся по трещинам с глубины и поступающие в пласты продуктивной толщи. Темп-ра этих вод выше t° слоев, в которые они проникают. Свойства их чрезвычайно разнообразны. В нефтяных месторождениях возможность встречи таких вод не исключена, однако во всех ныне эксплуатируемых нефтяных месторождениях Союза, повидимому, не приходится иметь дела с гипоген. водами..



Фиг. 3.

Отдельные типы вод в недрах нефтяных месторождений большую часть представляют собою смеси двух основных типов: поверхностных и первичных вод, при чем оба типа могут подвергаться метаморфизму под действием углеводородов. В зависимости от степени участия отдельных компонентов и степени метаморфизации Дж. Ш. Роджерс дает такую классификацию В. н. м.: 1-я группа—нормальные воды с большим содержанием сульфатов, типичного атмосферного происхождения; 2-я группа—умеренно измененные воды с меньшим содержанием сульфатов, смеси с преобладанием атмосферных вод; 3-я группа—сильно измененные воды, практически не содержащие сульфатов. В последнюю группу входят: 1) карбонатные воды—атмосферного происхождения, 2) рассолы—солёные воды первичного происхождения. Группа нормальных вод характеризуется вторичной солёностью и отношением карбонатов к сульфатам меньшим 1; содержание в них щелочноземельных элементов м. б. значительное. Во второй группе, если преобладают атмосферные воды, обнаруживаются первичная щёлочность, сульфатная солёность свыше 15% общей солёности, отношение карбонатов к сульфатам от 1 до 15; щелочноземельных элементов меньше, чем щёлочей. В случае преобладания первичных вод, во второй группе наблюдается: вторичная солёность, сульфатная солёность свыше 1% общей солёности; щелочноземельных элементов меньше 10% всей реакционной ёмкости. В третьей группе карбонатные воды характеризуются первичной щёлочностью свыше 50% общей солёности и сульфатной солёностью меньшей 15% ее, отношение карбонатов к сульфатам выше 15;

щелочноземельных элементов меньше 8% общей реакционной ёмкости. Рассолы обладают вторичной солёностью; сульфатная солёность менее 0,5% общей солёности; щелочноземельных элементов от 1 до 2%. На фиг. 3 дана диаграмма, показывающая соотношение нефтяных вод атмосферного и первичного происхождения и их метаморфизацию при приближении к нефтяной зоне.

Воды Бакинского района отличаются своеобразным составом. Это—солёные рассолы. Преобладает составная часть NaCl. Кроме того найдены: CaCl_2 , MgCl_2 , Al_2Cl_3 , FeCl_2 , NaBr , MgBr_2 , NaJ , MgJ_2 , Na_2CO_3 , CaCO_3 , MgCO_3 , Sr, соли фосфорной кислоты, CO_2 , H_2S , следы Li, B, соли жирных кислот и др. Характерной особенностью нефтяных вод является почти полное отсутствие сернокислых солей (табл. 1).

Анализы обнаруживают уменьшение минерализации со стратиграфич. глубиной. Как видно из анализа, хурдаланская вода, залегающая в нижнем отделе продуктивной толщи, обладает наименьшей минерализацией из всех буровых вод Бакинского района. Если просмотреть разрез продуктивной толщи во всех промысловых районах, то бросается в глаза зависимость минерализации вод от литологического состава пород. Наиболее минерализованные воды,

с плотным остатком от 125,37 до 153,21 г на л, принадлежат Сураханам, Раманам и верхним слоям Биби-Эйбата, где в разрезах продуктивной толщи развиты глины, пески же играют подчиненную роль. На Апшеронском полуострове имеется еще более минерализованная вода из пластов, залегающих в кровле продуктивной толщи. Вода эта вытекает из скважин у дер. Кала. Ее плотность по Вё 18°, при удельном весе 1,148. В середине толщи во всех районах пески преобладают, и здесь видны колебания плотного остатка от 79,22 до 41,30 г на л. Наконец, в Хурдалане, т. е. в низках продуктивной толщи, имеются почти сплошные пески и вода с наименьшей минерализацией (плотный остаток—16,57 г).

Зависимость минерализации вод от литологич. состава пород дает основание высказать предположение о насыщении вод солями, содержащимися в глинисто-песчаных слоях продуктивной толщи. Геотермич. наблюдения дали возможность установить существование воды с t° , близкой к t° слоев забоя скважин, а химический состав этих вод выяснил принадлежность их к одному и тому же типу вод. Имеются также воды с t° , превышающей t° слоев забоя скважин, а следовательно, притекающие по трещинам из глубины. Они менее минерализованы, чем предыдущие воды. С такими водами приходится иметь дело, наприм., на Биби-Эйбате, но, повидимому, они не гипогенного, а атмосферного происхождения, так как вся продуктивная толща Биби-Эйбата, залегающая на значительной глубине, выходит на расстояние ок. 5 км на запад, близ горы Аташка, наружу; атмосферные осадки, насытив здесь мощные пески продуктивной толщи,

Табл. 1.—Анализ типичных вод Бакинского района.

Глубина при отобрании пробы и результаты анализа	Вода Каспийского моря	Воды древненаспийских террас				Вода серных ванн в Сураханах
		верхние слои др.-насп. отлож. на Шиховом мысе	нижние слои др.-насп. отложений—колодец Асадулаева между Сураханами и д. Бина			
Глубина в м.	поверхн.	6,4	12,8			13,6
Уд. вес	1,0164	—	1,00361			—
Сухой остаток в г/л	13,810	26,9	6,864			11,074
CO ₂ в г/л	0,07998	—	0,091			10,1462
SO ₄ » »	2,526	2,35	0,093			2,4859
Cl » »	5,361	13,9	2,6512			3,8424
CaO » »	0,4888	1,6	0,5			0,975
MgO » »	1,2231	1,67	0,464			0,4358
Na ₂ O » »	—	—	2,0895			3,9445
H ₂ O » »	—	—	0,0442			0,0587
SiO ₂ » »	0,0032	—	0,012			—
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ в г/л	0,0052	—	0,0055			0,033
NaCl + KCl в г/л	8,342	—	—			—

Глубина при отобрании пробы и результаты анализа	Воды из нефтеносной толщи								нижн. отдел Хурдалан
	верхний отдел								
	из нефтяного колодца на г. Агашка	Биби-Эйбат		Сураханы		Ра-маны	Са-бунчи	Бала-ханы	
	схв. № 19 Уч. 48 Б.-Э.Н.О.	схв. № 9	схв. № 12 Б.Н.О.	схв. № 2 Б.Н.О.	схв. № 64 Уч. 107 Асадулаев	схв. № 575 Уч. 17 б Нобель	схв. № 24 Уч. 5	схв. № 2 Олеум	
Глубина в м.	42,7	322,0	847,0	484,3	652,8	416,0	466,6	352,0	420,3
Температура	15°	29°	44,1°	—	—	—	—	—	—
Уд. вес	1,0114	1,0866	1,0541	1,0988	1,0893	—	—	—	—
Сухой остаток в г/л	13,860	125,37	73,88	153,21	133,71	144,42	79,22	41,30	16,57
CO ₂ в г/л	0,2363	0,1171	2,0764	0,03	0,0497	0,2845	1,0976	2,303	0,8803
SO ₄ » »	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cl » »	6,4944	76,703	41,737	93,87	78,8375	84,294	45,965	21,546	8,4588
CaO » »	0,198	6,076	0,554	6,752	6,266	7,375	0,87	0,124	0,054
MgO » »	0,1301	4,349	0,4334	5,2505	1,4909	3,9081	1,1604	0,045	0,2631
Na ₂ O » »	8,9812	54,022	37,408	65,857	—	—	—	—	—
H ₂ O » »	0,0691	0,4502	1,157	0,8132	—	—	—	—	—
SiO ₂ » »	0,025	0,0075	0,0475	0,008	0,003	—	—	—	0,0152
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ в г/л	—	0,122	0,018	0,514	0,136	0,037	—	—	0,028
FeO в г/л	0,0839	—	—	—	—	—	—	—	—
H ₂ S » »	Следы (?)	—	—	—	—	—	—	—	—
NaCl + KCl в г/л	—	—	—	—	110,928	—	—	—	15,201

заполняют более пониженные места пластов на Биби-Эйбате и, под влиянием гидростатического давления, поднимаются по трещинам вверх, оставляя в местах выхода их на поверхность следы циркуляции в виде мощных натёков кальцита.

Из вод Бакинского района наиболее изученными являются воды Биби-Эйбата. Здесь установлены следующие водоносные горизонты: 2 горизонта поверхностных вод в террасах современного и древнего Каспия, 2 горизонта верхних вод в песках коренных пород, прикрывающих продуктивную толщу, и 35 водоносных горизонтов в собственно продуктивной толще до глубины 1066,8 м. Из последних наиболее постоянны 11 горизонтов. Вода первых 4 горизонтов собственно продуктивной толщи относится к сильно измененным водам горизонтов, прикрывающих продуктивную толщу; остальные горизонты, приуроченные к наиболее продуктивным пластам, относятся к первичным водам. В этих водах серноокислые соли совершенно отсутствуют. Содержание Cl, Ca

и Mg с глубиной уменьшается, а содержание H₂CO₃, SiO₂, Na и K увеличивается. Из анионов преобладающую роль играет Cl, из катионов—Na. В табл. 2 приведены анализы пластовых вод. Воды верхних горизонтов обладают вторичной соленостью, к-рая постепенно уменьшается к XIII пласту и исчезает в XIV пласту, где появляется первичная щелочность, увеличивающаяся с глубиной. Эта щелочность в низах продуктивной толщи на Хорасанской и Бинагаднской площадях доходит до 50%.

Гидростатическ. уровень вод Биби-Эйбата расположен на различной глубине—от 50 м (от поверхности) во II пласту до 240 м в IV пласту. В наиболее продуктивных пластах, от IV до XI, наименьший уровень—около 240 м. От XI пласта он начинает повышаться: так, в пластах XII и XII f уровень залегает на глубине 160 м, в пластах XIII—XIV—на 140 м, в XIV—на 130 м и в XV—на 120 м.

Воды Грозненских месторождений и по их залеганию надо разделить на

Табл. 2.—Пластовые воды Биби-Эйбата.

Пласты	№ скважин и участков	Глубина в м	Уд. в.	Соленость в °Вé	1 л содержит в г				Свойства вод по Пальмеру			
					Cl	CO ₂	CaO	MgO	соленость в %		щелочность в %	
									первичн.	вторичн.	первичн.	вторичн.
IV	19/48	322,2	1,0865	11,5	7,67	0,011	0,607	0,434	80,00	19,76	—	0,24
V	34/17	601,7	1,0820	10,9	7,47	0,038	0,37	0,58	80,24	18,94	—	0,32
VII	8/56	473,7	1,0774	10,4	5,86	0,033	0,413	0,136	87,10	12,00	—	0,90
X	11/56	529,1	1,0774	10,0	5,39	0,045	0,40	0,137	86,40	12,28	—	1,32
XII	30/XX	620,9	1,0637	8,5	5,39	0,069	0,17	0,07	93,74	4,26	—	2,00
XIII	19/55	757,4	1,0651	8,7	5,40	0,107	0,602	0,08	95,16	1,74	—	3,10
XIII—XIV	29/XX	821,4	1,0595	8,0	4,80	0,152	0,06	0,11	94,66	0,48	—	4,86
XIV	9/XX	847,0	1,0541	7,5	4,17	0,207	0,055	0,043	92,60	—	4,18	3,22
XV	55/XX	949,5	1,0370	5,1	2,7	0,292	0,017	0,019	85,16	—	13,12	1,72
	45/27	1 104,2	1,0290	4,1	1,92	0,392	0,009	0,014	75,24	—	23,26	1,40

две категории: 1) воды, залегающие в пластах, прикрывающих продуктивную толщу, т. е. воды ачкагыльских пластов, криптомактровых слоев и синдесмиевых мергелей, 2) воды продуктивной толщи, т. е. спаниодонтелловых и чокракско-спиралисовых песчаников.

В Старо-Грозненском месторождении ачкагыльские пласты содержат соленую и холодную воду на южном крыле антиклинали. На выходах они дают небольшие источники соленой воды на восточном и зап. концах

антиклинали нефтеносные горизонты становятся водоносными, давая вместо нефти так назыв. синклиналиную, или краевую, воду.

Воды Грозненских месторождений недостаточно изучены. Вследствие неправильной разработки месторождений многие пласты обводнены водами как верхними, так и нижними, и поэтому дать точный состав вод по пластам и глубинам их залегания не представляется возможным. Однако анализы изолированных вод XI и XIII пластов все же имеются (приведены в табл. 3).

Табл. 3.—Анализы вод нефтяных месторождений.

Наименование данных	Пластовые воды Старо-Грозненского района		Вода Майкопских промыслов	Вода Берейской месторождения
№ пласта	XI	XIII	—	—
№ участка	19	114	B/42	—
№ скважины	1	38	2	3
Глубина в м	742,5	1122,3	—	471,5
Уд. вес	1,0664	1,0108	—	—
Сухой остаток в г/л	3,95	10,80	7,88	71,10
	(при 180°)	(при 180°)	(при 110°)	
Остаток после прокаливании в г/л	—	—	7,25	—
Cl в г/л	0,4048	2,4647	0,7872	39,7500
Bг » »	—	—	—	0,2400
SO ₂ » »	—	0,0020	—	—
J » »	0,5262	—	—	0
CO ₂ » »	0,8734 св.	2,0100 св.	0,4064	0,1500
CaO » »	1,7820	4,1920	0,0048	2,3000
MgO » »	0,0199	Следы	0,4047	0,5400
Na ₂ O » »	1,7174	5,2182	3,6864	27,7800
K ₂ O » »	—	—	0,0481	7,4300
Al ₂ O ₃ » »	—	—	—	0,0500
Fe ₂ O ₃ » »	—	—	—	0,0100
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ в г/л	0,0340	0,0100	0,0120	—
NH ₄ в г/л	—	—	—	0,0400
SiO ₂ в г/л	0,0408	0,0296	0,0360	0,9200

Присутствие солей серной к-ты в XI пласте указывает на обводненность пласта синклиналиной водой. Вода XIII пласта относится к типу ископаемых В. н. м. Гидростатич. уровень спаниодонтелловых вод колеблется ок. 192 м на свде антиклинали, а на южных участках около 85,3 м, считая от устья скважин. Уровень спиралисовых вод для южных участков залегают на 416,0 м. Темп-ра вод Грозненского района спаниодонтелловых и спиралисовых слоев очень высока; так, в Соленой балке на глубине 874,8 м получена вода с t° 80°, а на участке 42, скважина № 1, с глубины 548,3 м из спиралисовой толщи получена вода с t° 78°.

В Ново-Грозненском месторождении отмечены водоносные горизонты: 1) в галечниках и песках, залегающих на небольших глубинах в подошве последних третичных отложений, воды пресные и сульфатны; 2) в сарматских и синдесмиевых слоях (нижний сармат) воды значительно минерализованы; главная составная часть их—хлористый натрий; они содержат иод, жестки и бессульфатны; 3) в спаниодонтелловых слоях продуктивной толщи воды слабо минерализованы, обладают малой жесткостью, содержат сульфаты, имеют высокую t° (ок. 90°), большой дебит и высокий гидростатич. уровень, вызывающий иногда вытекание воды через устье скважины. III спаниодонтелловый песчаный водоносек почти во всей площади. В остальных достигнутых бурением песчаниках, повидимому на крыльях антиклинали нефть замещается водой.

антиклинали. Воды криптомактровых слоев также являются солеными. Трещиноватые синдесмиевые мергеля слабо водоносны на крыльях антиклинали. В спаниодонтелловых слоях имеются 4 верхних песчаника, которые в настоящее время являются водоносными почти по всей площади, за исключением небольшой части, соответствующей наибольшему поднятию складки, и северного крыла антиклинали. Все остальные спаниодонтелловые и чокракско-спиралисовые песчаники, от I до XVIII пласта, нефтеносны, но нефтеносность их приурочена только к центральным частям месторождения, т. е. к сводовым частям антиклинали. На крыльях же и на погружении оси

Табл. 4.—Воды Ново-Грозненского района.

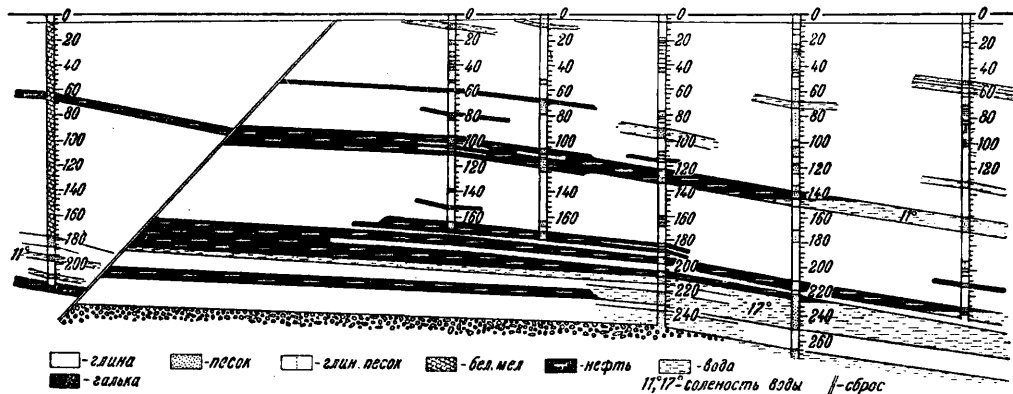
№ пласта	№ скважин и участков	Глубина скважины в м.	содержит в г							Свойство вод по Пальмеру				
			Cl	SO ₄	CO ₂	Na	Ca	Mg	Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃	SiO ₂	соленость в %		щелочность в %	
											первичн.	вторичн.	первичн.	вторичн.
Верхняя вода	15/22	371,2	36,7945	—	0,72	19,77	0,82	0,8106	0,0236	0,1132	88,4	9,4	—	2,2
I	1/34	428,9	3,3775	—	0,729	2,639	0,0441	0,0446	0,0172	0,0284	79,6	—	15,6	4,8
II	1/74	484,3	0,3433	0,3713	0,684	0,8841	0,0081	—	0,006	0,034	43,2	—	55,8	1,0
X	3/18	588,9	0,0517	0,1564	0,4108	0,4161	0,0062	—	0,0252	—	25,6	—	72,8	1,6
XI	7/42	740,4	0,1127	0,2761	0,5625	0,6516	0,0265	0,0013	0,0066	0,0586	32,2	—	63,0	4,8
XIII	4/35	815,0	0,1212	0,2634	0,1949	0,3253	0,0267	—	0,0176	—	57,8	—	33,6	8,6
Горячеводский источник	—	—	0,0633	0,225	0,225	0,2813	0,008	Следы	0,003	0,058	46,8	—	50,0	3,2

Воды Эмбенского района сильно минерализованы (от 7 до 21° Вё). По своей минерализации они напоминают воды Бакинского района, но с глубиной минерализация их увеличивается. Это увеличение находится в соответствии с геологическим строением района. Продуктивные нефтяные горизонты двух получивших промышленное значение месторождений Доссора и Маката приурочены к свите слоев средней юры, подстилаемых толщей грубозернистых песков и галечника, мощностью около 170,7 м; ниже последних залегает красноцветная толща мергелистых глин, подстилаемых в свою очередь отложениями гипса и каменной соли пермской системы. Эти последние отложения и являются первоисточниками минерализации вод, циркулирующих в месторождении. Тектоника района для такой циркуляции вод крайне благоприятна: район представляет собою ряд куполов с пологим залеганием пород, разбитых сбросами; по

ских нефтяных промыслов. Здесь имеются три типа вод: пресная—верхняя, сероводородная—промежуточная, и углекислая—Табл. 5.—Соленость вод Эмбенского района (в ° Вё).

Нефтян. месторождения	Соленость вод	
	Доссор	Макад
Белый мел	7	—
Сеноман	10—11	—
Неоком	—	8—9
Средняя юра		
I горизонт	—	12
II »	11	—
III »	17	17
IV »	—	21

нижняя. Пресная вода залегает в толще песков, подстилающих горизонт Нефтянских колодцев майкопской свиты с тяжелой нефтью. Эта толща мощных песков выходит на



Фиг. 4.

сбросовым трещинам сильно минерализованная вода поднимается вверх и пропитывает встречающиеся на пути как пустые, так и нефтеносные пески на границе контура последних. Подходя к поверхности, соляные рассолы разбавляются поверхностными водами, поступившими в месторождение сверху, и в результате получается то распределение вод, какое имеет место в Эмбенском районе и какое показано в табл. 5 и на разрезах месторождения (фиг. 4).

Из вод Кубано-Черноморского района лучше изучены воды Майкоп-

поверхность и питается атмосферными водами. Сероводородная вода залегает в основании горизонта Ширванских колодцев майкопской свиты, тоже с тяжелой нефтью. Этот водоносный горизонт отделяется от лежащего выше нефтеносного песка небольшим прослоем глины. Углекислая вода приурочена к песчаным линзам пласта, залегающего в кровле горизонта темносерых битуминозных глин, которые покрывают линзы нефтяного пласта с легкой нефтью, залегающие на фораминиферовых глинах. Анализ воды этого пласта показан в табл. 3.

Воды месторождения Берекей залегают на глубине около 426,7 м непосредственно над нефтяным фонтанным пластом и имеют t° ок. 51° . Воды эти обладают значительным дебитом и затрудняют эксплуатацию месторождения. По составу они относятся к типу вод с вторичной соленостью и характеризуются отсутствием сернокислых солей (см. табл. 3 и 6).

Табл. 6.—Свойства воды месторождения Берекей по Пальмеру.

Соленость в %		Щелочность в %	
первичная	вторичная	первичная	вторичная
90,4	8,6	—	1

Воды газового месторождения Дагестанские Огни, в котором можно предполагать присутствие нефти, залегают на небольшой глубине. Здесь имеются поверхностные воды, залегающие в песках нижних слоев древнекаспийск. террасы. Они обладают значительным дебитом, нормальной темп-рой и содержат сернокислые соли. Воды, выделяющиеся из газоносной толщи спиралисовых слоев, бессульфатны и имеют повышенную температуру, хотя и залегают на глубине 29,9 м (см. табл. 7).

Табл. 7.—Анализ вод месторождения Дагестанские Огни.

Пласт	Глубина в м	Сухой остаток при 170° в г/л	1 л содержит в г						Свойства вод по Пальмеру			
			Cl	SO ₄	CO ₂	Na	Ca	Mg	соленость в %		щелочность в %	
									первичн.	вторичн.	первичн.	вторичн.
Древнекасп. терраса	14,0	42,692	28,3209	0,748	1,3466	15,2499	0,6256	0,3863	92,74	2,10	—	5,16
Спиралисовые газоносные слои	29,9	66,880	40,6849	Следы	0,4182	25,5611	0,2101	0,4239	96,10	2,7	—	1,2

При разработке нефтяных месторождений от успешной борьбы с водой зависит и успех рациональной эксплуатации нефтяных пластов и возможность эксплуатации слоев газовых. Вода, поступившая в скважину из водоносных горизонтов, залегающих выше или ниже нефтяного пласта, препятствует извлечению из него нефти, оттесняя ее от забоя скважины. В зависимости от давления газа в пласте и степени его истощенности вода в большей или меньшей степени проникает в пласт, обводняет его и делает дальнейшую эксплуатацию его затруднительной. Обводнение нефтяных месторождений в большинстве случаев является результатом нерациональной или хищнической разработки, когда проводят скважину без прочной изоляции пройденных водоносных горизонтов. В некоторых случаях обводнение является результатом естественного истощения нефтяных пластов, когда нефть в пласту постепенно замещается так наз. краевой, или синклинальной, водой. В таких случаях иногда для замедления продвижения воды возможно принятие некоторых мер, как, например, накачивание в пласт сжатого воздуха или газа. Присутствие в эксплуатируемых пластах значительных количеств воды обуславливает потерю большого количества нефти, которую вода может задержать в недрах,

потерю газа, выходящего из скважины, увеличение расходов на откачку, возможность оттеснения нефти на соседний, не затронутый эксплуатацией участок и образования эмульсий, для выделения из которых нефти требуются иногда сравнительно значительные расходы. Т. о. разработка обводненного месторождения ложится тяжелым бременем на финансово-экономич. сторону предприятия, повышая себестоимость нефти. Примером сильно обводненных месторождений вследствие неправильной эксплуатации их могут служить старые площади Балаханно-Сабунчи-Раманинского района. Ныне здесь, при годовой добыче в 3 млн. т нефти, приходится извлекать из недр ок. 30 млн. т воды; уже один этот фактор сильно увеличивает себестоимость добычи нефти на этих площадях. Для успешной борьбы с водой в нефтяном месторождении должны быть точно установлены местоположения различных водоносн. горизонтов, и приняты меры при бурении скважин для прочной изоляции вод от нефтеносных и газовых пластов. Для предупреждения обводнения недр эксплуатацию скважин необходимо производить осторожно, так как при резких колебаниях уровня жидкости в скважине обсадные трубы легко м. б. смяты или сломаны давлением

воды в затрубном пространстве и воды могут проникнуть в нефтяной пласт. Особенно осторожной эксплуатации требуют скважины с забоем в нефтяных пластах, имеющих пластовую воду. При интенсивной эксплуатации пластовая вода может промыть пористую породу у забоя скважины и, образовав водяной запор, закрыть приток нефти в скважину.

Для некоторых нефтяных месторождений синклинальная, или так наз. краевая, вода является иногда, повидимому, главным фактором производительности скважины, т. к. она создает гидростатич. давление, под влиянием которого нефть притекает к забою при вскрытии скважиной пласта. Регулирование производительности таких скважин для более продолжительной их эксплуатации необходимо, так как форсирование ее может вызвать прорыв воды к забою и затопление ею пласта. Для повышения продуктивности скважин пользуются иногда напором воды, вызывая искусственное обводнение нефтяных пластов. Такой метод повышения продуктивности скважин применяется при разработке некоторых уже достаточно истощенных нефтян. месторождений в Америке (например Бредфордское месторождение), где по границам участков устраивают так наз. водяные заборы из особо проведенных сква-

жин, в которые накачивают воду. Поступая в пласт, вода гонит нефть к забоям эксплуатационных скважин и увеличивает т. о. продуктивность скважин в несколько раз. Применение этого метода окончательно портит месторождение и возможно только при особом литологическом характере пласта и соответственных условиях его залегания.

Лит.: Абрамович М. В., Исследование буровых вод в нефтяных скважинах, «Нефт. дело», Баку, 1912, 11; Голубятников Д. В., Буровые воды Биби-Эйбата, «Труды Геологич. комитета», II, 1916, вып. 141; его же, Буровые воды нефт. месторожд. Бакинско района, «Нефт. и сланц. хоз.», М.—П., 1922, 7—8; его же, Берейская нефтеносная площадь, «Изв. Геологич. комитета», СПб, 1906, 7; Меликов А. А., Буровые воды и водоносность недр Биби-Эйбатской бухты, «Аз. нефт. хоз.», Баку, 1926, 6—7; Шульгин С. В., Промышленные горизонты Сураханск. района, там же, 1927, 1; Ульянов А., Водоносн. горизонты Бинагадинских нефтеносных месторождений, там же, 1927, 5; Апрессов С. М., Сабунчинская нефтеносная площадь, Баку, 1927; Сельский В., О буровых водах Грозненской нефтенос. площади, «Грозн. нефт. хоз.», Грозный, 1922; Саханов А. Н. и Лучинский И. О., Буровые воды Грозненского района, «Нефт. и сланц. хоз.», М., 1924, 2; Ландроп Н. Т., Буровые воды Ново-Грозненского района, там же, 1925, 6; Аносов А., Минер. воды Майкопск. нефт. промыслов, «Аз. нефт. хоз.», Баку, 1925, 6—7, 8—9; Скворцов В. П., Эмбенские районы Доссор и Магат, «Нефт. хоз.», М.—Л., 1926, 3, 5, 7; Амбров А. В., Подземные условия нефтяных месторождений, перевод с англ., М.—П., 1923; Роджерс Д. Ш., Химическое соотношение вод нефтяных месторождений, пер. с англ., М.—П., 1924; Сугарт Т. И., Бичер С. И. и Джердж Х. С., Эксплоатация нефтяных месторождений, пер. с англ., Баку, 1926; Справочник по нефтяному делу, Сов. нефтян. пром., М., 1925; Höfer H., Das Wasser in den Erdölgebieten, Das Erdöl, B. 2, Leipzig, 1909; Palmer Ch., The Geochemical Interpretation of Water Analyses, «U. S. Geological Survey», Washington, 1909, Bull. 479.

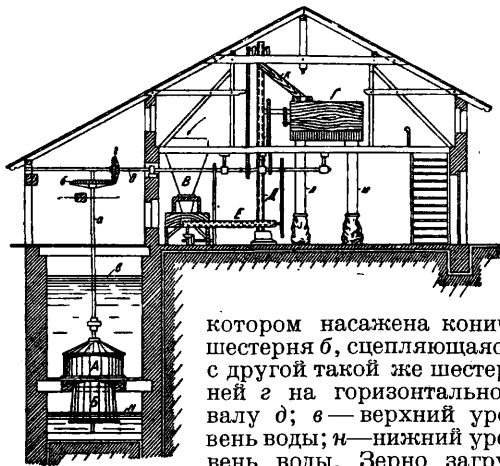
Д. Голубятников.

ВОДЯНАЯ МЕЛЬНИЦА, мельница, приводимая в движение водяным двигателем. В. м. бывают самых разнообразных размеров — от небольших крестьянских, с одним-двумя жерновыми поставами, до крупных товарных мельниц большой производительности. (В. м. простейшего типа, приспособленная специально для работы весной при высоком уровне воды в реке, называется вешняк). В. м. является самым старым типом мельницы, т. к. водяной энергией, как более доступной, начали пользоваться раньше, чем ветром. Преимущества В. м. перед ветряной — в постоянстве и неизменяемости воды как двигателя, что дает возможность рассчитать годовую производительность. Силовая установка В. м. состоит из двух главных частей: из собственно водяного двигателя, в котором происходит отдача водой полезной работы, и из устройств для накопления, подвода и отвода воды (плотина, кауз и пр.). Наиболее распространенным в небольших В. м. двигателем является водяное колесо, наиболее же совершенным, применяемым на более мощных мельницах, — водяная турбина.

С течением времени мельницы с водяными колесами все более и более вытеснились мельницами с тепловыми двигателями, которые, не будучи связаны, как первые, территориально с источником воды, могли строиться вблизи ж.-д. линий. При наличии больших количеств воды продолжали строить мельницы с водяными турбинами, которые в настоящее время часто представляют 5—6-этажные здания, оборудованные по последнему слову мельничной техники, и успешно конкурируют с мельницами, рабо-

тающими от тепловых двигателей, благодаря отсутствию расходов на топливо.

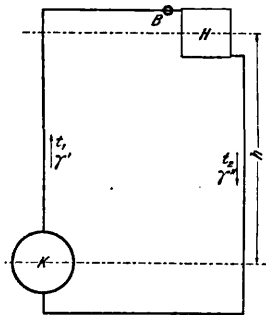
На фиг. представлено мельница сельского типа с наиболее совершенным водяным двигателем — водяной турбиной *A* со всасывающей трубой *B* и вертикальным валом *a*, на



котором насажена конич. шестерня *b*, сцепляющаяся с другой такой же шестерней *c* на горизонтальном валу *d*; *e* — верхний уровень воды; *n* — нижний уровень воды. Зерно загружается в размалывающий аппарат *B*, и продукт размола из последнего винтом *E* подается к самотаске *D*, которая поднимает его во второй этаж мельницы; из самотаски по течке *k* продукт поступает в бурат *Г*, где он просеивается, и мука выходит по течке *л*, а отруби — по течке *м*.

В. Прокофьев.

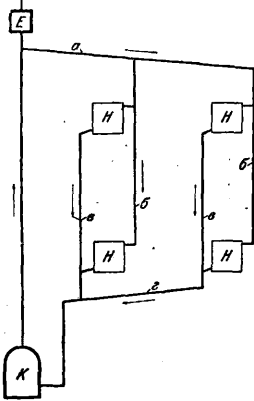
ВОДЯНОЕ ОТОПЛЕНИЕ, система отопления, при которой теплоносителем является вода, нагреваемая определенным источником теплоты и разносимая по нагревательным приборам, установленным в отапливаемых помещениях. В зависимости от t° воды и от давления в системе отопления различают: В. о. низкого, среднего и высокого давления. Отопление низк. давления подразделяется на отопление с естественной циркуляцией воды, с усиленной циркуляцией и насосное отопление. Кроме того, в зависимости от способа присоединения нагревательных приборов и расположения трубопроводов, В. о. бывает: двухтрубной системы с верхней и нижней разводкой и однотрубной системы.



Фиг. 1.

В. о. имеет следующие главные составные части: котел с арматурой, трубопровод из труб и соединительных частей, нагревательные приборы, расширительный сосуд и регулировочные и предохранительные приспособления. Общая схема В. о., действие к-рого основано на разнице уд. в. горячей и холодной воды, такова: в замкнутом кольце трубопровода в котле *K* (фиг. 1), расположенном в нижней части кольца, нагревается вода, которая и отдает полученную ей теплоту отапливаемому помещению при

посредстве нагревательных приборов H , помещенных в верхней части кольца. Вода в подъемной и подающей ее в приборы трубе имеет более высокую темп-ру t_1 и соответственно меньший вес ед. объема γ' , чем



Фиг. 2.

темп-ра воды t_2 и вес ед. объема γ'' в обратной трубе. Вследствие разности весов холодного и нагретого столбов воды происходит ее циркуляция в замкнутом кольце трубопровода, от котла к прибору и от прибора к котлу, и происходит она тем сильнее, чем больше разность температур ($t_1 - t_2$) и высота h между срединами котла и прибора. Эта высота h называется циркуляционной высотой. Движущей силой циркуляции воды, или действующим напором, будет

$$H = h(\gamma'' - \gamma'),$$

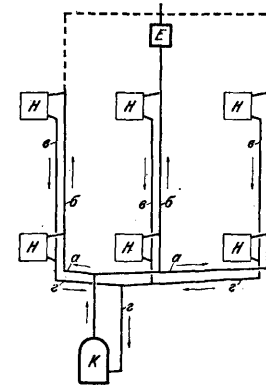
где h —в м, γ' и γ'' —в кг/м³, H —в кг/м² или в мм водяного столба, отнесенного к 4°. Действующий напор расходуется при циркуляции воды по трубопроводу и приборам на преодоление сопротивления трения и так назыв. местных сопротивлений соединительных частей труб, отводов, вентилей и т. п. Поэтому для осуществления циркуляции воды д. б. соблюдено соотношение

$$H \geq \sum (l \cdot R + Z),$$

где l —длина трубопровода в м, R —сопротивление трения в мм вод. ст. на 1 м трубы, Z —местные сопротивления в мм вод. ст.

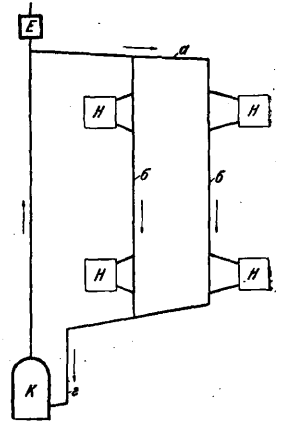
При верхней разводке в двухтрубной системе В. о. низкого давления (фиг. 2) нагретая в котле K вода поднимается по подъемному стояку вверх, к разводящему трубопроводу a , располагаемому на чердаке здания или под потолком его. К самой высокой точке разводящего трубопровода присоединяется расширительный сосуд E , назначение которого—вместать избыток воды, получающийся от ее расширения. Этот сосуд сообщается с атмосферным воздухом, что необходимо для того, чтобы давление в верхней части системы не превысило атмосферного. При помощи разводящего трубопровода вода разводится подающими стояками $б$ к нагревательным приборам H , установленным в отдельных помещениях отапливаемого здания, а из них, после отдачи теплоты, поступает обратно в котел, через обратные стояки $в$ и обратный трубопровод $г$, для нового нагревания. Каждый нагревательный прибор присоединяется к двум стоякам, почему и система называется двухтрубной. Нижняя разводка в этой системе отличается тем, что разводящий трубопровод a располагается внизу, под потолком подвала здания, и вода подводится к подающим стоякам $б$ снизу (фиг. 3, обозначения—те же, что и на фиг. 2, пунктиром обозначена воздушная сеть), от ка-

ждого же стояка поднимаются кверху воздушные трубки, соединяющиеся с расширительным сосудом E для выпуска воздуха из системы. При однотрубной системе (фиг. 4) нагретая вода из котла K поднимается по главному подающему стояку вверх и по сети разводящих труб a доставляется к стоякам $б$, а через них к нагревательным приборам. Отдавшая в приборах теплоту вода поступает снова в тот же стояк, смешиваясь с водой вышележащего прибора.



Фиг. 3.

Все указанные системы работают помощью естественной циркуляции и при правильном расчете действуют вполне исправно. Поддерживая определенную t° воды в котле в зависимости от t° наружного воздуха, возможно регулировать теплоотдачу приборов в помещениях из одного центра. Наибольшая t° воды в котле допускается в 90—95°, а падение t° воды в приборах принимается в 30, 25, а чаще в 20°, так что средняя t° прибора равна 75—85°. Эта t° воды соответствует наименьшей наружной t° , при средних же t° воздуха зимой t° приборов поддерживается не выше 60—65°, что является вполне гигиеничным, так как оседающая на трубах пыль не пригорает при этой t° . Двухтрубная система при верхней разводке имеет то преимущество, что циркуляция воды происходит быстрее и сильнее; однако стоимость ее оборудования несколько выше, чем при нижней разводке, благодаря большему диаметрам труб. В однотрубной системе имеется тот недостаток, что поверхность нагрева нижних приборов д. б. увеличена вследствие более низкой t° воды, поступающей в них из расположенных выше приборов. Кроме того, при однотрубной системе происходит более медленное нагревание приборов. Эта система, благодаря простоте трубопровода, чаще применяется для отопления многоэтажных зданий с однообразным устройством этажей, а также при насосном отоплении, когда получается большая циркуляция в стояках. При отоплении небольших оранжерей нагревательными приборами служат разводящие трубопроводы, которым придается форма змеевиков. Когда район отопления помещений невелик и ко-



Фиг. 4.

тел располагается на одной высоте с нагревательными приборами или несколько ниже, применяется так наз. поэтажное или поквартирное отопление. Оно употребляется также в тех случаях, когда в отдельных квартирах возможно присоединение отопительной сети к кухонному очагу; так как при этой системе отопления действующий напор близок к нулю, то циркуляция воды происходит благодаря добавочному напору, создаваемому охлаждением разводящего трубопровода. Преимущества поквартирного отопления заключаются в том, что при нем отопление каждой квартиры не зависит от отопления остальных.

Системы В. о. с естественной циркуляцией воды имеют обыкновенно сравнительно небольшие действующие напоры, и потому район их действия довольно ограничен. При всех благоприятных условиях область применения их обычно ограничивается протяжением системы не свыше 100 м, т. е. горизонтальное расстояние самого удаленного стояка от котла не превышает 100 м. В длинных зданиях или в случае невозможности увеличить действующий напор вследствие ограниченной циркуляционной высоты вводят особые устройства для усиления циркуляции воды путем искусственного увеличения действующего напора. У с и л е н н а я циркуляция воды достигается различными способами, например введением пара или воздуха в восходящий стояк системы В. о. К наиболее известным системам подобного рода относится система Река, при которой вместе с водяным котлом устанавливается паровой котел низкого давления; пар из котла подводится к уширению подъемного стояка, в особый приемник, где он, с одной стороны, конденсируется и этим увеличивает t° воды, а с другой—расширяется, в результате чего в подъемной трубе получается смесь пара с водой. Однако подобные системы страдают многими дефектами и потому большого распространения не получили. Чаще применяются особые пароструйные приборы, известные под названием элеваторов, которые, увеличивая давление в трубопроводах, тем самым увеличивают действующий напор. Действие элеваторов прекращается с повышением t° присасываемой воды свыше 70° . Давление вводимого в элеватор пара на $0,4 \text{ atm}$ выше нормального. В виду этого в некоторых случаях элеватор устанавливается не у восходящего стояка, а на обратной трубе, где обычно t° не превышает 70° ; т. о. получается возможность поднимать t° в восходящем стояке до рекомендуемых проф. В. М. Чаплиным $90\text{—}95^\circ$. Из систем с побудительной циркуляцией известна еще предложенная проф. В. М. Чаплиным система т. н. «водо-водяного» отопления, при которой в циркуляционную воду вместо пара вводится горячая вода при помощи элеватора.

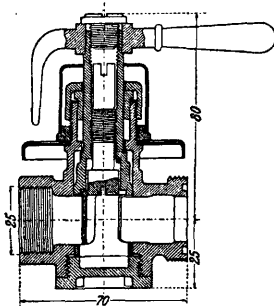
В настоящее время, в связи с развитием крупного жилищного строительства, очень широкое распространение получило насосное отопление, дающее возможность получить большой циркуляционный напор и распространить действие отопления на значительные горизонтальные расстояния.

Насосное отопление не имеет тех недостатков, которые присущи другим побудительным системам, и удобно в эксплуатации, хотя требует для своей работы двигателей. Такими двигателями для приведения насосов в действие большею частью служат электромоторы. Благодаря увеличенной скорости циркуляции воды при этой системе возможно отапливать из одного центра не только большие по протяжению здания, но и группы их. Скорость циркуляции воды в системе не допускается выше 3 м/сек во избежание появления больших сопротивлений в трубопроводах. При насосном отоплении возможно значительно уменьшить диаметр трубопроводов, чем достигается уменьшение расходов по установке, но зато появляется добавочный расход на энергию для приведения в действие насоса. В тех случаях, когда м. б. применено одно только насосное отопление, необходимо обеспечить его непрерывно действующей двигательной силой. При насосном отоплении обычно употребляют центробежные насосы, как более надежные в работе и работающие более равномерно.

В. о. среднего давления отличается от В. о. низкого давления нагревом воды в котле до 120° при самых низких наружных температурах. Чтобы не происходило закипания воды, расширительные сосуды делают закрытыми, так что отопление работает под давлением. Применение этой системы отопления, несмотря на незначительную стоимость ее, довольно ограничено благодаря высокой t° приборов, что вредно в гигиеническом отношении. При водяном отоплении в высокого давления t° воды доводится до 200° ; применяется оно только в промышленных производствах (пекарни, сушильни, красильни и т. п.) в виду его негигиеничности и опасности для помещений с постоянным пребыванием людей. Оно состоит из замкнутого кольца труб, при чем часть их в виде змеевика служит котлом. Расширительный сосуд в этом случае заменяется расширительными трубами, собранными особым способом. Для удаления воздуха из системы применяется особое приспособление. Выбор той или иной системы В. о. зависит в конкретном случае от технич. целесообразности, санитарных условий и экономичности, к-рая выясняется при проектировании отопительной установки расчетным путем.

Котлы для В. о. раньше применялись обыкновенно железные с кирпичной обмуровкой; в настоящее время широко применяются чугунные котлы, употребляемые без обмуровки, чем достигается значительное удешевление отопительной установки и более быстрое оборудование отопления. В общем котлы можно разделить на две группы: котлы большой теплоемкости и малой. К первым относятся котлы цилиндрические: корнваллийские и ланкаширские, а ко вторым—чугунные и железные разных конструкций с малым объемом воды. В. о. имеет перед другими системами то преимущество, что передача теплоты в помещения через приборы продолжается и после того, как окончилась топка котлов; это происходит благодаря продолжающейся циркуляции воды, к-рая тем продолжительнее, чем

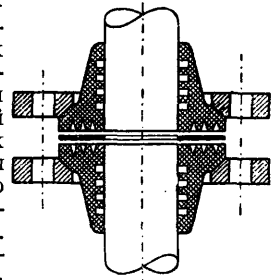
больше запас воды в системе, так как остывание протекает тогда медленнее. Поэтому для отопления с перерывами более применимы котлы большой теплоемкости, а для бесперывной топки—чугунные котлы. С другой стороны, в тех случаях, когда требуется быстрый нагрев системы, рекомендуется применять котлы малой теплоемкости, дающие более гибкую систему отопления. Котлы д. б. снабжены всей необходимой арматурой и гарнитурой (термометры, регуляторы горения, дымовые задвижки, запорные, наполнительные и спускные краны для наполнения котлов водой и спуска ее); необходимо также иметь шуровочные принадлежности для обслуживания котлов. Для контроля уровня воды в системе отопления служит манометр, устанавливаемый в котельной на обратной линии, и спускающиеся к раковине сигнальная и переполнительная трубки (см. ниже). Для выкачки воды из котлов и обратных линий устанавливают ручной насос. При употреблении чугунных котлов их снабжают регуляторами горения, которые действуют автоматически и регулируют поступление воздуха в топку. При нескольких котлах, для возможности выключения каждого из них для ремонта без перерыва действия отопления, на подводящих трубах устанавливают запорные задвижки. Для предотвращения взрыва котла, в случае топки его при закрытых задвижках, устанавливают специальные предохранительные приспособления, назначение которых состоит в том, чтобы при расширении воды в котле излишек ее мог удалиться из котла. Для этого применяются обводные линии из труб с постановкой на них обратных клапанов. Котельная для В. о. должна быть рассчитана так, чтобы обслуживание котлов было удобным и чтобы была обеспечена возможность быстрого выхода из котельной при пожаре или несчастном случае. При каждой котельной устраивается складочное помещение для топлива, достаточных размеров и имеющее удобное сообщение с котельной. Для вентиляции котельной в ней делают приточные и вытяжные отверстия достаточных размеров. Для отвода дымовых газов каждая котельная снабжается дымовой трубой, которая рассчитывается всегда на наибольшее количество удаляемых газов.



Фиг. 5.

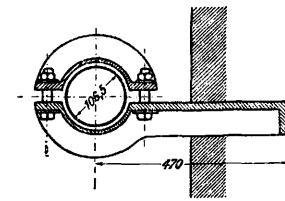
Нагревательные приборы бывают ребристые или гладкие; иногда в качестве нагревательных приборов применяются трубы. Приборы должны быть размещаемы в подлежащих отапливаемому помещениях по возможности равномерно у охлаждающихся поверхно-

стях, часть приборов размещается наверху с таким расчетом, чтобы была обеспечена равномерная циркуляция около них воздуха и не получалось токов холодного воздуха. Приборы устанавливаются открыто или же в открытых нишах стен; иногда для приборов применяются оградительные решетки и декоративные ограждения; в этих случаях теплоотдача приборов понижается; при наличии ограждений необходимо так их установить, чтобы воздух мог свободно проходить около нагреваемых приборов. Прикрепление приборов к стенам производится кронштейнами или приборами устанавливаются на ножках. Регулирующие вентили и краны бывают различной конструкции, но преимущественно употребляются краны двойной регулировки (фиг. 5), позволяющие сначала, при регулировании действия системы, устанавливать в вертикальном направлении определенный размер отверстий для прохода воды, а затем уже устанавливать большее или меньшее открытие отверстий в круговом направлении. Для соединения котла с приборами служат трубопроводы, образующие для каждого отдельного прибора замкнутое кольцо труб и соединенные между собою разными соединительными частями (см. Трубопровод).



Фиг. 6.

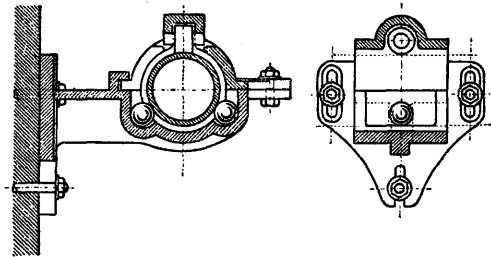
При водяном отоплении для трубопроводов употребляются только сварные железные трубы, муфтовые или фланцевые. При водяном отоплении высокого давления, для получения более прочного соединения, употребляются фланцы особой формы (фиг. 6). Для прикрепления трубопроводов к стенам зданий употребляются: для муфтовых труб—газовые железные крючки и особые ухватки, для фланцевых труб—кронштейны различной формы. При необходимости подвешивания труб употребляются различные подвески. Соединенным между собой трубопроводам д. б. обеспечена возможность расширения от нагревания, для чего применяются различные способы прокладки и укрепления труб и устанавливаются изготовленные из труб компенсаторы. На фиг. 7 показана подвеска для неподвижных труб; на фиг. 8—подвеска, в которой труба может передвигаться на роликах; на фиг. 9 и 10—два вида компенсаторов. При прохождении труб через стены и потолки в них устанавливаются особые железные гильзы для свободного движения труб. Для предохранения циркуляционных труб от потерь тепла и от замерзания их изолируют на холодных участках нетеплопроводной мастикой или пробковыми



Фиг. 7.

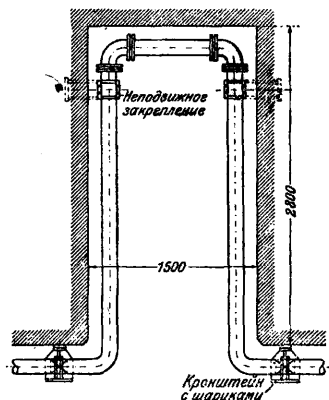
Фиг. 8—подвеска, в которой труба может передвигаться на роликах; на фиг. 9 и 10—два вида компенсаторов. При прохождении труб через стены и потолки в них устанавливаются особые железные гильзы для свободного движения труб. Для предохранения циркуляционных труб от потерь тепла и от замерзания их изолируют на холодных участках нетеплопроводной мастикой или пробковыми

материалами. Мастика составляется обыкновенно из белой глины и шерстяных очесов (кнопа) и значительно дешевле пробки. При прокладке труб особенно важное значение имеют уклоны труб, т. к. при недостаточном



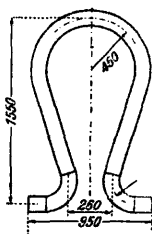
Фиг. 8.

уклоне их может получиться скопление воздуха в отдельных местах, и система не будет работать. Эти уклоны делаются ок. 0,01. Расширительный сосуд присоединяется к системе в высшей точке ее; он делается из железа клепаным, четырехугольной или цилиндрич. формы. Каждый расширитель снабжается двумя трубками—сигнальной и переполнительной, проводимыми в котельную, к установленной в ней канализационной раковине. Сигнальная трубка имеет запорный вентиль, и по ней, периодически открывая и закрывая вентиль, истопник может судить о степени наполнения системы водой. Переполнительная трубка служит для перелива избытка воды в случае переполнения системы водой. Крышка расширителя снабжается воздушн. труб-



Фиг. 9.

чае переполнения системы водой. Крышка расширителя снабжается воздушн. труб-



Фиг. 10.

кой для выпуска из него воздуха, поступающего из системы при наполнении ее водой и во время действия системы. Расширительный сосуд и присоединенные к нему трубки, при расположении их на чердаке здания, должны быть обеспечены от замерзания; обычно их помещают в особые утепленные будки, а иногда устанавливают в лестничных клетках. Отопительную установку в собранном виде испытывают пробным гидравлич. давлением, наполнив ее водой, с помощью гидравлич. насоса в течение 15 м., при чем это пробное давление должно превышать давление воды в системе на 2 atm. Затем система испытывается пробной топкой, во время к-рой следует подтянуть болты у фланцев и отрегулировать нагревательные

приборы регулировочными кранами, чтобы все приборы имели равномерное прогревание. Для правильного действия всякой системы отопления главное значение имеет правильный расчет трубопровода, а также и других главных составных частей, на что д. б. обращено особое внимание.

Исходной величиной для расчета трубопроводов и нагревательных приборов В. о. служит действующий напор H (см. Трубопровод и Нагревательные приборы), величина к-рого дана в приведенных выше двух Ф-лах. В двухтрубных системах определение H не представляет трудностей. В однотрубной системе В. о. для определения действующего напора д. б. предварительно вычислены уд. в. или t° воды в отдельных участках трубопровода и циркуляционная высота h этих участков. Трубчатые змеевики, служащие в оранжереях нагревательными приборами, рассчитываются как трубопроводы. При системах побудительной циркуляции воды действующий напор составляется из естественного напора и добавочного, зависящего от рода принятого побудителя; так, для системы Река он приблизительно равен половине высоты напорной трубы в м. вод. ст. Для насосных систем действующим напором служит суммарный напор, получаемый из естественного напора и от производимого насосом давления H_p . При незначительном естественном напоре им обыкновенно пренебрегают, и тогда за основное расчетное уравнение принимают:

$$H_p \geq \sum (l \cdot R + Z).$$

При В. о. среднего и высокого давления действующий напор определяется по общей формуле:

$$H = h(\gamma'' - \gamma'),$$

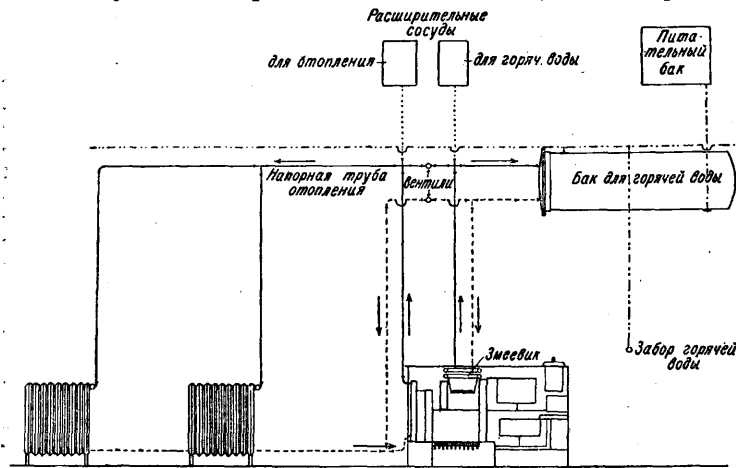
при чем для высокого давления удельные веса γ с достаточной точностью можно вычислить по формуле Фишера: $\gamma = 1 - 0,000004t^2$.

Лит.: Чаплин В. М., Курс отопления и вентиляции, 2 издание, М.—Л., 1928; Павловский А. К., Курс отопления и вентиляции, 5 изд., М.—Л., 1923—24; Rietschel H., Leitfaden d. Heiz- und Lüftungstechnik, 7 Auflage, Berlin, 1925; Dietz L., Lehrbuch d. Lüftungs- u. Heizungstechnik, 2 Aufl., München, 1920. Н. Декатов.

В. о. индивидуальное, поквартирное, этажное. При этажном В. о., принадлежащем к сист. В. о. низкого давления, котел и нагревательные приборы расположены в одном и том же этаже и на одном уровне. Этажное отопление объединяет преимущества центрального и печного отопления: независимость в отношении пользования отоплением, наличие в одной квартире одной только точки (один дымоход) и уменьшение расходов на обслуживание и поддержание в действии отопления. Недостатки в сравнении с центральным отоплением: необходимость доставки топлива и удаления золы из кухни; дороговизна установки сравнительно с одним общим устройством отопления для всего дома. Кажущейся экономии топлива при одновременной варке пищи в действительности не получается, так как отопление и варка пищи не всегда совпадают по времени.

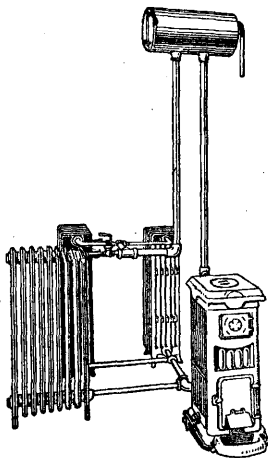
В системах этажного В. о. от кухон. очага чугунный котелок или змеевик замуровывают в плите; иногда котел устанавливают

рядом с плитой, а вода нагревается дымовыми газами. Подъемную трубу располагают по стене под потолком, обратную помещают по стене у пола. На фиг. 11 показана схема



Фиг. 11.

этажного отопления от кухонного очага. Новейшая конструкция этажного В. о. «Нараг-Классик» приведена на фиг. 12. Она состоит из котла, радиаторов, расширительного сосуда и трубопровода. Небольшой чугунный комнатный котелок «Нараг», размерами от: 55 × 360 × 640 мм до 80 × 540 × 1150 мм, с поверхностью нагрева от 0,5 до 2,4 м², может быть установлен в любой комнате прямо на полу. Объем воды 8—33 л; вес котла в упаковке 115—370 кг, производительность котлов 6 000—28 000 Cal/час.,



Фиг. 12.

радиация от котла 800—2 000 Cal/час. вместимость для кокса 16—88 л. Конструкция этого котла допускает большое соприкосновение газов с поверхностью нагрева и дает ускоренный нагрев воды. КПД котла 84,5%. Все тепло от котла остается в помещении. Радиаторы «Классик», новейшей усовершенствованной конструкции, испытаны под холодным давлением. Теплоотдача этих радиаторов не зависит от их высоты; 1 м² чугунного радиатора «Классик» весит 26 кг против 40 кг обыкновенного радиатора. Малая водоёмкость радиаторов «Классик» способствует ускоренной циркуляции воды, что очень важно для этажных отоплений. При одинак. поверхности нагрева радиатор «Классик» занимает меньше места, чем обыкновенный. Распределительный трубопровод идет от расширительн. сосуда, а не от подъемной трубы, как в других сис-

темах водяного отопления. Циркуляция воды в системе отопления «Нараг-Классик» основана на конструкции самих приборов — котла и радиаторов. Скорость циркуляции

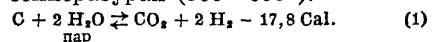
воды увеличена на 30% в сравнении с обыкновенным этажным отоплением. Диаметр трубопроводов может быть соответственно уменьшен. При этой сист. отопления циркуляция воды возможна в тех случаях, когда при обыкновенных котлах и радиаторах циркуляция невозможна. Система «Нараг-Классик» применяется для отопления квартир, небольших строений, магазинов, контор, небольших вокзалов, ресторанов, кино и гаражей. В последнее время эта система применяется для отопления небольших судов и спальных вагонов. К такого рода отоплению легко при-

соединить приготовление горячей воды для кухни и для ванной.

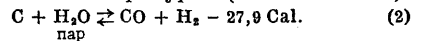
М. Занута.

ВОДЯНОЙ ГАЗ, коксовый газ, — газ, получающийся из кокса пропусканием через него перегретого водяного пара при t° выше 1000° и состоящий приблизительно из равных объемов CO и H₂ с примесью небольших количеств CO₂, H₂O, CH₄ и N₂.

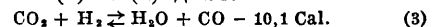
Теория. При пропускании водяного пара над раскаленным углем (коксом) последний окисляется за счет кислорода воды. В зависимости от t° окисление может протекать по одному из следующих ур-ий. При низких температурах (500—600°):



При высоких температурах (1000° и выше):



Уравнения (1) и (2) дают:



Последнее ур-ие показывает, что с повышением t° реакция протекает все более и более в направлении правой части, но продукт реакции всегда будет состоять из смеси всех четырех газов. Их соотношение определяется уравнением:

$$\frac{p_{\text{H}_2\text{O}} \cdot p_{\text{CO}}}{p_{\text{H}_2} \cdot p_{\text{CO}_2}} = K, \quad (4)$$

где p — парциальное давление соответствующего газа в смеси, а K — постоянная равновесия. Уравнение (4) называется ур-ием равновесия В. Г. не зависит от давления, но сильно возрастает с повышением t° . Ган экспериментально определил K для ряда t° :

t°	786°	886°	986°	1086°	1205°	1405°
K	0,81	1,19	1,54	1,95	2,10	2,49

По теории, при t° ок. 2 800° K достигает высшего значения—6,25; но вследствие высокой эндотермичности этой реакции t° в генераторе быстро падает, что влечет за собою увеличение содержания CO₂, падение содержания CO и H₂ и понижение калорийности газа. Избежать падения t° в генера-

торе можно было бы при перегреве водяного пара до 2 200°, что технически неосуществимо. Поэтому t° в генераторе восстанавливают посредством горячего дутья. Для этого прекращают впуск пара и одновременно начинают продувать воздух, образующийся с коксом генераторный газ.

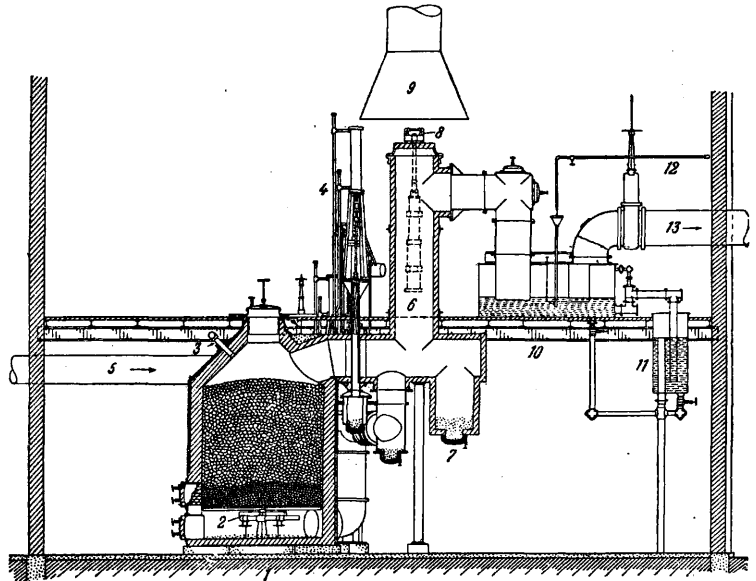
История. Действие водяного пара на раскаленный уголь открыл Феличе Фонтана (1780 год). Карбюрированный нафталином В. г. для осветительных целей впервые применил Донован в Дублине (1830 г.). Жиллар в 1849 г. применил продувание генератора воздухом для восстановления t° . Керктем (1852 г.) усовершенствовал конструкцию генератора и применил тепло отходящих газов для получения пара. Около 1855 г. В. г. впервые применили для городского освещения во Франции (Нарбонна), около 1860 г.—в Германии, около 1870 г.—в Англии и С. Ш. А. В 1898 г. Дельвик и Флейшер увеличили силу воздушного дутья и уменьшили высоту слоя топлива, чем сократили продолжительность горячего дутья. В 900-х годах начались опыты по применению подвижных колосников для предотвращения спекания нижнего слоя шихты генератора. Штрахе (1906 г.) предложил способ получения т. н. двойного В. г., позволяющий вместо кокса применять уголь. Общество Дельвик-Флейшер (1912 г.) сконструировало генератор для тройного В. г., дающий возможность получать из применяемого угля также и первичный деготь.

В настоящее время в разных странах ведутся работы по автоматизации управления генераторами и увеличению их мощности.

Классификация В. г. Кроме чистого В. г. различают еще карбюрированный В. г. и уже названные двойной и тройной В. г. Последние производятся преимущественно в Германии и носят также название угольноводных газов (Kohlenwassergase). К В. г. надо отнести также и полуводяной газ (см. Доусона газ).

Производство В. г. Схема устройства для получения обыкновенного В. г. изображена на фиг. 1. Генератор 1 состоит из железного кожуха с внутренней шамотной обмуровкой. В нижней его части находится колосниковая решетка. Неподвижные решетки—плоские; подвижные строятся в виде выпуклого кверху, наклонного конуса, чем лучше всего предотвращается спекание шлаков. Мелкие генераторы строят все без решетки, с шамотным подом, а генераторы с производительностью свыше 1 000 м³ газа в час всегда снабжаются подвижной решеткой. Над решеткой находятся герметически закрывающиеся дверцы для спуска шлака, под ней—такие же дверцы для

выгребания золы. В зольнике помещаются трубы 2, подводящие воздух для горячего дутья и пар для нижнего парового дутья и отводящие газ верхнего парового дутья. В верхней части генератора находятся: загрузочный самоуплотняющийся люк, труба 3, вводящая пар верхнего дутья, и отводные трубы для газа нижнего парового дутья. Высота слоя кокса в зависимости от размеров генератора колеблется от 1,4 до 2,5 м. При металлургич. коксе она бывает несколько больше, чем при газовом. Загрузка производится через 30—60 м. Пар получается или путем впрыскивания воды в перегреватели, выложенные особо устойчивым материалом (термофикс), или, в больших установках, от особого парового котла,



Фиг. 1.

для отопления которого обычно используют газы горячего дутья. В больших установках для равномерности действия пар вводится одновременно снизу и сверху. Воздух, под давлением 300—600 мм водяного столба, вдувается воздуходувками по трубопроводу 5. Они приводятся в действие паровыми машинами или периодически работающими электромоторами. Продолжительность горячего дутья колеблется от $\frac{3}{4}$ до 2 м., а парового—от 4 до 8 м. При переходе от одного дутья к другому соответственные трубопроводы закрываются задвижками. Во избежание ошибок управление переменной хода сосредоточивается в одном механизме 4, а в новейших установках совершается автоматически. Газы горячего дутья в мелких установках выпускаются через вентиль 8 в дымовую трубу 9, а в крупных—с добавочным воздухом дожигаются в пароперегревателях и служат для нагрева паровых котлов, обслуживающих генератор. Механический унос скопляется в сборниках для пыли 7 при помощи специальных пылеотделителей 6 или же задерживается в наполненных коксом колоннах, где происходит и охлаждение. Для отделения смолы В. г. пропускаят

через гидравлику 10 и по трубопроводу 13 он поступает в газгольдер. Для питания гидравлики водой служит трубопр. 12. Смола из гидравлики собирается в резервуаре 11.

Теоретически 1 кг углерода и 1,5 кг водяного пара должны дать 4 м³ В. г. (приведенного к 0° и 760 мм ртутного столба), т. е. для получения 1 м³ В. г. требуется 0,25 кг углерода и 0,375 кг водяного пара. Практич. выходы В. г. и расход пара колеблются в зависимости от содержания углерода в коксе и от конструкции установки. Вследствие потерь углерода при горячем дутье в шлаках и в механич. уносе выход В. г. на 1 кг содержащегося в коксе углерода снижается в среднем до 2,2 м³ и не превышает 2,8 м³. Вследствие неполного разложения пара расход его на 1 м³ газа колеблется от 0,6 до 1,0 кг. Расход энергии для воздуходувок колеблется от 10 до 30 Wh, а расход воды для охлаждения и промывки—от 5 до 10 л, считая все на 1 м³ В. г. Для характеристики теплового баланса производства В. г. могут служить результаты испытаний, произведенных двумя научными учреждениями (табл. 1).

Табл. 1.—Тепловой баланс производства водяного газа (в %).

Обмен тепла	По испытанием Fuel Research Board	По испытанием Institution of Gas Engineers
Введено тепла в генератор:		
в коксе	92,52	93,41
с паром	7,35	6,50
с воздухом	0,13	0,09
	100,00	100,00
Получено тепла из генератора:		
с В. г. в виде химич. энергии	57,81	52,19
» » отходящ. тепла	3,23	2,04
с газами горяч. дутья, в виде хим. энергии	18,95	22,59
» » » отходящ. тепла	9,33	5,30
в виде горяч. остатка в золе	4,54	6,94
» » » уносе	0,33	—
в золе и уносе отходящ. тепла	0,33	0,42
с неразложившимся водян. паром	2,20	2,32
лучеиспускание и пр. потери	3,28	8,20
	100,00	100,00

О размерах установок позволяют судить данные завода Франке Верке (Бремен), приведенные в табл. 2.

Табл. 2.—Размеры установок для водяного газа.

Генераторы	Часовая производительность в м ³	Мощность моторов для дутья в HP	Минимальная площадь установки в м ²
Бесколосниковые	20	2	12
	50	3	16
	100	8	25
	150	13	28
	180	15	30
С плоской решеткой и центр. регулировкой	50	3	16
	100	8	25
	150	13	28
	200	16	32
	300	22	50
	550	42	70
1000	65	100	

Для обслуживания одного генератора достаточно одного рабочего. Добавочный персонал необходим для разгрузки от шлаков, а в больших генераторах и для загрузки кокса. Наряду с установившимися типами генераторов идет разработка новых типов с целью автоматизации и более совершенного использования тепла. Фиг. 2 изображает автоматич. установку для получения карбюрированного В. г. с весьма совершенным использованием тепла, выполненную в 1926/27 году фирмой Гемфриз (Глазго, Лондон) для Societ  d'Eclairage, Chauffage et Force Motrice в Женевильтере. Генератор А окружен водяной рубашкой В, соединенной с паровым котлом низкого давления С, служащим для утилизации тепла, излучаемого генератором. При горячем дутье воздух поступает в генератор снизу. Выходящие сверху газы поступают в верхнюю часть карбюратора F, где сгорают с добавочным воздухом и нагревают карбюратор. Поступая в пароперегреватель G снизу, они в верхней его части окончательно дожигаются с новой порцией добавочного воздуха и поступают

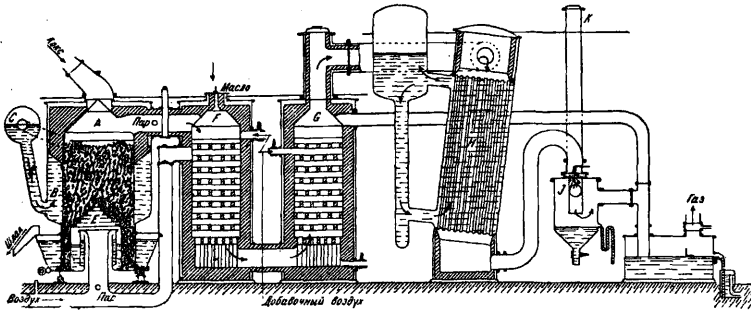
в рабочий котел H, а оттуда, через пылеотделитель J, в дымовую трубу K. Газы как нижнего, так и верхнего парового дутья поступают в верхнюю часть карбюратора, смешиваются с парами вводимого туда масла и карбюрируются. Если в карбюрации нет надобности, газы, минуя карбюратор, также поступают под котел по особой трубе для теплообмена. Спекание шлаков уменьшается введением вращающейся колосниковой решетки E. Производительность каждого генератора достигает 80 000 м³ карбюрированного газа в сутки; вся установка должна давать 600 000—800 000 м³ в сутки. Комплект из трех генераторов обслуживается тремя наблюдающими рабочими и одним—для уборки шлаков.

Т. к. необходимость пользоваться коксом для получения

водяного газа сильно ограничивает распространение газа, то Штрахе предложил применять уголь в генераторах особой конструкции. Генератор Штрахе для получения «двойного газа» (фиг. 3) представляет собою соединение генератора 1 с подобием коксовой реторты 6 в его верхней части. Загружаемый туда уголь обогревается отходящими газами горячего дутья, проходящими в кольцевом пространстве вокруг ретортной части генератора. Продукты сухой перегонки по трубе 13 уходят в водяной регулирующий клапан 5 и трубу 14. В случае проникновения туда также и газов горячего дутья контрольная горелка, соединенная с трубой 14, гаснет, и тогда необходимо повысить сопротивление клапана. При горячем дутье воздух по воздухопроводу 8 поступает снизу; газы горячего дутья поступают через вентиль 2 в пароперегреватель 3, где и сжигаются с добавочным воздухом,

подведенным через канал 12, и уходят через вентиль 10 в дымовую трубу 11. При паро-

отравляющих катализаторы. Из них в В. г. находятся сероводород, сероуглерод и сероокись углерода. Для удаления их Ф. Фишер предлагает след. способ, дающий вместе с тем возможность выделить и утилизировать содержащуюся в них серу. Сероуглерод и сероокись углерода восстанавливаются каталитически водородом В. г. при t° 350—400° (в зависимости от катализатора). Катализаторы: Cu, Pb, Bi, CuPb, Cr_2O_3 и др. При этом сера этих соединений количественно



Фиг. 2.

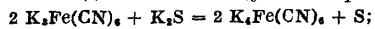
вом дутье (пар поступает из 4) закрывают вентили 2, 9 и 10 и впрыскивают в верхнюю часть пароперегревателя воду. Пар через канал 12 поступает в нижнюю часть генератора. Образовавшийся В. г. в смеси с продуктами коксования (двойной газ) оставляет генератор через трубу 13. Для чистки служит люк 7. Тройной газ представляет собою смесь В. г. с генераторным и продуктами сухой перегонки применен. угля.

Свойства В. г. Теоретически В. г. должен представлять смесь равных объемов CO и H_2 . Такой газ (при 0° и 760 мм) имеет уд. вес (по отношению к воздуху) 0,52; его высшая теплотворная способность на $1 м^3$ равна 3 070 Cal, низшая—не превышает 2 800 Cal; t° пламени 2 160°; смеси с воздухом взрывают при содержании В. г. от 12,3 до 66,9%. Практически состав и свойства В. г. отклоняются от выведенных теоретически. Средний состав и свойства различных видов водяного газа характеризуются табл. 3 (по де-Гралю).

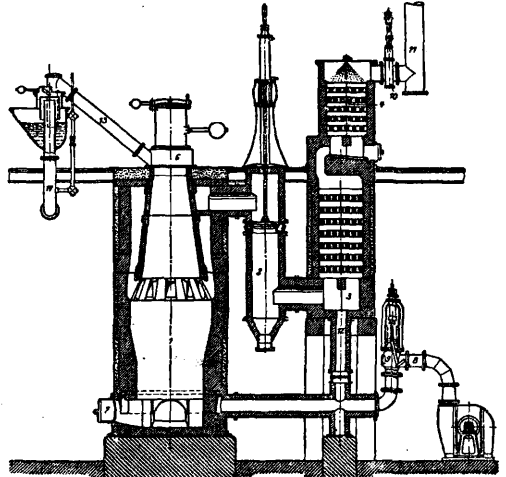
Свойства карбюрированного газа зависят от способа и степени карбюрации. Газ обогащается метаном (до 15%) и тяжелыми углеводородами (до 10%); его теплотворная способность повышается до 5 000 Cal/ $м^3$.

Очистка В. г. производится в зависимости от его назначения. Газ для освещения и технич. целей очищается, как и светильный газ (см.). Так как В. г. обладает ядовитыми свойствами, но вместе с тем не имеет ни цвета, ни запаха, то из предосторожности к нему примешивают пары сильно

дает сероводород H_2S и его соли, которые окисляются до S по следующей реакции:



(реакция идет в присутствии карбонатов или бикарбонатов); $K_4Fe(CN)_6$ на никелевом



Фиг. 3.

анодe окисляется до $K_3Fe(CN)_6$ с выходом по току в 100%. На 1 кг полученной S расходуется 3 kWh.

Применение В. г. Наибольшее применение В. г. находит в освещении; но в виду того, что он горит несветящим пламенем, его карбюрируют: горячим способом—нефтяными маслами, холодным способом—бензолом, легкими нефтяными и т. п. погонями—или примешивают к светильному газу. Горячее карбюрирование распространено в С. Ш. А., где карбюрированный В. г. составляет ок. 75% всего вырабатываемого светильного газа. Примешивание В. г. к каменноугольному светильному газу

Табл. 3.—Состав и свойства водяного газа.

Название газа	Средний состав в объемных %						Уд. вес (удельн. вес воздуха = 1)	Нижшая теплотворн. способность $1 м^3$ в Cal	Выход газа в $м^3$	
	CO ₂	CO	CH ₄	C ₂ H ₆	H ₂	N ₂			из 1 000 кг угля	из 700 кг кокса
Водяной . . .	5	42	0,5	—	49	3	0,52	2 600	—	1 400
Двойной . . .	7	28	8,0	0,6	45	11	0,56	2 800	1 500	—
Тройной . . .	13	24	5,5	0,3	51,5	5,7	0,55	2 575	1 800	—

пахнущих веществ (меркаптаны, карбилами). В последнее время, в связи с применением В. г. для каталитич. целей (см. Метилловый спирт, Синтол, Жидкий уголь), потребовалась тщательная очистка его от присутствующих в нем ядовитых примесей,

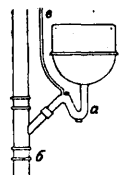
распространено в З. Европе, где почти каждый газовый 3-д имеет установку для В. г. Здесь В. г. составляет от 5 до 8% всего вырабатываемого количества светильн. газа. В. г. широко распространен в металлургическ. и стекло-фарфоровой промышленности в виду

высокой t° его пламени и возможности предварительного подогрева. В. г. применяется для получения водорода и, вместо водорода, в ряде восстановительных процессов: для свинцевания жести (по Мелей и Шанкенбергу), для получения NO (по Гейсеру), для получения S из SO_2 (по Тельду, Зульману и Пикару). В последнее время В. г. стал применяться для изготовления искусственного жидкого топлива и синтетического метилового спирта. В связи с этим возводятся мощные генераторы (Винклер) для газирования до 1 000 т кокса и полукокса в сутки, при чем здесь применяют способ ускорения реакции при пульсации порошкообразного топлива под действием дутья воздуха и пара.

В 80-х гг. прошлого столетия В. г. называли «топливом будущего», но затем интерес к нему ослабел вследствие ряда непреодолимых затруднений. В последние годы, благодаря возможности при производстве В. г. целесообразного использования самого низкосортного (порошкообразного, высокосольного) сырья как в качестве топлива, так и для химических реакций, к В. г. вновь пробудился интерес.

Лит.: Strache H., Das Wassergas, Wien, 1896; Jüptner H., Beitrag zur Theorie des Generator- u. Wassergases, Stuttgart, 1904; Odell W., Water Gas Tar Emulsions, Wash., 1921; Bacon R. and Hamor W., American Fuels, N. Y., 1922; De Grahl G., Wirtschaftliche Verwertung d. Brennstoffe, München, 1923; Haslam R. and Russel R., Fuels and their Combustion, New York, 1926; de Grahl G., Verwertung v. Abfall- und Überschussenergie, Berlin, 1927; Bone W. a. Townsend D., Flame a. Combustion in Gases, L., 1927; Taschenbuch f. Gasanstalten, Kokereien, Schwelereien u. Teerdestillationen, Halle, ab 1926; Kalender f. d. Gas- und Wasserfach, München, ab 1878; «The Gas World Year Book», L., ab 1891; «Das Gas- u. Wasserfach», München, ab 1858; «Wasser und Gas», Berlin, ab 1910; «The Gas World», L., ab 1884. Б. Тычинин.

ВОДЯНОЙ ЗАТВОР, сифон, изогнутая часть трубы, наполненная водой, к-рая препятствует проникновению газов из одной среды в другую, соседнюю; в частности в канализации, где В. з. наиболее применим и необходим: он делает невозможным проникновение сероводородных и аммиачных газов из канализационной сети через приемники (приборы) в помещении. В. з. располагаются непосредственно за всеми санитарными приборами, как то: унитазами, писсуарами, раковинами, талы и т. п. Форма их напоминает буквы U или S. Иногда В. з. снабжают вентиляционной трубкой, цель которой—препятствовать высасыванию воды из В. з. в случае уменьшения давления в канализационной сети или при смывке воды из В. з. водяным толчком. Вентиляционная трубка присоединяется к верхнему колену В. з. и сообщается другим концом с атмосферой. На фиг. показан способ присоединения В. з. к прибору:



а—В. з., б—канализационная труба и в—вентиляционная труба. В. з. изготавливают обычно чугунные, диам. их д. б. не более диаметра сточных труб. Высота жидкости в В. з. должна быть не менее 50 и не более 100 мм. В. з. бывают вертикальные, косые и горизонтальные, в зависимости от угла, составляемого нижним коленом с вертикалью. Так как внизу В. з. скопляются осадки, то для прочист-

ки их делают отверстие, снабженное пробкой; кроме того, обычно устраивают отверстие с пробкой и на верхнем колене для удобства прочистки отходящей трубы. Кроме В. з. в виде сифона, употребляются т. н. воронкообразные В. з., в к-рых вода разделяет два смежных отделения.

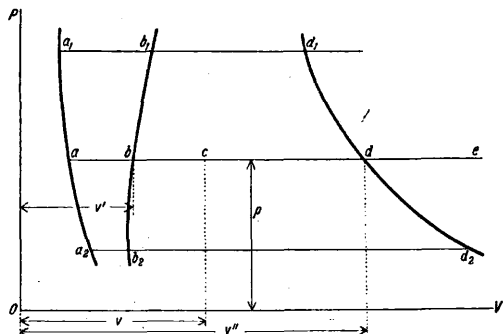
В. з. употребляются также и при системах парового (центрального) отопления, где они играют роль предохранителей, препятствующих при нормальной работе прохождению пара из котла помимо рабочих трубопроводов и пропускающих пар наружу (в раковину) с выбрасыванием воды из водяного затвора в случае повышения давления в котле сверх нормального.

ВОДЯНОЙ КАЛАНДР, машина, служащая для окончательной промывки тканей врасправку и отжима их. По устройству подобен каландру (см. Аппретура текстильных изделий), отличаясь от него лишь наличием уголка с валиком для пропуска ткани через воду и перфорированной трубой для промывки ткани прыском. После отжима на водяном каландре можно довести содержание влаги в ткани до 40%.

ВОДЯНОЙ ПАР. Паром называется газообразное тело, получающееся из жидкости при соответствующих t° и давлении. Все газы м. б. обращены в жидкое состояние, и поэтому трудно провести границу между газами и парами. В технике паром считают газообразное тело, состояние которого недалеко от обращения в жидкость. Т. к. в свойствах газов и паров имеются значительные различия, то это различие терминов вполне целесообразно. Водяные пары являются важнейшими из паров, применяемых в технике. Они употребляются, как рабочее тело, в паровых двигателях (паровых машинах и паровых турбинах) и для целей нагревания и отопления. Свойства пара чрезвычайно различны, смотря по тому, находится ли пар в смеси с той жидкостью, из которой получается, или он отделен от нее. В первом случае пар называется насыщенным, во втором случае—перегретым. В технике первоначально применялся почти исключительно насыщенный пар, в настоящее время в паровых двигателях находит самое широкое применение перегретый пар, свойства которого поэтому тщательно изучаются [1].

1. Насыщенный пар. Процесс испарения лучше уясняется график. изображением, напр. диаграммой в координатах p, v (удельное давление в $кг/см^2$ и удельный объем в $м^3/кг$). На фиг. 1 изображен схематически процесс испарения для 1 кг воды. Точка a_2 изображает состояние 1 кг воды при 0° и давлении p_2 , при чем абсцисса этой точки изображает объем этого количества, ордината—давление, под которым находится вода. Кривая a_2a_1 показывает изменение объема 1 кг воды при повышении давления. Давления в точках a_2, a, a_1 соответственно равны p_2, p, p_1 $кг/см^2$. Фактически это изменение чрезвычайно мало, и в технич. вопросах можно считать удельный объем воды не зависящим от давления (т. е. линию a_2a_1 можно принимать за прямую, параллельную оси ординат). Если нагре-

вать взятое количество воды, сохраняя давление постоянным, то t° воды повышается, и при нек-рой величине ее начинается испарение воды. При нагревании воды уд. объем ее, теоретически говоря, несколько увеличивается (по крайней мере, начиная с 4° ,



Фиг. 1.

т. е. от t° наибольшей плотности воды). Поэтому точки начала испарения при разных давлениях (p_2, p, p_1) будут лежать на некоторой другой кривой b_2bb_1 . Фактически это увеличение объема воды при повышении t° незначительно, и потому при невысоких давлениях и t° можно принимать уд. объем воды за постоянную величину. Уд. объемы воды в точках b_2, b, b_1 обозначаются соответственно через v_2, v, v_1 ; кривая b_2bb_1 называется нижней предельной кривой. Температура, при которой начинается испарение, определяется тем давлением, под к-рым находится нагреваемая вода. За все время испарения эта t° не изменяется, если давление остается постоянным. Отсюда следует, что t° насыщенного пара есть функция только давления p . Рассматривая какую-либо линию, изображающую процесс испарения, например bcd , видим, что объем смеси пара и жидкости в процессе испарения возрастает по мере увеличения количества испарившейся воды. В нек-рой точке d вся вода исчезает, и получается чистый пар; точки d для разных давлений образуют некоторую кривую d_1dd_2 , которая называется верхней предельной кривой, или кривой сухого насыщенного пара; пар в этом состоянии (когда только что закончилось испарение воды) называется сухим насыщенным паром. Если продолжать нагревание после точки d (по направлению к нек-рой точке e), оставляя давление постоянным, то t° пара начинает повышаться. В этом состоянии пар называется перегретым. Таким образом получают три области: правее линии d_1dd_2 —область перегретого пара, между линиями b_1bb_2 и d_1dd_2 —область насыщенного пара и левее линии b_1bb_2 —область воды в жидком состоянии. В какой-либо промежуточной точке c имеется смесь пара и воды. Для характеристики состояния этой смеси служит количество x содержащегося в ней пара; при весе смеси в 1 кг (равном весу взятой воды) эта величина x называется пропорцией пара в смеси, или паросодержанием смеси; количество воды в смеси будет равно $(1-x)$ кг.

Если v'' м³/кг—уд. объем сухого насыщенного пара при темп-ре t и давлении p кг/см², а объем воды при тех же условиях v' , то объем смеси v найдется по формуле:

$$v = xv'' + (1-x)v',$$

или

$$v = x(v'' - v') + v'.$$

Объемы v'' и v' , а следовательно, и их разность $v'' - v'$ суть функции давления p (или температуры t).

Вид функции, определяющей зависимость p от t для водяного пара, очень сложен; существует много эмпирич. выражений для этой зависимости, которые все, однако, годятся лишь для нек-рых ограниченных интервалов независимой переменной t . Реньо для t° от 20 до 230° дает ф-лу:

$$\lg p = a - b\alpha^t + 20 - c\beta^t + 20,$$

$$\text{где } a = 6,2640348, \lg \alpha = 0,998343862 - 1,$$

$$\lg \beta = 0,994049292 - 1, \lg b = 0,6924351,$$

$$\lg c = 0,1397743.$$

В настоящее время часто пользуются формулой Дюпре-Герца (Dupré-Hertz) [2]:

$$\lg p = k - m \lg T - \frac{n}{T},$$

где k, m и n —постоянные.

Шюле [3] дает эту ф-лу в след. виде:

$$\lg p_s = A - \frac{B}{T_s},$$

при чем для t° :

а) между 20 и 100°

$$\lg p = 5,9778 - \frac{2224,4}{T}$$

(p —в кг/см², T —абсолютная темп-ра пара);

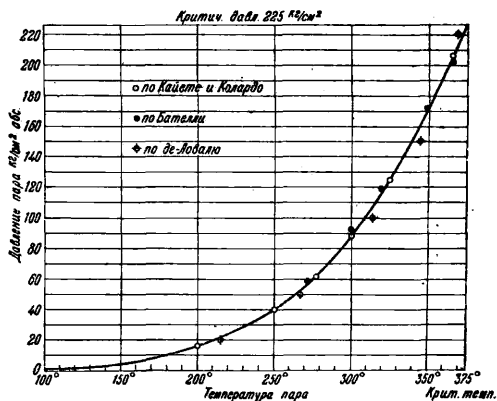
б) между 100 и 200°

$$\lg p = 5,6485 - \frac{2101,1}{T};$$

в) между 200 и 350°

$$\lg p = 5,45142 - \frac{2010,8}{T}.$$

Характер кривой давления p пара как функции температуры виден на фиг. 2.



Фиг. 2.

В практике пользуются непосредственно таблицами, дающими связь между p и t . Таблицы эти составляются на основании точных опытов [4, 5, 6]. Для нахождения удельных объемов сухого насыщенного пара имеется теоретически выводимая ф-ла Клапейрон-Клаузиуса. Можно пользоваться также эмпирической формулой Молье [7]:

$$v'' p^{\frac{16}{18}} = 1,7325.$$

Количество тепла q , необходимое для нагревания 1 кг воды от 0 до t° (начала испарения), выражается так:

$$q = \int_0^t c dt,$$

где c — теплоемкость воды, в широких пределах мало отличающаяся от единицы; поэтому пользуются приближенной формулой:

$$q \cong t.$$

Однако уже Реньо убедился в заметном возрастании c при высоких темп-рах и дал для q выражение:

$$q = t + 0,00002t^2 + 0,0000003t^3.$$

В новейшее время для c даются такие данные (Ф-ла Дитеричи):

$$c = 0,9983 - 0,0001037t + 0,000002073t^2.$$

Для средней теплоемкости c_m в интервале от 0 до t° дано выражение:

$$c_m = 0,9983 - 0,00005184t + 0,0000006912t^2.$$

Несколько отклоняются от этой ф-лы данные опытов германского физико-технич. института [8], наблюдения которого дают следующие значения c :

t°	0°	5°	10°	15°	20°
c	1,0050	1,0030	1,0013	1,0000	0,9990
t°	25°	30°	35°	40°	50°
c	0,9983	0,9979	0,9979	0,9981	0,9996

Для обращения в пар воды, нагретой до темп-ры t , нужно еще затратить некоторое количество тепла r , к-рое называется скрытой теплотой испарения. В настоящее время эту затрату теплоты разделяют на 2 части: 1) теплоту ψ , идущую на внешнюю работу увеличения объема при переходе воды в пар (внешнюю скрытую теплоту испарения), и 2) теплоту φ , идущую на внутреннюю работу разъединения молекул, происходящую при испарении воды (внутреннюю скрытую теплоту испарения). Внешняя скрытая теплота испарения

$$\psi = Ap(v'' - v'),$$

где $A = \frac{1}{427}$ — тепловой эквивалент механической работы.

Таким образом

$$r = \varphi + Ap(v'' - v').$$

Для r дается следующая ф-ла (основанная на опытах германского физико-технического института):

$$r = 610,3 - 0,712t.$$

Полная теплота испарения λ , т. е. количество тепла, необходимое для обращения воды, взятой при 0° , в пар при темп-ре t , равна, очевидно, $q+r$. Реньо дал для λ следующую формулу:

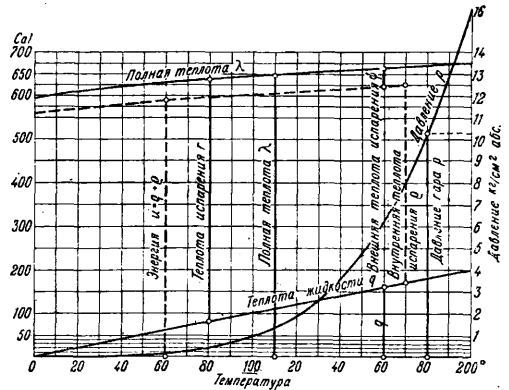
$$\lambda = 606,5 + 0,305t;$$

эта формула дает результаты, близкие к новейшим опытным данным. Шюле [8] дает:

$$\lambda = 608 + 0,311t.$$

Внутренняя энергия u воды при 0° принимается равной нулю. Для нахождения приращения ее при нагревании воды нужно выяснять характер изменения удельного объема воды при изменении давления и t° , т. е. вид кривых a_2aa_1 и b_2bb_1 (фиг. 1). Про-

стейшим предположением будет принятие этих линий за прямые, и притом совпадающие друг с другом, т. е. принятие уд. объема воды v' за постоянную величину, не зависящую ни от давления, ни от t° ($v' = 0,001 \text{ м}^3/\text{кг}$). При этом предположении вся теплота, идущая на нагревание жидкости, т. е. q , идет на повышение внутренней энергии (так как внешней работы при этом нагревании не совершается). Это предположение годится, однако, только для сравнительно невысоких давлений (таблицы Цейнера даны до давлений в 20 кг/см²). Современные таблицы (Молье и др.), доходящие до критическ. давления (225 кг/см²) и t° (374°) не могут, конечно, игнорировать изменения объема воды (уд. объем воды при критическ. давлении и критическ. темп-ре равен $0,0031 \text{ м}^3/\text{кг}$, т. е. в три с лишним раза больше, чем при 0°). Но Стодола [8] и Кноблаух показали, что приведенная у нас выше ф-ла Дитеричи для величины q дает именно величины изменения внутренней энергии (а не величины q);



Фиг. 3.

впрочем, разница между этими величинами до давления в 80 кг/см² незначительна. Поэтому полагаем для воды внутреннюю энергию равной теплоте жидкости: $u' = q$. За период испарения внутренняя энергия повышается на величину внутренней скрытой теплоты испарения φ , т. е. энергия сухого насыщенного пара будет: $u'' = q + \varphi$ (фиг. 3). Для смеси с пропорцией пара x получим следующее выражение:

$$u = q(1 - x) + (q + \varphi)x = q + x\varphi.$$

Зависимость теплоты испарения и давления от t° графически дана на фиг. 3.

Молье ввел в технич. термодинамику термодинамич. функцию i , определяемую уравнением $i = u + APv$ и называемую т е п л о с о д е р ж а н и е м. Для смеси с пропорцией пара x это даст:

$$i = q + x\varphi + AP[x(v'' - v') + v'],$$

или, после приведения:

$$i = q + xr + APv';$$

для воды ($x=0$) получается:

$$i' = q + APv';$$

для сухого насыщенного пара:

$$i'' = q + r + APv'.$$

Величина произведения APv' очень мала по сравнению даже с величиной q (и тем

более по сравнению с величиною $q+r$); поэтому можно принять

$$i' \cong q; i'' \cong q+r.$$

В таблицах Молье даются поэтому не величины q и λ , а величины i' и i'' в функции p или t° . Энтродпия насыщенного пара находится по своему дифференциалу $ds = \frac{dQ}{T}$; выражение dQ для всех тел имеет вид:

$$dQ = du + AP dv.$$

Для насыщенного водяного пара

$$ds = \frac{dq + APdv'}{T} + d\left(\frac{xr}{T}\right).$$

Первый член представляет собою приращение энтропии воды при ее нагревании, второй член—приращение энтропии смеси во время испарения. Полагая

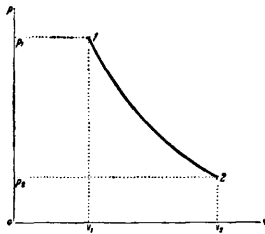
$$s' = \int_0^t \frac{dq + APdv'}{T},$$

получим $ds = ds' + d\left(\frac{xr}{T}\right)$, или, интегрируя:

$$s = s' + \frac{xr}{T}.$$

Заметим, что при вычислении s' изменением уд. объема v' обыкновенно тоже пренебрегают и полагают $s' = \int \frac{dq}{T}$. Для решения всех

вопросов, касающихся насыщенных паров, пользуются таблицами. В прежние времена в технике находили применение таблицы Цейнера, в настоящее время они являются устарелыми; можно пользоваться таблицами Шюле, Кноблауха [5] или Молье [1,9]. Во всех этих таблицах давления и t° доведены до критич. состояния. В таблицы включены следующие данные: t° и давление насыщенного пара, уд. объем воды и пара и уд. вес пара, энтропия жидкости и пара, теплосодержание воды и пара, полная скрытая теплота испарения, внутренняя энергия, внутренняя и внешняя скрытая теплота. Для некоторых



Фиг. 4.

касающихся, наприм., конденсаторов) составляются специальные таблицы с малыми интервалами давлений или температуры [10].

Из всех изменений пара особенный интерес представляет адиабатическое изменение; оно м. б. изучено по точкам. Пусть дана (фиг. 4) начальная точка 1 адиабаты, определяемая давлением p_1 и пропорцией пара x_1 ; требуется определить состояние пара в точке 2, лежащей на адиабате, проходящей через точку 1 и определяемой давлением p_2 . Для нахождения x_2 выражают условие равенства энтропий в точках 1 и 2:

$$s'_1 + x_1 \frac{r_1}{T_1} = s'_2 + x_2 \frac{r_2}{T_2}.$$

В этом ур-ии величины s'_1 , $\frac{r_1}{T_1}$, s'_2 и $\frac{r_2}{T_2}$ находятся по данным давлениям p_1 и p_2 , пропорция пара x_1 задана, и неизвестен толь-

ко x_2 . Удельный объем v_2 в точке 2 определяется по формуле:

$$v_2 = x_2(v_2'' - v_2') + v_2'.$$

Величины v_2'' и v_2' находятся из таблиц. Внешняя работа рассматриваемого адиабатич. изменения находится по разности внутренних энергий в начале и конце изменения:

$$AL = u_1 - u_2 = q_1 + x_1 e_1 - q_2 - x_2 e_2.$$

Для упрощения вычислений часто пользуются при изучении адиабатического изменения эмпирич. ур-ем Цейнера, который выражает адиабату как политропу:

$$pv^\mu = p_0 v_0^\mu.$$

Показатель степени μ выражается через начальную пропорцию пара x_1 так:

$$\mu = 1,035 + 0,1x_1.$$

Ф-ла эта применима в пределах от $x_1=0,7$ до $x_1=1$. Адиабатич. расширение при начальной высокой пропорции пара, выше 0,5, сопровождается обращением части пара в воду (уменьшением x); при начальных пропорциях пара, меньших 0,5, адиабатич. расширение сопровождается, наоборот, испарением части воды. Формулы для остальных случаев изменения насыщенного пара находятся во всех учебниках технической термодинамики [11].

II. Перегретый пар. Внимание к перегретому пару привлечено было еще в 60-х годах прошлого столетия в результате опытов Гирна [12], показавших значительную выгоду при применении перегретого пара в паровых машинах. Но особенного распространения перегретый пар достиг после создания В. Шмитом особых конструкций перегревателей специально для получения пара высокого перегрева (300—350°). Эти перегреватели нашли широкое приложение сначала (1894—95 гг.) в стационарных паровых машинах, затем в паровозных машинах и в 20 веке—в паровых турбинах. В настоящее время почти ни одна установка не обходится без применения перегретого пара, при чем перегрев доводится до 400—420°. Для возможности рационального применения столь высокого перегрева самые свойства перегретого пара были тщательно изучены. Первоначальная теория перегретого пара дана была Цейнером; она опиралась на немногочисленные опыты Реньо. Ее основные положения: 1) особый вид ур-ия состояния, отличающегося от уравнения для идеальных газов добавочным членом, к-рый является функцией только давления; 2) принятие для теплоемкости c_p при постоянном давлении постоянного значения: $c_p = 0,48$. Оба эти предположения не подтвердились в опытах над свойствами перегретого пара, произведенных в более широких пределах. Особое значение получили обширные опыты Мюнхенской лаборатории технич. физики, начатые около 1900 г. и продолжающиеся и в настоящее время [13]. Новая теория перегретого пара была дана в 1900—1903 гг. Каллендером в Англии и Молье в Германии [1], но и она не явилась окончательной, так как выражение для теплоемкости при постоянном давлении, получаемое из этой теории, не вполне согласуется с новейшими опытными данными. Поэтому появился

цельный ряд новых попыток построения ур-ия состояния для перегретого пара, которое бы более согласовалось с результатами опытов. Из этих попыток известность получило ур-ие Эйхельберга [14]. Окончательное завершение эти попытки нашли в новой теории Молье (1925—1927 гг.), поведшей к составлению его последних таблиц [8]. Молье принимает очень выдержанную систему обозначений, к-рой мы отчасти пользовались выше. Обозначения Молье: P —давление в кг/м^2 абс., p —давление в кг/см^2 абс., v —удельн. объем в $\text{м}^3/\text{кг}$, $\gamma = \frac{1}{v}$ уд. в. в кг/м^3 , t —температура от 0° , $T = t^\circ + 273^\circ$ —абсолютная температура, $A = \frac{1}{427}$ —тепловой эквивалент механической работы, $R = 47,1$ —газовая постоянная (для паров воды), s —энтропия, i —теплосодержание в Cal/кг , $u = i - APv$ —внутренняя энергия в Cal/кг , $\varphi = s - \frac{i}{T}$, c_p —теплоемкость при постоянном давлении, $c_p^{ii} = 0,47$ —предельная величина c_p при $p=0$. Значки ' и '' относятся соответственно к воде и к сухому насыщенному пару. Из ур-ия Молье

$$\frac{Pv}{T} = 47,1 - 0,02 \cdot \frac{P}{\left(\frac{T}{100}\right)^{12}} - \frac{1,9}{10^4} \cdot \frac{P^2}{\left(\frac{T}{100}\right)^{15}}$$

при помощи ф-л, вытекающих из I и II закона термодинамики, получают все важнейшие величины, характеризующие перегретый пар, т. е. s , i , u и c_p . Молье вводит следующие вспомогательные функции температуры:

$$\mathfrak{B}_1 = \frac{2}{\left(\frac{T}{100}\right)^2}; \quad \gamma_1 = \frac{1,5613}{\left(\frac{T}{100}\right)^2}; \quad J_1 = \frac{202,96}{\left(\frac{T}{100}\right)^2};$$

$$\mathfrak{B}_2 = \frac{1,9 \cdot 10^8}{\left(\frac{T}{100}\right)^{14}}; \quad \gamma_2 = \frac{2,0765 \cdot 10^{10}}{\left(\frac{T}{100}\right)^{15}}; \quad J_2 = \frac{2,2248 \cdot 10^{12}}{\left(\frac{T}{100}\right)^{14}}.$$

При помощи этих функций получают следующие выражения:

$$v = \frac{47T}{10^4 p} - \mathfrak{B}_1 - \mathfrak{B}_2 \left(\frac{p}{100}\right)^2;$$

$$s = 1,08221g T - 0,25399 \lg (10^4 p) - \gamma_1 p - \gamma_2 \left(\frac{p}{100}\right)^3;$$

$$i = 0,47t - J_1 p - J_2 \left(\frac{p}{100}\right)^3 + 595;$$

$$u = 0,3597t - 0,769 J_1 p - 0,8 J_2 \left(\frac{p}{100}\right)^3 + 564,9;$$

$$c_p = 0,47 + \frac{13}{3} \gamma_1 p + 15 \gamma_2 \left(\frac{p}{100}\right)^3.$$

Ф-лы для нахождения уд. объема и прочих величин для перегретого пара довольно сложны и неудобны для вычислений. Поэтому новейшие таблицы Молье заключают в себе вычисленные значения важнейших величин, характеризующих перегретый пар в функции от давления и t° . К перегретым парам относятся табл. III (дающая величины уд. объемов перегретого пара), IV и V (заключающие в себе величины теплосодержаний и энтропий для перегретого пара). В таблице VI содержатся величины вспомогательных функций, введенных Молье (в зависимости от t°). Наконец, в таблицах VII и VIII даны значения теплоемкостей перегретого пара по мюнхенским опытам (истинной и средней). При помощи таблиц Молье до-

вольно просто и с достаточной точностью решаются все задачи, касающиеся перегретого пара. Надо еще заметить, что для адиабатич. изменения перегретого пара в известных пределах (до $20-25 \text{ кг/см}^2$) сохраняется свое значение ур-ие политропич. вида: $pv^{1,2} = \text{Const}$. Наконец, многие вопросы, касающиеся перегретого пара, м. б. решены при помощи график. приемов, особенно при помощи диаграммы IS Молье. На этой диаграмме помещены кривые постоянных давлений, постоянных t° и постоянных объемов. Т. о. можно прямо из диаграммы получать значения v , s , i в функции давления и t° . Адиабаты изображаются на этой диаграмме прямыми линиями, параллельными оси ординат. Особенно просто находятся разности величин теплосодержания, соответствующие началу и концу адиабатич. расширения; эти разности необходимы для нахождения скоростей истечения пара.

Лит.: 1) Радциг А. А., Таблицы и диаграммы для водяного пара, 2 изд., М.—Л., 1928; 2) Хвольсон О. Д., Курс физики, 5 изд., т. 3, Берлин, 1923; 3) Schüle W., Technische Thermodynamik, 4 Aufl., B. 1, p. 204—205, B., 1923; 4) Zeuner G., Technische Thermodynamik, 3 Aufl., B. 2, Lpz., 1906; 5) Holborn L., Scheel K. u. Henning F., Wärmetabellen, Braunschweig, 1919; 6) Knoblauch O., Raisch E. und Hausen H., Tabellen und Diagramme für Wasserdampf, München, 1923; 7) Mollier R., Neue Tabellen u. Diagramme für Wasserdampf, p. 10, B., 1906; 8) Stodola A., Dampf-u. Gasturbinen, 5 Aufl., p. 1105, B., 1922; 9) Mollier R., Neue Tabellen und Diagramme für Wasserdampf, 3. 4 Aufl., B., 1925—27; 10) Hoefler K., Die Kondensation bei Dampfkräftmaschinen, Berlin, 1925; 11) Сущков В. В., Технич. термодинамика, М., 1926; 12) Hirn G. A., Mémoire sur la théorie de la surchauffe dans les machines à vapeur, «Bull. de la Soc. Industrielle de Mulhouse», Mulhouse, 1857; 13) «Mittellungen über Forschungsarbeiten usw.», B., 1905—1917, H. 21, 35, 36, 108, 109, 195; «Z. d. VDI», B., 1922, p. 418; ibid., 1927, 14; 14) «Forschungsarbeiten usw.», B., 1920, H. 220.

А. Радциг.
ВОДЯНЫЕ ДВИГАТЕЛИ, см. Гидравлические двигатели.

ВОДЯНЫЕ ЗНАКИ, монограммы, надписи или рисунки, видимые на бумаге при рассматривании ее в проходящем свете. Различают водяные знаки настоящие, или естественные, и искусственные. Первые получают на бумаге при ее выделке, вторые наносятся на бумагу по ее изготовлению. Почти все бумаги ручной вычерпки имеют настоящие водяные знаки, при чем они бывают простые или светотеневые. Простой В. з. получается на бумаге при помощи проволоки различной толщины или тонких пластинок, укрепленных в виде требуемого знака на сетке черпальной формы (см. Ручная вычерпка). При вычерпке верхняя поверхность бумажной массы на сетке получается совершенно ровной, тогда как нижняя является углубленной в месте соприкосновения с проволокой, образующей В. з. Получаемая этим путем разница в толщине бумаги, т. е. в количестве находящихся в данном месте волокон, и делает видимым В. з.

Более сложный светотеневой В. з., с постепенным переходом от одной степени прозрачности к другой, получается при вычерпке на рельефной сетке. Для получения такой сетки требуемый В. з. вырезывают на слое воска и по этой форме изготовляют два штампа, между которыми пресуется сетка. Отлитая на этой сетке бумага будет иметь различную толщину, в зависи-

мости от углубления в сетке. Этим способом удается получать чрезвычайно сложные и высокохудожественные В. з. в виде портретов и картин.

Бумаги машинной выработки получают В. з. при прохождении вложенного листа бумаги на сетке бумажной машины (см. *Бумагоделательные машины*), помощью эгутера. Для этого на эгутер укрепляют проволочки в форме требуемого В. з.; при соприкосновении с влажным листом бумаги эти проволочки раздвигают волокна бумажной массы и делают бумагу в этом месте тоньше и, следовательно, более прозрачной. Этим путем вырабатываются бумаги «верже», имеющие водяной знак в виде параллельных полосок, а также большинство почтовых бумаг с знаком фабрики, изготовлявшей эту бумагу.

Для получения искусственного В. з. готовый лист бумаги накладывают на металлическую доску с выгравированным на ней выпуклым рисунком или на листы картона с укрепленными на нем ниточками в виде В. з. Несколько листов бумаги с такими прокладками (все вместе называется кладкой) помещают между двумя толстыми металлическими листами и пропускают несколько раз под сильным давлением между чугунными валами. В месте выпуклостей прокладок бумага спрессовывается и становится более прозрачной. Такой искусственный В. з. легко отличить от настоящего. Для этого полосу испытуемой бумаги погружают в крепкий раствор едкого натра: волокна бумаги быстро разбухают, и искусственный В. з. исчезает, тогда как настоящий В. з. остается хорошо видимым.

Почти все старые документные и писчие бумаги имеют водяной знак. По ним легко удается определить место и время выработки бумаги и часто даже дату написания документа. В настоящее время В. з. делают на хороших писчих, почтовых, документных и др. бумагах высших сортов. Светотеневые знаки делают преимущественно на бумаге, предназначенной для денежных знаков, банковских билетов и других ценных бумаг.

Лит.: см. *Бумажное производство*. В. Малютин.

ВОЕННО-ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ ПЛАНЫ И КАРТЫ, отличаются от обычных планов и карт тем, что наряду с рельефом местности на них наносятся сведения для чисто военных целей: проходимость лесов, броды и пр.

ВОЕННО-ХИМИЧЕСКОЕ ДЕЛО, область военной деятельности, обнимающая вопросы: 1) применения на войне боевых химических веществ, 2) защиты от них, осуществляемой как в индивидуальном, так и в коллективном порядке, и 3) подготовки к химической борьбе.

1. Применение боевых химических веществ. Для боевых целей служат отравляющие, дымообразующие и зажигательные вещества; все они действуют непосредственно и являются т. о. основной действующей частью химического оружия.

Из отравляющих веществ (О. В.) важное военное значение имеют хлор (Cl_2), фосген ($\text{CO} \cdot \text{Cl}_2$), дифосген ($\text{Cl} \cdot \text{CO} \cdot \text{O} \cdot \text{C} \cdot \text{Cl}_2$), иприт $[\text{S}(\text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{Cl})_2]$, арсины ($\text{CH}_3 \cdot \text{AsCl}_2$; $\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{AsCl}_2$; $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCl}$; $\text{ClAs}(\text{C}_6\text{H}_4)_2\text{NH}$;

$\text{As}(\text{CH}_2\text{CHCl})\text{Cl}_2$ и другие], хлорацетофенон ($\text{Cl} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CO} \cdot \text{C}_6\text{H}_5$), хлорпикрин ($\text{C} \cdot \text{Cl}_3 \cdot \text{NO}_2$) и некоторые другие. В зависимости от своих физич. и химич. свойств все О. В. обычно делятся на стойкие (долговременного действия) и нестойкие (кратковременного действия). Для целей химич. нападения О. В. могут быть применены следующими способами.

А. Специальные способы применения О. В. 1) Газовые баллоны. Газобаллонные атаки являются первым серьезным способом массового применения О. В. Для создания газовых волн, направляемых по ветру на неприятеля, служит смесь хлора с фосгеном (80% и 20%), выпускаемая из специальных стальных баллонов (см. *Арматура газовая*), где эта смесь находится в сжиженном состоянии под давлением. Боевые нормы применения: 1 000—1 200 кг смеси на 1 км фронта в 1 минуту при силе ветра в 2—3 м/сек. Для вычисления количества боевой смеси, потребной для производства газобаллонной атаки, употребляется формула: $a = b \cdot e \cdot g$, где a — искомое количество нужной боевой смеси, b — боевая норма в кг/км в 1 минуту, e — продолжительность выпуска и g — длина фронта. 2) Ядовитые свечи — металлические цилиндры разных величин (начиная от $\frac{1}{2}$ л), снаряженные смесью горючего с твердыми раздражающими О. В. (по преимуществу арсинами). При горении арсины возгоняются и дают ядовитый дым, трудно задерживаемый противогАЗами. Этот способ еще не применялся в прошлой войне, но в будущей войне с ним, вероятно, придется встретиться. 3) Газометы — стальные трубы весом 80—100 кг каждая, служащие для выбрасывания снарядов весом в 25—30 кг. Эти снаряды (мины) могут наполняться О. В. до 50%. Газометы применяются для создания облака высокой концентрации в целях внезапного нападения. 4) Заражающие приборы — состоят из переносных или перевозимых резервуаров, снаряженных стойкими О. В. (иприт), и употребляются для заражения почвы. В прошлой войне такие приборы не применялись. 5) Огнеметы — резервуары, из к-рых давлением сжатого воздуха выбрасывается горящая струя жидкости; для огнеметов употребляются смеси различных погонов нефти и другие горючие масла; дальность действия огнеметов — 25—50 м и более в зависимости от системы; применяются они главным образом при обороне.

Б. Применение О. В. артиллерией и авиацией. 1) Артиллерийские химические снаряды бывают двух основных типов: а) химические и б) осколочно-химические. Первые снаряжены главным образом О. В., взрывчатыми же веществами — лишь настолько, чтобы раскрыть снаряды. Вторые имеют значительный заряд взрывчатого вещества и обладают осколочным действием. Обычно в таких снарядах заряд взрывчатого вещества составляет 40—60% по весу от заряда О. В. В зависимости от характера О. В., которым снаряжены снаряды, они разделяются на снаряды кратковременного и

долговременного действия. В германской артиллерии были приняты боевые нормы применения артиллерийских химических снарядов, указанные в табл. 1.

Табл. 1. — Нормы для снарядов кратковременного действия.

Калибр и тип орудий	Число выстрелов в 1 м. по 1 га
7,7-см пушка	100
10,5-см гаубица	50
15,5-см »	25

Норма расхода осколочно-химич. снарядов равнялась примерно $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{5}$ количества расходимых обычных хим. снарядов. Для снарядов долговременного действия применялась та же норма, что и для снарядов кратковременного действия; в этом случае время обстрела может быть значительно больше. 2) Авиация в прошлой войне не применяла О. В. В настоящее время во всех армиях ведутся усилен. приготовления к использованию авиации для этих целей. Авиация может действовать при помощи О. В. как на фронте, так и в тылу, против населенных центров. В виду этого в настоящее время выдвинута проблема противохимич. защиты мирного населения. Авиация может применять при своих атаках: а) бомбы разного калибра, снаряженные стойкими и нестойкими О. В.; б) ядовитые жидкости—для непосредственного выливания; одним из О. В., которое по своим физ.-химич. и токсич. свойствам наиболее подходит для широкого применения при аэрохимич. атаках, является *иприт* (см.); в) зажигательные вещества, применяемые в артил. снарядах и бомбах гл. обр. для того, чтобы вызывать пожары; обычно они снаряжены термитом (смесь алюминия и окиси железа); г) дымобразующие вещества, употребляемые для целей ослепления противника и маскировки собственных действий; наиболее употребительными являются фосфор, серный ангидрид, хлорсульфоновая кислота и хлорное олово; этими веществами могут снаряжаться артил. снаряды и бомбы; могут применяться также и специальные дымные приборы и дымные шашки.

II. Защита от О. В. Для этой цели применяются по преимуществу фильтрующие *противогазы* (см.); они обычно состоят из трех частей: 1) лицевой, включающей маску, прикрывающую глаза и дыхательные пути, 2) поглотительной коробки и 3) соединительной трубки. Наиболее ответственной частью противогаза является поглотительная коробка. Ее поглотительная способность основана на действии *активированного угля* (см.), химическ. поглотителя и противодымного фильтра. Активированный уголь представляет собою обычный древесный уголь, получаемый из твердых пород дерева или из фруктовых косточек. Его пористость, а вместе с ней адсорбиционная способность искусственно увеличивается разными способами, из к-рых наиболее употребительным является действие перегретого пара при 800—900°. Активность угля обыч-

но измеряется его способностью поглощать хлор. Средние активированные угли поглощают 40—45% по весу хлора. Но одного только активированного угля недостаточно для полного поглощения всех О. В. в паро- и газообразном состоянии. Для окончательного поглощения О. В. (напр. продуктов их гидролиза в угле) употребляется химич. поглотитель. Он состоит из смеси извести, едкой щелочи, цемента и инфузورной земли (или пемзы) в определенных пропорциях. Вся смесь орошается крепким раствором перманганата калия или натрия. Однако ни последний, ни химич. поглотитель не задерживают в достаточной мере ядовитые дымы. Для защиты от них в поглотительную коробку вводятся противодымные фильтры, состоящие обычно из различных волокнистых веществ (разные сорта целлюлозы, вата, войлок и пр.). В настоящее время во всех армиях усиленно работают над усовершенствованием противогазов, стремясь сделать их наиболее мощными, универсальными, легкими по дыханию, удобоносимыми и приспособленными к каждому роду оружия, дешевыми и легко изготовляющимися. Помимо фильтрующих употребляются, хотя и в гораздо меньшей мере, и *изолирующие* противогазы. Они представляют собою прибор, в к-ром из специального баллончика подается кислород для дыхания. Этот прибор совершенно изолирует человека от окружающего воздуха; т. о. его универсальность в отношении О. В. максимальная. Однако, благодаря своей громоздкости, дороговизне, сложности и непродолжительности действия, он не может еще конкурировать с фильтрующим противогазом; последний остается основным средством защиты от О. В. Для защиты от О. В., действующих на кожу (нарывных), употребляются специальные защитные одежды, изготовляемые из ткани, пропитанной олифой или другими составами. Помимо средств индивидуальной защиты, какими являются фильтрующие противогазы, массовое применение О. В. выдвинуло также необходимость *коллективной* защиты. К средствам защиты этого рода относятся различные противохимически оборудованные помещения, начиная от полевых убежищ и кончая жилыми зданиями. Для этой цели воздух, попадающий в такое помещение (*газубежище*—см.), пропускают предварительный через поглотительный фильтр, имеющий размеры, соответствующие помещению.

III. Подготовка к военно-химич. борьбе охватывает вопросы: 1) производства всех средств, необходимых для ведения химич. борьбы, и снабжения ими войск и гражданского населения, 2) подготовки к химич. борьбе всего личного состава армии и гражданского населения и принятия подготовительных мер по химич. обороне различных пунктов страны и 3) научно-исследовательской работы по изысканию новых или усовершенствованию старых средств и способов химич. борьбы. Возможность ведения химич. борьбы, ее глубина и размах определяются состоянием в данной стране ее химической промышленности. Последняя в настоящее время, как показывает табл. 2,

развивается как раз в направлениях, нужных для широкого производства и применения отравляющих веществ.

ны е, срок службы и постройки к-рых более продолжителен, и раз б о р н ы е, собираемые из заранее изготовленных элементов.

Табл. 2.—Развитие химической промышленности в Германии, Франции, Англии и С. Ш. А. с 1913 по 1925 г. (в т.).

Государства	Азот		Хлор		Сера		Мышьяк		Краски	
	1913 г.	1925 г.	1913 г.	1925 г.	1913 г.	1925 г.	1913 г.	1925 г.	1913 г.	1925 г.
Германия	121 600	525 000 (из них 45 000 синтетич.)	19 911	7 500	—	—	1 892	ок. 3 000	125 000	110 000
Франция	47 400	30 000 (в 1926 г. ок. 90 000)	1 500	20 000	—	—	1 500	4 275	—	15 000
Англия	73 000	165 000 (70 000 синтетич.)	—	ок. 35 000	—	—	1 716	1 631	2 000	24 145
С. Ш. А.	37 000	127 000	—	ок. 150 000	491 000	1 400 000	2 280	11 250	3 300	39 114

Здесь приведены лишь важные для войны отрасли химической промышленности; но так же быстро растут и другие ее отрасли—коксобензолная промышленность, целлюлозная, фармацевтическая, искусственного волокна, продукты сухой перегонки дерева и т. п.

Стремительный, все увеличивающийся рост химич. промышленности несомненно вызовет широкое применение на войне различных химич. веществ, имеющих боевое значение. Широко ведущаяся во всех странах в различных специальных научных институтах научно-исследовательская работа придаст массовому применению боевых химических веществ наиболее рациональные с военной точки зрения формы. В будущей войне В.-х. д. будет занимать одно из важнейших мест.

Лит.: Руководство по химич. службе в РККА, Москва, 1927; Военно-химическое дело. Пособие для начсостава РККА, Москва, 1928; Ф р а й с А. и В е с т К., Химическая война, 2 изд., Москва, 1924; Ф а р р о у Э., Газовая война, Москва, 1925; Ф и ш м а н Я. М., Газовая война, ч. I, Москва, 1924; H a n s l i a n R., Der chemische Krieg, Gasangriff, Gasabwehr und Gaskerzeugung, 2 Aufl., Berlin, 1927; M e u e r J., Der Gaskampf und die chemischen Kampfstoffe, 2 Aufl., Leipzig, 1926; V e d d e r E. B., The Medical Aspects of Chemical Warfare, Baltimore, 1925. Я. Фишман.

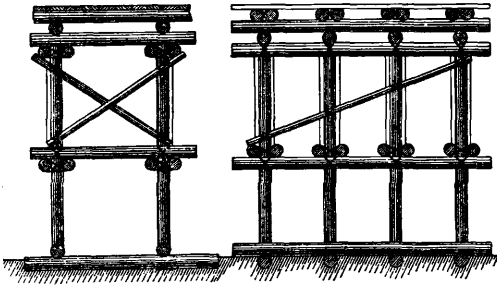
ВОЕННЫЕ МОСТЫ, мосты, строящиеся по оперативным соображениям и под военные нагрузки, при чем технические условия их постройки и экономические соображения уступают место боевым требованиям. В. м. строятся как заблаговременно, т. е. в мирное время, в крепостях и в укрепленных районах, так и в период войны. Первые по конструкции и по материалу не отличаются от гражданских мостов; большей частью строятся металлические и железобетонные, реже деревянные. Их отличие заключается в расчете на военные грузы, приняты мер по их охране и обеспечению от воздушн.-химич. нападения и в устройстве приспособлений для их разрушения или уничтожения. В. м., устраиваемые в период войны, как по своей конструкции, так и по способу работ резко отличаются от обыкновенных мостов, почему очень часто под термином «В. м.» и понимают только эту категорию В. м.

Современные В. м. (как для обыкновенного, так и для жел.-дор. движения), строящиеся в период войны, разделяются на п о л е в ы е, отличающиеся коротким сроком службы и быстротой постройки, в р е м е н -

И. Мосты п о л е в ы е, кроме срока службы и постройки, характеризуются еще следующ. особенностями: рабочей силой являющихся преимущественно войска со своим табельным имуществом; материал—почти исключительно дерево; предпочтение отдается подручному материалу, хотя бы он был и худшего качества; напряжения в материале разрешаются более допускаемых в гражданском мостостроении, а в особо экстренных случаях—даже вызывающие остающиеся деформации. Конструкции полевых мостов обычно не проектируются и не проверяются расчетом, а выбираются строителем моста из числа типовых, с подбором сечений по таблицам наставлений. При выборе конструкции наибольшее значение имеют временные нагрузки от проходящих по мосту войск и воинских грузов. Все полевые мосты разделяются следующим образом. В зависимости от назначения: 1) мосты для обыкновенного движения: а) пешеходные (пехота—змейкой, всадники—с лошадью в поводу), б) под легкие грузы (до 1,5 т на ось), в) под средние грузы (до 3 т на ось), г) под тяжелые грузы (не свыше 5 т на ось), д) под особо тяжелые грузы; 2) мосты для ж.-д. движения: а) для нормальной колеи (при отверстиях моста до 6 м) и б) для полевой колеи с паровой или конной тягой. По характеру опор: 1) мосты на неподвижных (стояннх) опорах—на турах, на клетках из шпал или бревен, на козлах, на стойках (фиг. 1), на сваях; 2) мосты на п л о в у ч и х о п о р а х—на различных плавках, бочках (фиг. 2), бревенчатых плавках, лодках, судах. Полевые мосты для ж.-д. движения устраиваются исключительно на неподвижных опорах (на шпальных клетках, рамах, а при возможности—на сваях). По способу перекрытия пролетов: 1) мосты б а л о ч н ы е и мосты в и с я ч и е—с полотном, подвешенным к продольному канату (фиг. 3) или непосредственно лежащим на канатах или же с применением вант (фиг. 4). Полевые мосты на пловучих

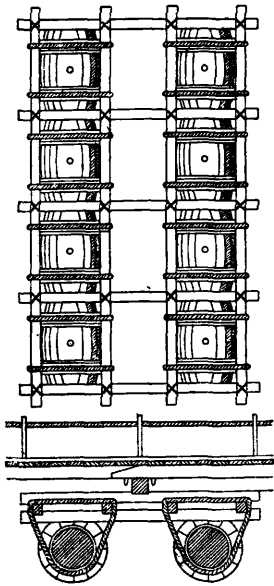
опорах устраиваются исключительно балочной системы. Системы висячие, накатные и стропильные употребляются исключительно в однопролетных полевых мостах и для небольших нагрузок.

Береговыми опорами полевых мостов являются береговые лежни, стулья и, реже,



Фиг. 1.

сваи. Мостовые прогоны делаются из досок, жердей, брусьев и бревен. Прогоны укладываются обычно внахлестку сбоку, так как врубки усложняют работу. В качестве настила употребляются жерди, доски и пластины. Настил (поперечный или косой) укрепляется пажиллинами, без гвоздей. Перила делаются из жердей или брусков, а в наплавных мостах—из каната. Размеры бере-

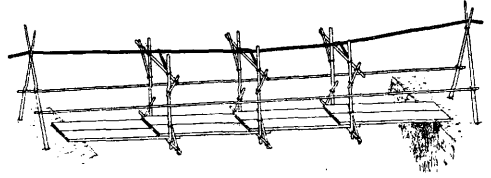


Фиг. 2.

говых лежней, прогонов, настила, а также козловых перекладин и свайных насадок, в зависимости от военного груза даны в наставлениях в виде таблиц. Пловучие опоры удерживаются обыкновенными якорями или приспособлениями, заменяющими их, или же подвешиваются к особому канату, перекинутому с одного берега на другой. Через судоходные реки полевые мосты устраиваются с разводной (выводной) частью. Во время ледохода полевые мосты должны быть сняты. Для обеспечения плавучими предметами полевые наплавные мосты охраняются низовыми и верховыми брандвахтами и ограждаются сетками или бонами.

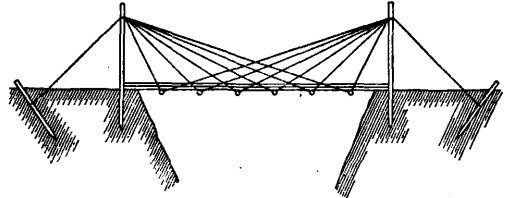
II. Мосты временные, кроме срока службы и постройки, характеризуются еще следующими особенностями: рабочие—не только войска; инструмент—не только табельный; материал—главн. обр. дерево, но с допуском металл. поковок и креплений, отвечающих технич. условиям гражданского мостостроения; напряжения в материале не

д. б. больше допускаемых, и лишь в исключительных случаях разрешаются большие напряжения, не превосходящие, однако,



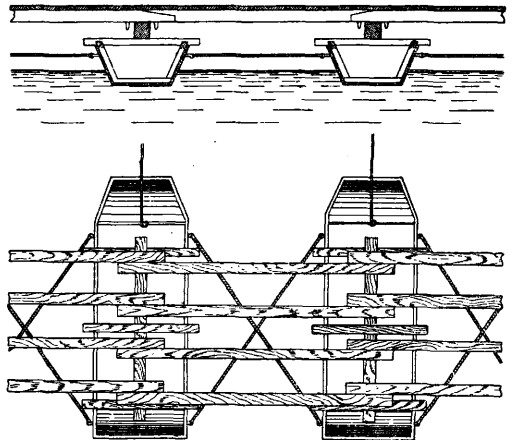
Фиг. 3.

предела упругости; конструкции мостов каждый раз проектируются строителем моста в пределах норм и типов, установленных специальными наставлениями; все элементы моста рассчитываются по соответствующим ф-лам и таблицам. Временные мосты должны служить без ремонта до полугода. Временные мосты разделяются следующим образом. В зависимости от назначения: 1) мосты для обыкновенного движения—а) для всех родов войск и повозок не тяжелее полевой артиллерии и б) для всех родов



Фиг. 4.

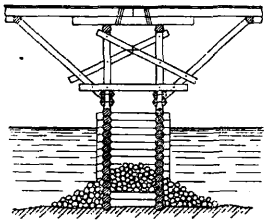
войск и самых тяжелых воинских повозок (броневиков и танков); 2) мосты для ж.-д. движения—а) для нормальной колеи и б) для полевой колеи (паровой и конной тяги). По характеру опор: 1) мосты на неподвижных (постоянных)



Фиг. 5.

опорах—на рамах, на сваях, на ряжах (фиг. 6); 2) мосты на пловучих опорах—на плотках из бревен, на судах (фиг. 5). Временные мосты для ж.-д. движения устраиваются исключительно на постоянных опорах (сваях, рамах и ряжах). Только для полевой ж.-д. конной тяги допускается устройство временных мостов на пловучих опорах

(на судах). Из всех систем временных мостов для обыкновенного движения наиболее употребительны системы балочная и подкосная; реже применяются шпренгельная и стропильная. Для жел.-дорожных мостов допускаются только балочная система, подкосная и решетчатые фермы Гау, Тауна и Лембеке (см. *Деревянные мосты*). Висячая система мостов для обыкновенного движения разрешается



Фиг. 6.

для грузов не тяжелее полевой легкой артиллерии и делается исключительно с полотном, подвешенным к продольным канатам (обычно пеньковым, реже металлическим).

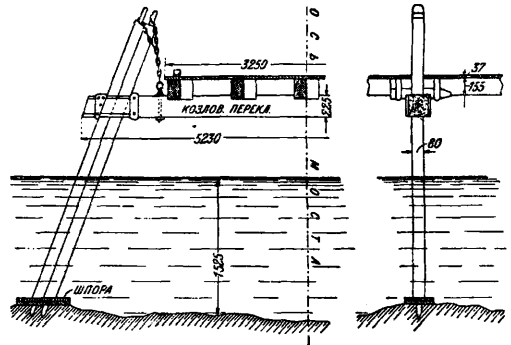
Береговые опоры временных мостов являются береговые лежни, стулья, сваи и ряжи. Прогонь чаще делается из круглых бревен (22—27 см), реже из брусьев. Они бывают обыкновенные, двойные в виде накатов и составные. Врубki в подкосных и решетчатых системах усиливаются поковками в виде скоб, болтов и хомутов из круглого и полосового железа. Настил, чаще из досок, делается поперечный, косой или продольный, как обыкновенный, так и двойной. Обычное укрепление настила—помощью пажиллин (из брусьев). Перила—из жердей или брусьев, на наплавных мостах допускаются и из каната. Пловучие опоры удерживаются верховыми и низовыми якорями. На судоходных реках они должны иметь разводную часть (выводные поромы). Временные мосты на постоянных опорах через водные преграды всегда снабжаются ледорезами. Для обеспечения от удара плавающих тел временные наплавные мосты охраняются низовыми и верховыми брандмахтами и ограждаются сетями, бонами или эстакадами. Все временные мосты обслуживаются специальными командами и мостовыми караулами и защищаются зенитными пулеметами, а особо важные из них—зенитными батареями. Для постройки временного моста балочной системы длиной около 100 м требуется: для мостов на козловых опорах для полевой легкой артиллерии 150 сапер (плотников) и 100 рабочих, продолжительность работ 2—3 дня; для мостов на свайных опорах: для легкой артиллерии—150 сапер и 150 рабочих в течение 4—6 дней; для тяжелой артиллерии—100 сапер, 150 рабочих и 6—8 дней.

III. Мосты разборные. Существующие разборные мосты вызывается потребностью иметь в боевой обстановке мост возможно скорее, и притом не возбуждая внимания противника заготовкой материала и ведением работ. Такие мосты не строятся, а собираются из заранее приготовленных элементов. Все разборные мосты подразделяются на следующие три категории: 1) легкие поплавокковые, 2) военно-понтонные и 3) металлические мосты.

1) Легкие поплавокковые мосты предназначаются для легких нагрузок и притом для переправ через небольшие реки.

Они имеют верхнее строение деревянное, преимущественно в виде готовых звеньев. Пловучими опорами служат надутые воздухом поплавки или небольшие лодки, набитые сеном, соломой или капоком брезентовые мешки, складные стягиваемые брезентовые лодки или поплавки из пробковой коры. Один из типов поплавокков—поплавок Полянского—состоит из внутреннего мешка из двойной ткани с резиновой прокладкой и наружного чехла из брезента, снабженного кольцами и веревками для связывания поплавокков в звенья и для прикрепления к доскам. Поплавки перевозятся в сложенном виде и надутаются воздухом, грудю или ручным насосом, через особый вентиль. Вес сложенного поплавка—2 кг; расчетная подъемная сила надутого поплавка—50 кг; число поплавокков в одной опоре пешеходного мостика—3—4 штуки. Пешеходные мостики удерживаются на реке канатными оттяжками или якорями.

2) Военно-понтонные мосты обслуживаются в некоторых армиях особыми воинскими частями (понтонными батальонами), имеющими обученную наводке команду (понтонеры), а в других—саперами. Имеются также специальные материальные части: а) для устройства мостов через водные преграды, б) для устройства десантных переправ через эти преграды и в) для устройства мостов через небольшие овраги. Опоры понтонных мостов разделяются на неподвижные (козловые) и пловучие. В качестве неподвижных опор служат козлы различных систем, но особенно широкое распространение получил козел Бираго (фиг. 7).



Фиг. 7.

Он состоит из двух ног, продеваемых в гнезда козловой перекаладины. На верхние концы ног надевается цепь, поддерживающая перекаладину, а на нижние концы—особые шпоры, препятствующие ногам углубляться в мягкий грунт. Козловая перекаладина имеет метки для каждой пары двух смежных смычных брусьев, захватывающих ее замками и тем удерживающих козел в вертикальном положении. Для установки на разных глубинах имеются два комплекта козловых ног—длинных и коротких. Пловучая опора, обычно в виде лодки (понтон), бывает или цельная (Франция, Германия, Италия) или составная (Австрия, Польша) из произвольного числа отдельных частей или полупонтонов, носовых и средних.

Понтоны (или лодки) изготавливаются обыкновенно из железа, иногда из алюминия, но бывают также деревянные и брезентовые (надутые воздухом). Металлич. полупонтоны имеют шпангоуты из углового железа, обшитые листовым железом. Вес железного полупонтона 440—460 кг. Число полупонтонов и понтонов в опоре моста зависит от величины нагрузок, для которых наводится мост. Полупонтоны между собой соединяются в понтоны при помощи стяжек и схваток, которые вставляют в соответствующие отверстия и проушины. Верхнее строение понтонного моста—или целиком из дерева или частью из дерева, частью из металла. Оно состоит из смычных брусьев—длинных (6,5 м) и коротких (3,4 м), укладываемых на пролет в числе 4—11 штук в зависимости от рода нагрузок, под которую подводится мост. Допускаются и 3 бруса при переправе пехоты рядами. Замки брусьев захватывают или лежни (береговые и укладываемые по оси или по бортам понтонов) или бортовые обвязки понтонов; на козловых пролетах они захватывают перекладыни. На смычные брусья укладывают настилочные щиты длиной 3,2—3,9 м, состоящие из двух досок, соединенных шпонками. На концах щиты имеют вырезы для пропуска стропов или других скреплений при пажилке щитов. Кроме нормальных щитов имеются еще доски, полудоски и лобовые доски; последние назначаются для прикрытия торцов смычных брусьев на выводных поромах и при вьезде на мост. Пажилы, прикрепляющие щиты, обыкновенно укладываются впереплет. Пловучие опоры удерживаются понтонными якорями (весом 40—50 кг). На больших реках или при устройстве самолета из поромов употребляют тяжелые якоря (весом 80—110 кг).

Понтонные мосты наводятся: по-понтоно (вверх или вниз по течению), вводом понтона с отталкиванием моста, поромами и поворотом целого моста. Чаще применяется первый способ наводки. Скорость наводки понтонных мостов с опорами в виде одиночных понтонов и перекрытием пролетов 5-см брусьями в боевых условиях—1 м в минуту; более тяжелые мосты наводятся со скоростью 1 м в 3—12 минут. Величина понтонных парков, и, следовательно, длина наводимых понтонных мостов, различна в различных армиях, при чем, чем тяжелее конструкция моста, тем меньшей длины м. б. наведен мост из имущества одного парка. Понтоны и связанные из них порома при переправе десанта и наводке мостов переправляются по реке нормально греблей веслами, но во многих армиях имеются навесные (забортные) двигатели мощностью 3—12 HP и более, навешиваемые по желанию на понтоны. В некоторых армиях имеются, кроме того, понтоны с установленными на них двигателями и гребными винтами, и понтоны в этом случае именуется мотопонтонами. Мотопонтонные парки (имеющие специальное верхнее строение) назначаются для переправы более тяжелых грузов на поромах и для наводки тяжелых мостов. Все имущество военно-понтон. парков укладывается на специальные повозки так,

что можно производить наводку моста по мере подхода обоза к берегу, не дожидаясь прибытия всего парка. Мотопонтонные парки перевозятся или по ж. д. или на прицепах тракторной тягой. При производстве десантных переправ через реки пехота переправляется на понтонах (мотопонтонах), для артиллерии же, конницы и обозов д. б. устроены порома. Понтонные порома передвигаются на веслах, при слабом течении, со средней скоростью 60—70 м в минуту.

3) Разборные металлические мосты—см. Железные мосты.

Лит.: Ушаков Н., Мосты и переправы. Воен. мосты, М., 1922; Руководство по специальному образованию инженерных войск РККА. Мосты и переправы, ч. I, Москва, 1927; Временное наставление по понтоному делу РККА. Материальная часть и укладка понтонного обоза, Москва, 1925; Временный устав понтонных частей РККА, ч. II, Москва, 1924; Розе К. А., Форсирование рек по опыту гражданской войны 1918—20 гг., М., 1928; Завацкий С. В., Военные разборные мосты (Конспект курса), Л., 1925; Невский Г. Г., Полевые военно-инж. работы, Справочник, Москва, 1928; «Техника и снабжение Красной армии», М., 1922—25 (с 1926—«Война и техника»).

Л. Новиков.

ВОЕННЫЕ СУДА, корабли, входящие в состав морской, озерной и речной вооруженной силы страны. В. с. разделяются на корабли действующего флота (боевые) и суда вспомогательного назначения; последние по своей конструкции схожи с судами торгового флота, тогда как корабли действующего флота резко от них отличаются. Конструкция боевых кораблей достигает исключительной сложности и многообразия. Они должны служить выгодной самоходной платформой для размещения и эксплуатации всех видов вооружения; дешевизна постройки и эксплуатации для них отходит на второй план. Стремление соорудить корабли, могущие превзойти в боевом столкновении аналогичные военные суда других держав и удержать свое боевое значение возможно долгое время, служит у всех народов и во все времена импульсом к интенсивному проектированию наилучших военных судов; с другой стороны, современное состояние техники и в особенности финансов той или иной страны вносит существенные коррективы в проекты при их осуществлении.

Основные этапы развития В. с. 1) Эпоха гребного флота, особенности которого: дерево как материал для военных судов, весла как движитель, мускульная сила как источник энергии и холодное оружие воинов как вооружение. 2) Эпоха парусного флота; особенности: дерево—материал, паруса—двигатель, ветер—источник энергии, вооружение—гладкоствольная артиллерия. 3) Эпоха парового флота, из которой мы еще не вышли, характеризуется целым рядом усовершенствований, в корне изменивших первоначальные типы В. с.

Главнейшими этапами развития парового военного флота, появившегося лишь спустя несколько десятков лет после первых опытов прокатки листового и сортового железа (1784 год) и движения судов помощью паровой машины (1787 год), являются: применение винтового движителя взамен первоначально применявшихся колес; применение брони, первоначально в виде

толстых железных плит, для защиты военных судов от артиллерийского огня; употребление судостроительной стали взамен железа для постройки корпусов кораблей, что дало возможность облегчить вес корпуса и увеличить размеры корабля; последнее время—применение хромо-никелевой и других видов стали с высоким сопротивлением на разрыв, применение пневматической и гидравлич. клепки, газовой и электр. сварки листов и сильное развитие строительной механики, позволяющее производить точный расчет корпуса корабля, дало возможность еще больше увеличить размеры кораблей и облегчить их вес.

В отношении механизмов развитие военного судостроения характеризуется тем, что паровые машины ординарного расширения низкого давления сменились поршневыми машинами двойного, тройного и четверного расширения с холодильниками; затем стали применять тихоходные турбины (с несколькими стами оборотов) и, наконец, в последнее время—быстроходные (с несколькими тысячами оборотов) паровые турбины с зубчатой и электрической передачей. Однако и на смену турбинам уже разрабатываются и строятся мощные установки с двигателями внутреннего сгорания, в частности—дизелями. Простые цилиндрические огнетрубные котлы сменились специальными системами водотрубных котлов с перегревом пара, позволяющими поднимать пар в 15—20 мин. и обладающими высоким кпд. При употреблении двигателей внутреннего сгорания надобность в котлах отпадает, а вместе с тем выигрываются значительные помещения внутри корабля. Источником энергии парового флота служил уголь, но в настоящее время для В. с. он заменен маутом. С переходом на двигатели внутреннего сгорания, благодаря их экономичности (топлива требуется в 3—4 раза меньше, чем для паровых установок), удается значительно увеличить район плавания.

В части вооружения необходимо отметить: изобретение затворов (заряжание с казенной части), нарезных орудий, бездымного пороха и сильно взрывчатых веществ (тротила, мелинита), введение и усовершенствование электр. приборов управления артиллерийским огнем, а в последнее время—изготовление бомб против подводных лодок. В связи с прогрессом артиллерии усовершенствовались бронирование, которое прошло ряд этапов от простой железной брони до современной стальной термически обработанной; следует, однако, указать, что развитие брони и артиллерии все время носило и носит характер борьбы между ними. Появление во второй половине 19 века самодвижущихся торпед и развитие мин заграждения, а также разного рода вспомогательных видов вооружения, дали совершенно новое оружие флоту.

В настоящее время флот имеет четыре основных вида наступательн. оружия: снаряд, выбрасываемый из пушки (на дистанцию до 30 км); торпеда, выбрасываемая из аппарата (на дистанцию до 15 км); мина заграждения и бомба, сбрасываемые специальными устройствами непосредственно у бор-

та или кормы корабля, и, наконец, разрабатывается новый вид оружия—химическое. Средства обороны состоят из брони, противоминных конструкций корпуса корабля, бонов, тралов, дымовых завес и защитной окраски. Следует отметить сильное развитие приборов кораблевождения и радиосвязи в последние годы. Прогресс военного судостроения можно уяснить из следующих сопоставлений: вес корабля увеличился от десятков до 30—40 тысяч т; мощность механизмов—от нескольких десятков до 100—200 тысяч HP; мощность и действительность артиллерийского огня—от необходимости сильного сближения или абордажа для боя до современных дистанций в 30 км, при весе снаряда в 1 т.

Классификация В. с. Невозможность построить универсальные В. с., объединяющие наилучшие тактические элементы, т. е. вооружение и средства защиты, с наибольшей скоростью хода и позволяющие выполнить определенные стратегич. и тактич. задания применительно к театру военных действий (морскому или речному), вызвала дифференцирование В. с. на классы с целью достижения максимальной эффективности судов каждого класса. Основанием для разделения В. с. на классы служат: основные военные задачи, возлагаемые на суда, определяющие обстановку, в которой судно будет действовать, и род оружия, которому для данного судна отдается преимущество. В зависимости от особенностей театра военных действий, времени проектирования и уровня техники корабли одного и того же класса могут различаться по типу, т. е. по способу практического воплощения заданий.

В настоящее время морским В. с. разных классов ставят следующие задачи: а) ведение боя с главными силами противника—линейные силы; б) ведение вспомогательных боевых операций—легкие силы; в) ведение подводных операций—подводные силы. Эти задачи, выполняемые боевыми кораблями, требуют обслуживания самих кораблей, их опорных пунктов и всего театра военных действий, т. е. организации служб связи, снабжения и ремонта, из чего вытекает необходимость во вспомогательных судах флота. В зависимости от назначения В. с. могут обладать различными тактич. элементами, главнейшими из к-рых являются: 1) вооружение, 2) защита, 3) скорость, 4) район действия (см. табл. 1).

Характеристика основных классов. Линейные силы, как указано, ведут бой с главными силами противника, требуя поэтому максимального развития вооружения, защиты, скорости и радиуса действия. Так как соединение всех этих качеств в максимальной степени невозможно в каждом корабле, то линейные корабли, наносящие лобовой удар, имеют развитые средства вооружения за счет скорости; корабли, охватывающие фланги, ведущие авангардные и арьергардные бои, линейные крейсера, имеют развитую скорость за счет вооружения. Типичными современными представителями этих классов В. с. являются: англ. линейный корабль «Rodney» или линейный крейсер «Hood» (вкл. лист, фиг. 1 и 2).

Табл. 1.—Основные элементы

Государство	Класс, наименование и год вступления в строй	Размеры			
		Тоннаж нормальный полный	Длина наиболь- шая	Ширина наиболь- шая	Осадка наиболь- шая
		т	фт.	фт.	фт.
Англия	Линейный корабль «Rodney», 1927 г.	35 000 40 000	702	106	30
С. Ш. А.	Линейный корабль «Maryland», 1920 г.	32 800 35 590	624	97	30
Япония	Линейный корабль «Nagato», 1920 г.	33 800 —	700	95	30
Англия	Линейный крейсер «Hood», 1920 г.	41 200 45 200	880	105	31,5
Япония	Линейный крейсер «Kongo», 1912 г.	27 500 31 300	704	92	27,5
Англия	Авианосец «Courageous», 1928 г.	18 600 22 700	786	81	26
С. Ш. А.	Авианосец «Saratoga», 1926 г.	33 000	888	106	22
Япония	Авианосец «Akagi», 1925 г.	26 900	763	92	21
Франция	Авианосец «Bearn», 1927 г.	21 800 25 000	576	89	26
Англия	Крейсер «London», 1927 г.	10 000 14 000	630	68	16
Франция	Крейсер «Duquesne», 1927 г.	10 000 —	626	63	20
Италия	Крейсер «Trento», 1927 г.	10 000 —	642	67	19
Япония	Крейсер «Nachi», 1927 г.	10 000 —	630	57	16
С. Ш. А.	Крейсер «Pensacola», строится	10 000 11 568	585	65	19,5
Англия	Легкий крейсер «Delhi», 1919 г.	4 650 5 400	472	46	16
Германия	Легкий крейсер «Königsberg», 1927 г.	6 000	570	50	18
Франция	Легкий крейсер «Duguay-Trouin», 1925 г.	7 880 9 350	604	56	17
Англия	Лидер эскадр. миноносцев «Maskau», 1918 г.	1 800 2 053	332	32	12

типичных боевых кораблей.

Вооружение		Защита		Скорость		Радиус действия		Численность экипажа
Артил. число орудий, калибр в дм., длина в калибрах	Число торпед. аппаратов надводных подводных диам. в дм.	Бронирование: макс. толщина брони	Противо-минная защита	Мощность машин	Скорость хода наибольшая	Запас топлива нормальн. полный	Радиус действия при экономич. ходе (в узлах)	
IX—16"/50 XII—6"/50 X—4,7" авт.	— 2 (21")	16"	Внутри судна	45 000	23	— 4 000	—	1 361
VIII—16"/45 XII—5"/51 VIII—5" авт.	— 2 (21")	18"	Тоже	28 900	21	2 500 4 000	12 000 15 узл.	1 407
VIII—16"/45 XX—5,5"/50 IV—3"/40	4 (21") 4 (21")	14"	Тоже	46 000	23	— 5 000	—	1 336
VIII—15"/42 XII—5,5"/50 IV—4" авт.	4 (21") 2 (21")	12"	Утолщение	144 000	31	1 200 4 000	6 000 15 узл.	1 477
VIII—14"/45 XVI—6"/50 IV—3"/40 авт.	— 8 (21")	10"	Внутри судна	64 000	27,5	1 200 5 000	10 000 15 узл.	980
XVI—4,7" XVIII—3" авт., 5 самолетов	—	3"	Утолщение	90 000	31	750 3 250	—	—
VIII—8"/55 XII—5"/25 авт., 72 самолета	—	10"	Утолщение	180 000	34,5	—	—	1 213
X—8" IV—4,7" XII—4,7" авт.	—	—	—	131 000	28,5	—	—	—
VIII—6,1" XIV—авт.	4 (21,7") —	3"	—	39 000	21	2 100 —	6 000 10 узл.	875
VIII—8"/50 IV—4" авт.	II×4 (21")	4"	Обычн.	80 000	31,5	3 400 —	—	670
VIII—8" VIII—2,9" авт.	II×3 (21,7")	—	Тоже	130 000	34	1 800	5 000 15 узл.	605
VIII—8"/50 XVI—4"/47 авт.	8 (21")	3"	Тоже	150 000	36	3 000	—	—
X—8"/50 IV—4,7" авт.	XII (21") —	4"	Тоже	—	33	—	14 000 14 узл.	692
X—8" IV—5" авт.	5 (21")	3"	Тоже	—	33	—	13 000 15 узл.	—
VI—6"/50 III—4" авт.	IV×3 (21")	3"	Тоже	40 000	29	300 1 050	—	425
IX—6"/50 IV—3,4" авт.	IV×3 (19,7")	4"	Тоже	65 000	32	—	5 500 15 узл.	500
VIII—6,1"/55 IV—2,9" авт.	III×4 (21,7")	Нет	Тоже	100 000	34,0	500 1 000	4 500 14,5 узл.	577
V—4,7" I—3" авт.	II×3 (21")	Нет	Тоже	40 000	36	400 500	—	181

Табл. 1.—Основные элементы

Государство	Класс, наименование и год вступления в строй	Размеры			
		Тоннаж нормальный полный	Длина наиболь- шая	Ширина наиболь- шая	Осадка наиболь- шая
		т	фт.	фт.	фт.
Франция	Лидер эскадр. миноносцев «Guépard», 1927 г.	<u>2 690</u> 2 900	434	38	15
Италия	Лидер эскадр. миноносцев «Leone», 1923 г.	<u>2 200</u> —	360	34	11,5
Англия	Эскадр. миноносец «Amazon», 1926 г.	1 330	311	31	9
Франция	Эскадр. миноносец «L'Adroit», 1927 г.	<u>1 495</u> 1 750	367	32	12
Италия	Эскадр. миноносец «Turbine», 1927 г.	<u>1 155</u> 1 350	307	30	11
Япония	Эскадр. миноносец № 19, 1925 г.	<u>1 445</u> —	320	30	10
С. Ш. А.	Эскадр. миноносец «Brooks», 1920 г.	<u>1 215</u> —	310	30	9
Англия	Монитор «Teggor», 1916 г.	<u>8 000</u> —	405	88	11
Польша	Речная канонерская лодка «Wilno», 1925 г.	70	115	20	1,25
СССР	Речная канонерская лодка «Ленин», 1909 г. (по данным Jane).	630	—	—	—
Англия	Минный заградитель «Adventure», 1924 г.	<u>6 740</u> 7 260	520	39	19
С. Ш. А.	Сторожевой корабль «Eagle».	<u>500</u> 615	200	25	8,5
Англия	Тральщик Twin Screw Class, 1918 г.	825	175	34	17
Англия	Торпедный катер «С.М.В.» (55 фт.), 1919 г.	11	60	11	3
С. Ш. А.	Крейс. подв. лодка V-1, 1924 г.	<u>2 161</u> 2 520	341	27	15
Англия	Эскадр. подв. лодка L-50, 1924 г.	<u>960</u> 1 150	235	23	13
Франция	Подводн. заградитель «P. Chailley», 1922 г.	<u>886</u> 1 181	229	26	13

типичных боевых кораблей. (Продолжение.)

Вооружение		Защита		Скорость		Радиус действия		Численность экипажа
Артилл. число орудий, калибр в дм., длина в калибрах	Число торпед, аппаратов надводных подводных диам. в дм.	Бронирование: макс. толщина брони дм.	Противоминная защита	Мощность машин	Скорость хода наибольшая	Запас топлива нормальный	Радиус действия при экономич. ходе (в узлах)	
				HP	узлов	т	миль	
V—5,5" IV—авт.	II×3 (21,7")	Нет	Обычн.	65 000	35,5	<u>600</u>	—	220
VIII—4,7" II—авт.	II×3 (21")	Нет	Тоже	42 000	34	<u>200</u> 400	—	—
IV—4,7"	II×3 (21")	Нет	Тоже	35 000	37	<u>433</u>	—	125
IV—5,1" I—2,9" авт.	II×3 (21,7")	Нет	Тоже	34 000	33	—	—	145
IV—4,7" II—авт.	II×3 (21")	Нет	Тоже	35 000	36	—	—	—
IV—4,7"/50 II—авт.	II×3 (21")	Нет	Тоже	40 000	34	350	<u>4 000</u> 15 узл.	150
IV—4"/50 I—3" авт.	IV×3 (21")	Нет	Тоже	25 000	35	375	—	122
II—45"/42 V—4"/45 II—3" авт.	Нет	13"	Тоже	6 235	13,5	<u>650</u> 750	—	300
I—4,1"	Нет	—	Тоже	70	9	—	—	35
II—4" IV—3" I—2,5"	Нет	—	Тоже	1 000	11	—	—	—
IV—4,7" 1 000 мин	Нет	—	Тоже	40 000	28	1 550	—	—
II—4"/50 I—3" авт. 12 бомб.	Нет	Нет	Нет	2 500	18	150	<u>3 500</u> 10 узл.	61
I—3"	Нет	Нет	Нет	2 500	14	240	—	—
4 пулемета 2 бомбы	2 торпеды	Нет	Обычн.	900	41	500	—	5
I—5"	4 (21")	Нет	Нет	<u>2 250</u> 1 000	<u>21</u> 10	—	<u>12 000</u> 11 узл.	—
II—4"	6 (21")	Нет	Нет	<u>2 400</u> 1 600	<u>17,3</u> 10,5	78	—	36
I—3,9"	4 (18") 64 мины	Нет	Нет	<u>1 800</u> 1 200	<u>14</u> 9	60	<u>2 800</u> 10 узл.	44

В то время как «Rodney» имеет девять орудий 16" калибра, «Hood» имеет всего восемь 15" орудий, но зато скорость хода у «Rodney»—23,5, а у «Hood»—32,9 узлов.

Кроме операций в открытом море, флот ведет бой у своих берегов (флот береговой обороны), на озерах и на реках (речной флот). Для этого существуют: броненосцы береговой обороны—для борьбы с флотом противника; мониторы—для борьбы с береговыми укреплениями; канонерские лодки и пловучие батареи—для борьбы с полевыми войсками. Характерной особенностью этих судов является незначительная осадка, позволяющая подходить близко к берегу,—отсюда меньшие размеры и более слабое вооружение по сравнению с флотом открытого моря. Типич. представителями В. с. береговой обороны является монитор «Terrog» (фиг. 5) с двумя 15" орудиями и речная канонерская лодка «Wilno» (фиг. 8).

Легкие силы флота выполняют самостоятельный ряд вспомогательных операций при линейном флоте или при флоте береговой обороны, озерном, речном, а именно: а) обеспечивают линейные силы службой самолетов—авианосцы; б) ведут дозорную, охранную и разведочную службу при эскадре—легкие крейсера; в) производят торпедные атаки: в бою линейных сил—лидеры, эскадренные миноносцы и у берегов—миноносцы, торпедные катера; г) защищают морскую торговлю и борются с ней, несут блокадную службу—крейсера; д) устанавливают и снимают минные заграждения—минные заградители, эскадренные тральщики, тральщики; е) ведут работу по обнаружению и борьбе с подводным флотом—сетевые заградители, сторожевые суда и катера. Все эти В. с. вооружены артиллерией, но у авианосца главным оружием являются самолеты, а у эскадренных миноносцев, миноносцев и торпедных катеров—торпеды. Легкие силы в их столкновении с линейными силами противника должны развить максимальную скорость и интенсивность атаки помощью самолетов или торпед, чтобы таким образом не дать времени для уничтожения себя артиллерийским огнем; поэтому бронирование и калибр артиллерии у них отходят на второй план и, наоборот, главную роль играют: скорость хода, калибр и число торпед в залпе, а также количество самих кораблей. Типичные представители: авианосец «Courageux» (вкл. лист, фиг. 3), крейсер вашингтонского типа «Duquesne» (вкладной лист, фиг. 4), легкий крейсер «Duguay-Trouin», лидер «Tigre» (вкл. лист, фиг. 5), эскадренный миноносец «Brooks» (вкладной лист, фиг. 6) и торпедный катер «С. М. В.» (вкладной лист, фиг. 7).

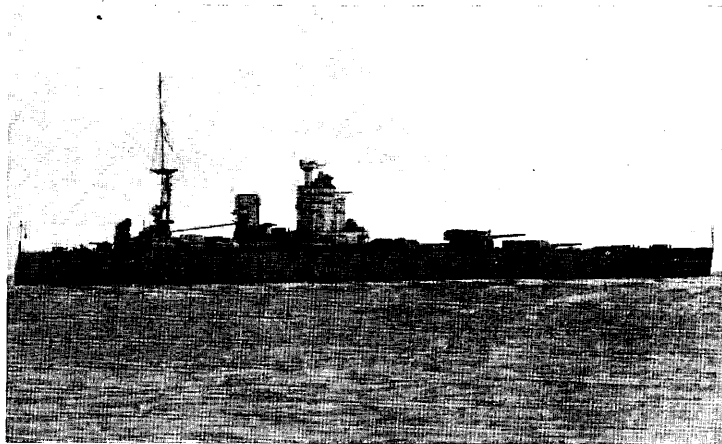
Подводные корабли имеют назначение атаковать торпедами главн. обр. линейные силы противника, оставаясь под водой и выбрав наиболее благоприятную для себя обстановку; они же м. б. использованы для деморализации морской торговли. Благодаря успехам военно-морской техники подводные суда со времени войны 1914—18 гг. стали весьма

оригинальны по технич. выполнению (вкл. л., фиг. 8) и получили большое тактич. значение. В настоящее время различают крейсерские, эскадренные, позиционные подводные лодки, подводные заградители и подводные мониторы (см. *Подводные лодки*).

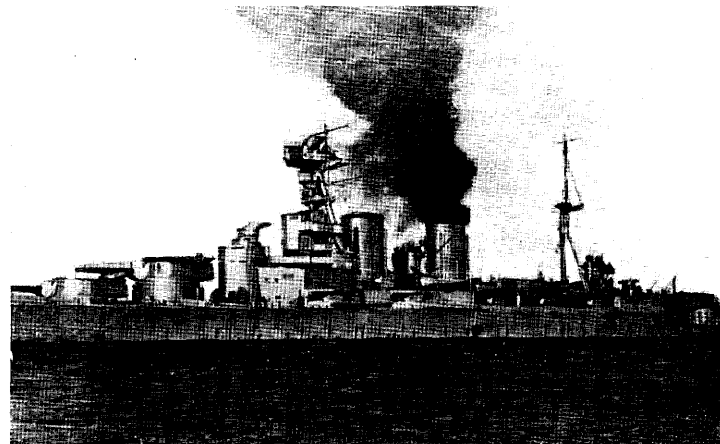
Суда, обслуживающие флот, театр военных действий и порты, сходны по своей конструкции с торговыми судами соответствующего типа. Для обслуживания флота применяются: военные транспорты (артиллерийские, минные, угольные, нефте- и водоналивные), посыльные, учебные, спасательные и госпитальные суда, пловучие мастерские и пловучие базы (подводных лодок, миноносцев, катеров, тральщиков, гидросамолетов и дирижаблей). Для обслуживания театра военных действий—гидротехнические и лощмейстерские суда; землечерпательные и землесосные пловучие маяки. Для обслуживания баз—ледоколы, буксиры, портовые суда, пловучие доки, килекторы. Наконец, связь В. с. с берегом поддерживают при стоянке на якорю самые малые самоходные единицы флота—гребные шлюпки, паровые и моторн. катера. Состав флота в военное время пополняется по мере необходимости транспортами и вспомогательными судами, привлекаемыми из состава торгового флота.

Необходимость содержания кораблей и судов флота в боевой готовности, снабжение их топливом и смазочными маслами, водой и боевыми запасами приводит к необходимости включения в состав морских сил ряда береговых устройств и учреждений, являющихся для флота опорными пунктами и базами ремонта и снабжения и носящих название военных портов. Последние не только обслуживают флот, но и влияют на количественный и качественный состав последнего, обуславливая своим оборудованием определенный технич. уровень, а размерами—величину новых кораблей флота. Так, переход В. с. на турбинные двигатели вынуждает оборудовать мастерские для ремонта турбин в базах, без чего надежное обслуживание турбинных установок невозможно; размеры шлюзных ворот доков определяют ширину, глубина фарватера и пороги доков—осадку, а длина доков—длину вновь строящихся В. с. Поэтому постройка новых В. с. часто связана с целым рядом других расходов.

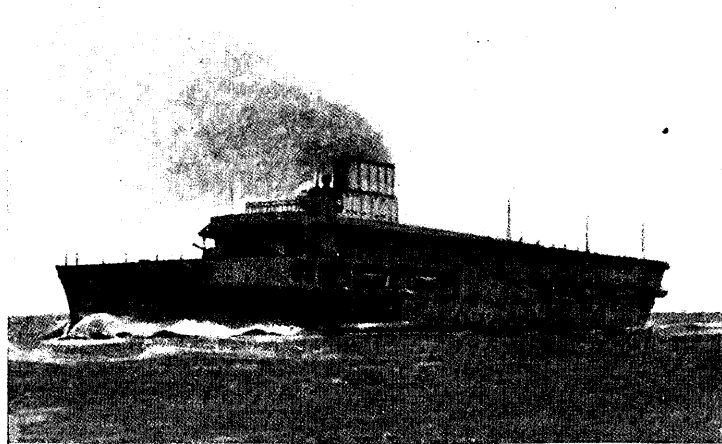
Проектирование В. с. Наиболее важны тактические элементы: вооружение, защита, скорость и радиус плавания, определяющие главнейшие боевые качества корабля. Однако при этом В. с. должны обладать вполне определенными мореходными свойствами, дающими возможность плавать и передвигаться по морю с наибольшим использованием и живучестью боевых элементов. Эти свойства: 1) пловучесть, обуславливающая погружение по определенной ватерлинию; 2) остойчивость, обеспечивающая плавание в прямом положении; 3) ходкость, позволяющая достигать требуемой скорости при минимальном весе механизмов; 4) поворотливость, обеспечивающая наилучшие маневренные качества; 5) стойкость,



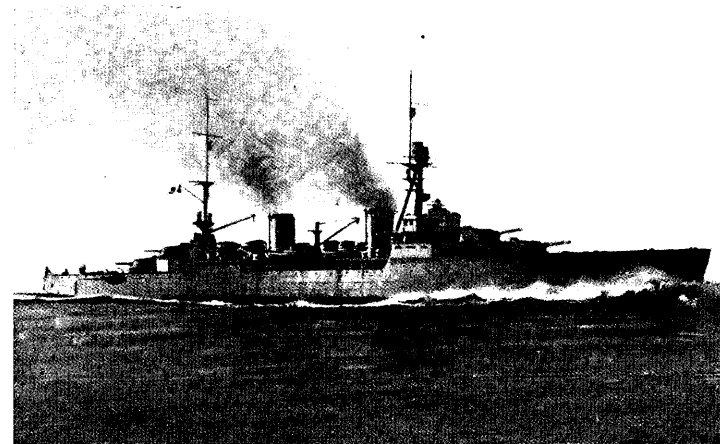
1. Линейный корабль „Rodney“, 1928, Англия.



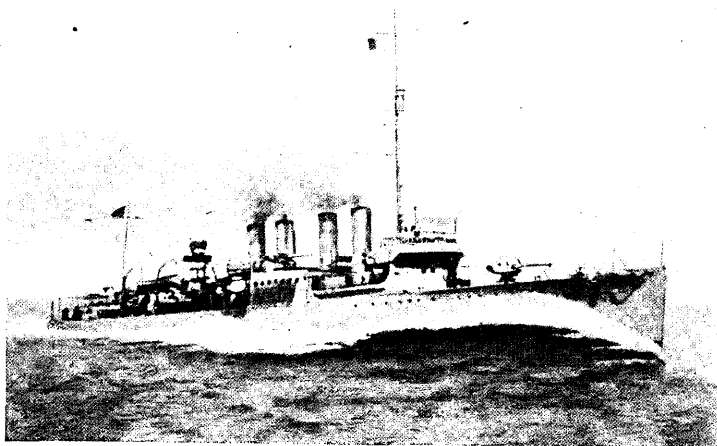
2. Линейный крейсер „Hood“, 1920, Англия.



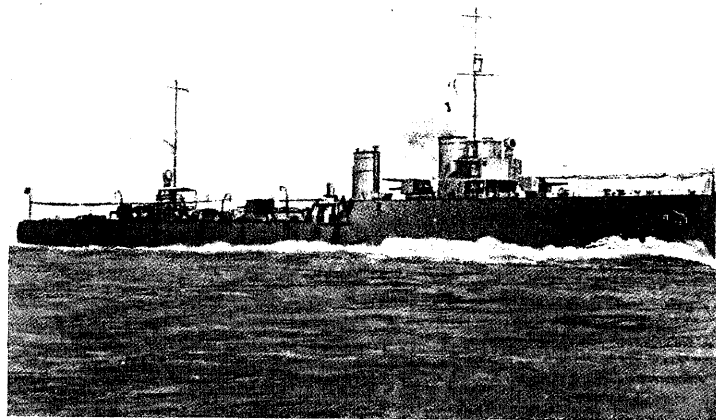
3. Авианосец „Courageous“, 1928, Англия.



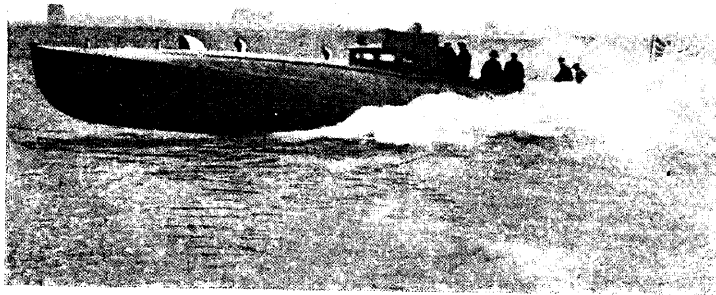
4. Крейсер „Duquesne“, 1927, Франция.



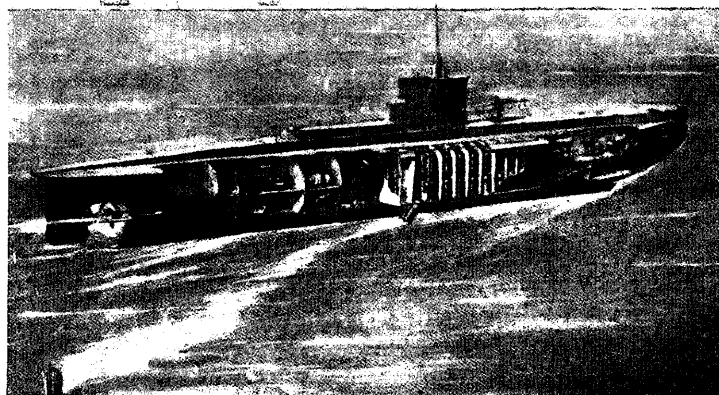
5. Лидер „Тигре“, 1923, Италия.



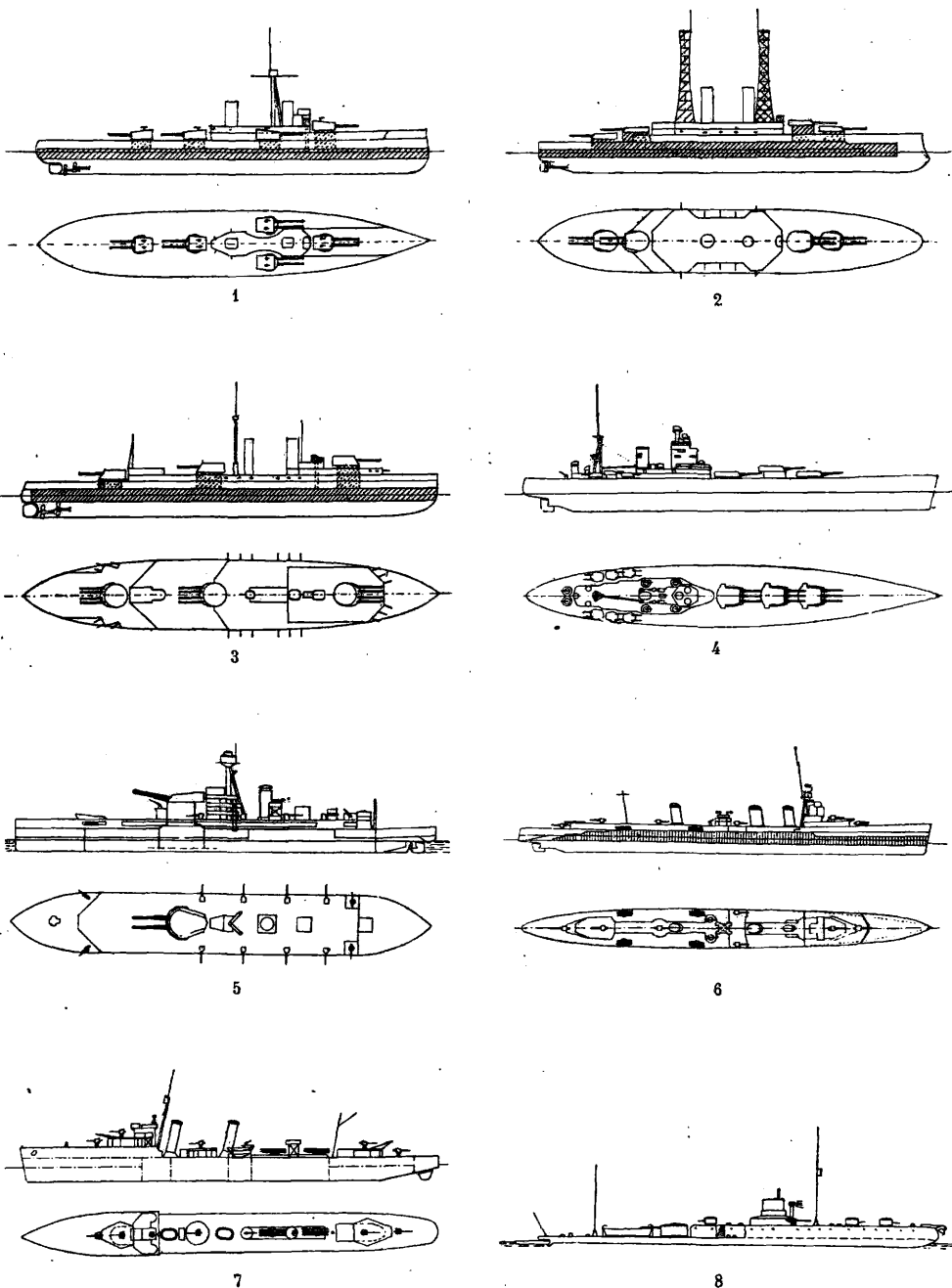
6. Эскадренный миноносец „Brooks“, 1920, С.Ш.А.



7. Торпедный катер „С.М.В.“, 1919, Англия.



8. Подводный корабль.



Фиг. 1. Расположение артиллерии лин. корабля «Dreadnought», прототип 1906, Англия.—
 Фиг. 2. Расположение артиллерии лин. корабля «Michigan», сист. 2-орудийных башен, 1908,
 С. Ш. А.—Фиг. 3. Расположение артиллерии лин. корабля «Normandie», сист. 4-орудийных
 башен, 1913, Франция.—Фиг. 4. Расположение артиллерии лин. корабля «Nelson», сист.
 3-орудийных башен, 1928, Англия.—Фиг. 5. Общее расположение артиллерии монитора «Ter-
 rot», 1916, Англия.—Фиг. 6. Расположение артиллерии крейсера «Emerald», 1920, Англия.—
 Фиг. 7. Расположение артиллерии эскадренного миноносца.—Фиг. 8. Расположение артиллерии
 речной канонерской лодки «Wilno», 1925, Польша.

обуславливающая наилучшие свойства корабля на волнении. Военное судно должно не только иметь упомянутые свойства, но и сохранять их в бою, т. е. обладать живучестью. Наиболее важно сохранение остойчивости и пловучести: корабль должен представлять максимум сопротивления потоплению (непотопляемость) и тонуть, не опрокидываясь. Наконец, В. с. должно удовлетворять требованиям, предъявляемым ко всякому инженерному сооружению: прочности, безопасности, долговечности, целесообразности и возможной простоты конструкции.

Выбор пушек определенного калибра и числа их определяет вес артиллерийского вооружения корабля; число торпедных аппаратов, размер снарядов и торпед, находящихся на корабле, определяют вес других видов вооружения. Все эти орудия, аппараты и снаряды должны быть погружены на корабль и входить в его вес вполне определенной величиной, обусловленной тактическими заданиями и независимой от размеров корабля. Так. обр. эта группа весов:

$$P_1 = \text{Const.}$$

Выбор элементов защиты: способа бронирования и толщины плит, устройства противоминных отсеков—также задает определенный вес этой группы, уже зависящий от размеров корабля:

$$P_2 = f_2(L, B, T),$$

где L , B и T —длина, ширина и углубление военного судна.

Скорость хода обуславливается двумя факторами—мощностью механизмов и ходкостью корабля; из них первый обуславливается определенным весом, а второй зависит от формы и размеров корабля. Вес механизмов для данной скорости—также функция размеров и формы корабля:

$$P_3 = f_3(L, B, T).$$

Наконец, радиус действия зависит от расхода топлива в час и запаса его на корабле; эта величина является функцией мощности механизмов, и т. о. вес запаса топлива:

$$P_4 = \varphi(P_3) = f_4(L, B, T).$$

Сам корпус корабля должен иметь определенные размеры и устройство для установки и использования механизмов и вооружения. В зависимости от конструкции избранного типа защиты вес его является функцией размеров корабля:

$$P_5 = f_5(L, B, T).$$

Обозначая вес снабжения через $P_6 = \text{Const}$, имеем, по упрощении, следующее выражение для веса корабля:

$$P = \sum_{i=1}^{i=6} P_i = \text{Const} + f(L, B, T).$$

При этом веса P_1 , P_2 , P_3 , P_4 —полезные, а P_5 и P_6 —мертвые, совершенно необходимые, но не дающие новых боевых качеств. Совкупность весов корабля носит название нагрузки и является важным элементом как для проектирования, так и для исчисления стоимости В. с. Для поддержания корабля весом P т на плаву необходимо соблюсти, согласно закону Архимеда,

условие: P (вес) = D (тоннаж), где D —вес вытесняемой при погружении В. с. по заданную ватерлинию воды в объеме его подводной части. По осуществлении проекта может оказаться: 1) $P_a < D$ или 2) $P_b > D$; в первом случае корабль выйдет из воды, во втором—сядет глубже, и уравнение пловучести примет вид $P_a = D_a$ или $P_b = D_b$,—корабль будет плавать с недогрузкой или перегрузкой. Оба эти случая поведут к изменению подводного объема и формы подводной части корабля, что отразится на ходкости, запаса пловучести при аварии и других мореходных и боевых свойствах корабля. Поэтому задача конструктора В. с. заключается не только в осуществлении корабля idealной формы (теоретический чертеж), но и в таком конструктивном выполнении проекта, чтобы вес всего сооружения и его внутренняя форма соответствовали теоретическому чертежу и удовлетворяли уравнению пловучести. Тоннаж корабля приблизительно исчисляется по формуле $D = \gamma \cdot \delta \cdot L \cdot B \cdot T$, где δ —коэфф. общей полноты, зависящий от типа корабля, и γ —плотность воды; для пресной воды $D = \delta \cdot L \cdot B \cdot T$. Так как $L \cdot B \cdot T = V$ —объему параллелепипеда, построенного на главных размерах, то $\delta = D \cdot V$; зная главные размеры и δ , величину D можно подсчитать. Подставляя в уравнение пловучести $P = D$ приведенные значения P и D , получаем:

$$\text{Const} + f(L, B, T) = \gamma \cdot \delta \cdot L \cdot B \cdot T.$$

Т. к. f зависит в свою очередь от размеров не только входящих в нее величин, но и определяющих постоянные, то это уравнение является неопределенным. Приближенное решение заключается в введении зависимостей между L, B, T , полученных практикой для каждого типа военных судов. Для получения результатов высшей точности прибегают к методу последовательного приближения, так как, зная приближение B , можно установить вид функции f , постоянные и отношения, входящие в уравнение. Во избежание излишней потери времени обычно начинают с использования имеющегося проекта судна близкого типа. Тем или иным путем получают L, B, T , дающие возможность составить эскиз проекта, удовлетворяющий основным требованиям. Приведенное уравнение указывает, что в конечном счете все требования находят отражение в величине главных размеров. Если последние ограничены местными условиями или же их произведение (тоннаж) определяется финансовыми ресурсами или специальными договорами, то при проектировании корабля приходится поступаться одними качествами в ущерб другим, что ведет к дифференцированию типов В. с.

Состав нагрузки В. с. разных классов. Относительное значение статей нагрузки меняется с течением времени, т. к. прогресс техники позволяет лучше использовать вес В. с., что иллюстрируется табл. 2, которая ясно показывает тенденцию линейных кораблей к сильному росту по своим размерам, а следовательно, и по стоимости. Падение % веса корпуса объясняется непрерывным прогрессом корабельной архитектуры и строительной механики, изы-

Табл. 2.—Изменение статей нагрузки линейного корабля.

Типы линейных кораблей	Годы	Водоизмещение в т	Вес в % от водоизмещения					
			корпуса	артиллерии	брони	машин	топлива	снабжения
Первый броненосец «Gloire»	1858	5 700	51,8	5,9	14,9	10,1	9,8	7,5
Первый железный броненосец «Warrior»	1859	9 200	48,4	6,6	14,4	11,4	11,6	7,6
Казематный броненосец	1875	9 600	39,7	6,7	27,0	13,0	6,0	7,6
Вашенный »	1875	11 000	33,0	5,5	34,0	12,0	10,5	5,0
Эскадренный »	1900	14 000	34,0	12,0	31,0	11,0	6,0	6,0
«Dreadnought»	1908	19 000	33,0	19,0	20,6	16,7	5,6	5,1
Типичный дредноут	1914	27 000	32,8	19,6	34,6	9,0	2,4	1,6
Сверхдредноут	1928	36 000	35,0	20,0	34,0	6,0	3,0	2,0

свивающих наиболее легкие конструкции корпуса; небольшое увеличение веса в конце вызвано усилением подводной защиты. Вес вооружения непрерывно растет, как и вес брони; уменьшение бронирования «Dreadnought» было вызвано усилением артиллерии для боя на больших дистанциях. На весе машинной установки отчетливо сказывается усовершенствование конструкций, так что этот вес в %-ном отношении почти не изменяется, несмотря на увеличение скорости хода; скачок у «Dreadnought» вызван повышением скорости с 18 до 24 узлов, но далее вес понижается благодаря переходу к турбинным установкам. Падение веса топлива в новейших судах вызвано переходом на нефть. Следует отметить, что в таблице показан вес топлива, входящий в нормальную нагрузку, т. е. около $\frac{1}{4}$ всего запаса. Табл. 3 дает вес разных статей нагрузки в % от водоизмещения для кораблей различных классов, и если предыдущая таблица показывает влияние техники, то

Обработка эскизного проекта. По составлении эскизного проекта корабля приступают к его детальной проверке с точки зрения удовлетворения всем требованиям. Делают подсчеты пловучести и остойчивости корабля, проверяя их достаточность и обеспечение живучести при попадании снарядов, торпед, взрыве бомб и мин. Особое внимание уделяется проверке скорости, являющейся одним из важнейших боевых факторов, позволяющим вступать в бой и выходить из него по желанию; для эскадренных соединений важна не только величина скорости, но и одинаковость ее у всех кораблей, так как равнение идет по самому тихиходному. Мощность механизмов при проектировании определяется первоначально по формулам и таблицам. Так как сопротивление судна движению (ходкость) зависит от формы подводной части корпуса, края не м. б. выражена аналитически, то и все формулы мощности являются эмпирическими и приближенными. Еще несколько

Табл. 3.—Распределение статей нагрузки различных классов военных судов.

Классы военных судов	Скорость в узлах	Водоизмещение в т	Вес в % от водоизмещения					
			корпуса	артиллерии	брони	машин	топлива*	снабжения
Лин. корабль	24	36 000	35,0	20,0	34,0	6,0	3,0	2,0
Лин. крейсер	32,9	41 200	36,0	12,5	33,5	13,0	3,0	2,0
		45 000					9,2	
		18 500					4,0	
Авианосец	31,5	23 000	46,0	12,0	18,5	16,0	24,3	3,5
Крейсер	32	10 000	43,0	22,3	12,0	12,9	5,8	4,0
Легкий крейсер	29	4 650	51,0	5,5	8,5	22,0	7,0	6,0
Эскадр. миноносец	36,5	2 000	41,5	4,0	—	35,0	15,0	4,5
Монитор	14,1	8 000	43,0	14,5	26,0	9,0	3,0	4,5
Тральщик	15,0	1 250	50,0	2,0	—	25,0	15,0	8,0
Подводный крейсер	18,5	1 400	36,4	3,1	—	38,3	17,2	5,0

* Цифры в знаменателе относятся к топливу, применяемому сверх нормальной нагрузки.

эта характеризует требования тактики. Из табл. 2, кроме того, видно, как тактика ведет за собой технику: создание дредноута было технически несвоевременно, но тактически необходимо, и он был создан, но получил завершение после введения турбин и нефти. Заметим кстати, что, зная вес вооружения в тоннах для данного типа военного судна легко определить потребный тоннаж всего корабля по этой таблице, показывающей, какой % водоизмещения этот вес составит для всего корабля данного типа.

десятилетия тому назад, за отсутствием соответствующих ф-л, опытные судовые конструкторы вычерчивали форму судна по опыту прежних лет, руководствуясь собственным навыком и чутьем. С постепенным увеличением скорости хода это чисто интуитивное проектирование судовых обводов оказалось неудовлетворительным для В. с. и лишь в исключительных случаях приводило к положительным результатам. Поэтому целый ряд исследователей занялся этим вопросом и дал формулы мощности, из

к-рых простейшая (адмиралтейская) такова:

$$E_{\text{Р}} = \frac{\Sigma v^3}{c}, \text{ где } E_{\text{Р}} \text{ — эффективная мощность,}$$

Σ — площадь миделя (под ватерлинией), v — скорость в узлах, а c — постоянная для данного типа судов. Однако эти исследования показали, что лишь испытание уменьшенных моделей в специально созданных бассейнах может дать желательную уверенность в правильности требуемой мощности и выгодности обводов. Систематические испытания этого рода позволяют определять наиболее выгодные формы и устанавливать на В. с. машины минимальной мощности.

Наконец, лишь в последнее время придается значение изучению качки корабля на волнении, которая д. б. спокойной для облегчения правильной наводки орудий. Сильная и резкая бортовая и килевая качка нежелательны, так как при этом сильно страдает меткость стрельбы, а при сильном крене судна вследствие обнажения подводной части броневое пояс терется защита ватерлинии. С увеличением водоизмещения увеличивается обычно и относительная ширина кораблей, что благоприятно влияет на скорость хода при правильном образовании носовых и кормовых обводов. Однако такое уширение возможно лишь для линейных судов, где бортовая броня, увеличивая радиус инерции корабля, парализует вредное влияние увеличения метацентрической высоты; если такого фактора нет, то при уширении качка будет резкой. Поэтому, наряду с широкими линейными кораблями, имеются и легкие узкие суда; для достижения стойкости на этих судах применяются жироскопические стабилизаторы качки.

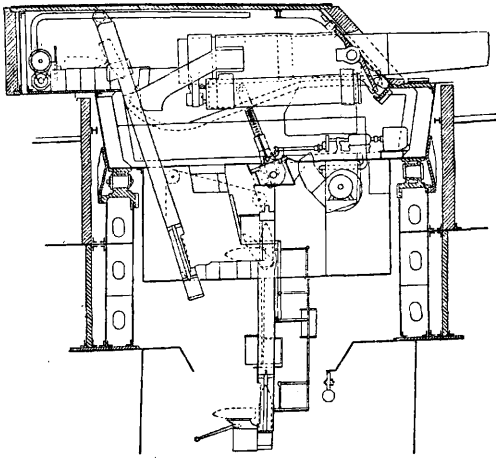
Упомянутое уширение, с одновременным сохранением углубления около 9 м (глубина фарватера), привело почти к совершенно прямоугольному мидель-шпангоуту (наибольшему сечению корабля). В отличие от торговых В. с. не имеют цилиндрической части; ватерлинии их выпуклы на всем протяжении корабля и более полны в носовой части, так что горизонтальное сечение подводной части имеет форму капли. Вследствие этого струи не отрываются от корпуса, и этим предупреждается образование вихрей. Для уяснения формы подводной части корабля и изготовления шаблонов ее разрезов при проектировании изготовляют теоретический чертеж корабля в виде проекции на три плоскости: миделя, диаметральной и горизонтальную, — трех систем кривых, образуемых сечением поверхности корабля плоскостями, параллельными основным. Задача заключается в достижении плавности всех трех систем кривых, согласованности во всех трех проекциях и удовлетворении полученной формы мореходным качествам. Последнее поверяется подсчетами по правилам приближенного интегрирования (правила Котеса, Симпсона, трапеций). Законченный теоретический чертеж при постройке разбивается на плазу в натуральную величину, еще раз согласовывается и служит во все время постройки для снятия шаблонов. Теоретический чертеж является плоскостным изображением пространственной формы, и черчение его тре-

бует особых приборов и навыков. Одновременно с проверкой мореходных свойств разрабатывается конструкция корпуса и подсчитывается его вес; изготавливаются общие чертежи расположения и составляется спецификация, позволяющая проверить вес механизмов, устройств и других элементов корабля. Результаты подсчетов нагрузки и водоизмещения должны удовлетворить уравнению $P=D$. Если этого нет, то, введя надлежащие коррективы в проект и согласовав их друг с другом, получают более точный проект, позволяющий начать его детальную разработку. Последовательное приближение к цели, непрерывные проверки и согласование результатов составляют характерную особенность проектирования В. с. Форма, конструкция и устройство корпуса корабля определяют не только его технич. и мореход. качества, но также и возможность наилучшего использования средств вооружения и защиты. Потому форма корабля в целом и его внешний вид тесно связаны с его вооружением и бронированием.

Вооружение и защита В. с. Артиллерийское вооружение — морская артиллерия — разделяется на тяжелую, среднюю (так наз. противоминную) и легкую артиллерию (зенитную). Тяжелые орудия (24—40-см калибра) должны, как принцип, пробивать броню неприятельских В. с.; стрельба их должна быть меткой и дальнобойной и скорость стрельбы максимальной. Эти задания осуществляются орудиями длиной в 45—50 калибров, обладающими большим весом и требующими солидных оснований для погашения сил отдачи. Вследствие толстого бронирования борта линейных кораблей при сравнительно тонком бронировании палуб, дающих по площади в несколько раз большую цель, чем борт, потребовалось увеличение угла возвышения орудий главной артиллерии для возможности навесной стрельбы. Тяжелая артиллерия устанавливается на линейных кораблях и линейных крейсерах (на последних ставится меньшее число орудий того же калибра, что и на линейных кораблях). Непосредственная защита главной артиллерии требует затраты большого веса, так как бронирование должно защищать не только орудия и управление огнем, но и погреба боевых припасов и подачу их. В целях экономии в весе защиты прибегают к концентрации орудий, размещая их в башнях (фиг. 9).

К концу 19 в. выработалось стандартное расположение орудий на линейных кораблях (броненосцах) по два в башне, при чем одна из башен помещалась в носу, а др. в корме. Это расположение и число орудий в течение четверти века считалось наиболее выгодным как вследствие обширности горизонтального угла обстрела и значительного возвышения орудий, так и вследствие минимальной площади броневой защиты. Указанное число орудий (четыре) гл. артиллерии броненосца (обычно 12") было выбрано как минимум для осуществления скорой пристрелки и успешного ведения огня на поражение, при чем давалось 2 залпа из четырех орудий в минуту. В течение сравнительно короткого срока — не свыше десятилетия —

идея трех калибров артиллерии на линейных кораблях (крупная, средняя и мелкая) уступила место идее четырех калибров: 12", 8", 6" и мелкому. Такое решение было



Фиг. 9.

неудовлетворительным, переходным, и, действительно, в результате изучения англичанами опыта русско-японской войны, ими был спроектирован корабль, осуществляющий идею максимального артиллерийского вооружения установкой 5 башен с двумя орудиями в каждой одного калибра (12"), и был построен в весьма короткий срок первый дредноут (фиг. 1), даже с отказом от средней артиллерии. Общая идея оказалась жизненной, но расположение башен изменилось постепенно в сторону американской системы: все башни—в диаметральной плоскости, две в носу, две в корме, при чем башни, лежащие ближе к миделю, имеют более высокий барбет, так что их орудия стреляют через лежащую перед ними башню (фиг. 2). Это расположение дает усиление огня по носу, по корме и на борт без уменьшения угла обстрела и одновременно облегчает подачу, но имеет серьезный недостаток в большей уязвимости башен, связанных между собой в данном расположении. Такое расположение позволило опять установить артиллерию среднего калибра (5—8"). Расположение башен в настоящее время стандартизовано и стало сходным с расположением в конце 19 века, но с той разницей, что вместо одной башни в концах устанавливаются по две. Дальнейшее развитие коснулось самих башен, в которых стали размещать по 3 и 4 пушки (фиг. 3). При этом общее количество пушек дошло до 12 (4×3 или 3×4). Увеличение калибра орудий с 12 до 14 и 15", а после войны 1914—1918 годов и до 16", вынудило ограничиться установкой 9 орудий (вследствие ограничения водоизмещения кораблей Вашингтонской конференции), при чем лучшим типом башен был признан трехорудийный. Идея спаривания башен получила дальнейшее развитие, и 3 трехорудийные башни на новейших английских линейных кораблях типа «Nelson» (фиг. 4) установлены одной группой, что усилило огонь

по носу и дало экономию в бронировании; но выгоды такого расположения артиллерии в боевом столкновении не проверены. Тяжелая артиллерия мониторов (обычно одно орудие) помещается также в солидной башне (фиг. 5).

Средняя артиллерия (5—8" калибра) служит для поражения легких сил и для действия по небронированным или слабо бронированным надстройкам линейных кораблей. На линейных судах она является вспомогательной (для отражения атак миноносцев), но на легких судах служит главным вооружением. Главное преимущество орудий среднего калибра: быстрота наводки, значительная скорость огня и максимальное количество выбрасываемого металла в единицу времени. Первое достигается применением люлечного лафета, при котором орудие после выстрела откатывается в направлении оси канала и сила отдачи воспринимается тормозом, орудие же после отката автоматически возвращается в первоначальное положение. Скорострельность достигается применением унитарного патрона (по образцу ружейного), улучшением подачи снарядов из погребов (элеваторы) и электрификацией. Размещение средней артиллерии на линейных кораблях также прошло несколько этапов: 1) размещение всех орудий в казематах за 6" броней; 2) установка на верхней палубе за прикрытием 1" щитов и, наконец, 3) установка в башнях (напр. «Nelson»). Такие изменения явились следствием усиливающегося значения средней артиллерии для отражения минных и самолетных атак во время и после боя. Однако необходимость уделить некоторый вес на защиту заставляет уменьшать число орудий. Расположение артиллерии на крейсерах и эскадренных миноносцах в основном то же, т. е. на оконечностях (фиг. 6). Калибр на крейсерах—8", на легких крейсерах—6", на эскадр. миноносцах—4—5" (фиг. 7).

Мелкая артиллерия (37—130 мм и пулеметы) применяется для отражения дальних и близких атак самолетов. Противосамолетная артиллерия, считаясь со свойствами своего противника, доводит скорость стрельбы до возможного максимума (полуавтоматы и автоматы). При этом стремятся достигнуть наилучшей корректировки стрельбы помощью центральной наводки специальными приборами. Элементы морской артиллерии приведены в табл. 4.

Другие виды вооружения—торпеды, мины, бомбы—входят в состав вооружения эскадр. миноносцев (торпеды), минных заградителей (мины) и сторожевых судов (бомбы) как основной вид оружия, но устанавливаются и на других кораблях как вспомогательное оружие. Торпедные аппараты применяются двойные и тройные—до четырех на один корабль (см. *Торпеда* и *Мина*).

З а щ и т а. Главная трудность бронирования современных В. с. заключается в борьбе с непрерывно совершенствующимся снарядом. Техника броневых дел дает плиты максимальной толщины в 18", которые, не говоря о колоссальном весе, все же пробиваются современными снарядами. В виду этого лишь для боя на дальних дистанциях

Табл. 4.—Сравнительные данные артиллерийск. вооружения военных судов.

Элементы	Калибр						
	16"	15"	12"	8"	6"	4"	3"
Длина ствола, в калибрах	50	50	50	50	50	50	50
Длина тела, в мм	21 375	20 040	16 045	11 010	7 845	5 525	3 945
Вес тела, в кг	113 100	93 200	47 800	15 450	5 590	1 950	850
Вес снаряда, в кг	920	760	390	125	46	16	5,8
Вес заряда, в кг	383	315	162	52,3	18,9	6,6	2,09
Скорость у дула, в м/сек	940	940	940	940	940	940	940
Энергия при вылете, в тм	41 430	34 230	17 560	5 629	2 072	721	261,2
Пробивная способность при вылете (толщ. пробиваемой при вылете брони), в мм	1 453	1 359	1 071	711	500	344	238
Число выстрелов в минуту	2	2	2	5	10	12	20

применяется бронирование, не пропускающее снарядов и осколков, но и то только для защиты жизненных частей. В этом случае толстая броня образует цитадель, защищая погреба и механизмы, и покрывает боевую рубку и башни главной артиллерии, оставляя все прочее без защиты. Меньшая вероятность попадания на дальних дистанциях делает такой способ наилучшим. Это—американская система бронирования, применяемая во флоте С. Ш. А., который, по условиям расположения страны, строится в расчете боя на дальних дистанциях. На близких дистанциях приходится считаться с тем, что осколки снаряда попадут внутрь корабля, но целые снаряды взорвутся при ударе о броню (в американск. системе броня преграждает доступ также и осколкам); поэтому бронирование распространяется на большую площадь, защищая существенные части более толстой, а менее важные более тонкой броней. Эта система бронирования (германская) блестяще оправдала себя в Ютландском бою. Задержка снарядов достигается устройством двуслойного бронирования; первый слой вызывает взрыв снаряда при ударе, а второй задерживает осколки. Однако современные артиллерийск. снаряды снабжаются особыми замедлителями, благодаря к-рым разрыв снаряда происходит по пробитии первого слоя брони, и т. о. борьба брони со снарядом снова усложняется. Особое внимание в настоящее время уделяется бронированию палуб. С одной стороны, увеличение дистанции боя увеличило поражаемость палуб, с другой—это вызывается мощным развитием воздушного флота. Достаточная защита от навесного огня современной артиллерии (15—16") гарантирует одновременно от пробивания и современными авиабомбами. Однако величина площади палуб является серьезным препятствием к бронированию их слоем достаточной толщины. Поэтому применяют двух- или трехпалубное бронирование; в последнем случае первый слой имеет назначением вызывать взвод взрывателя, второй—вызывает взрыв снаряда и третий—задерживает осколки как снаряда, так и палубы (отражательная палуба). Такая система позволила бы ограничиться сравнительно тонкими толщинами палуб, если бы к услугам снаряда не появились те же замедлители, вызвавшие, в свою очередь, идею безбронных судов, пронизываемых снарядом насквозь со взрывом уже за бортом; однако применение чувствительных трубок делает и такие суда уязвимыми. Солидное

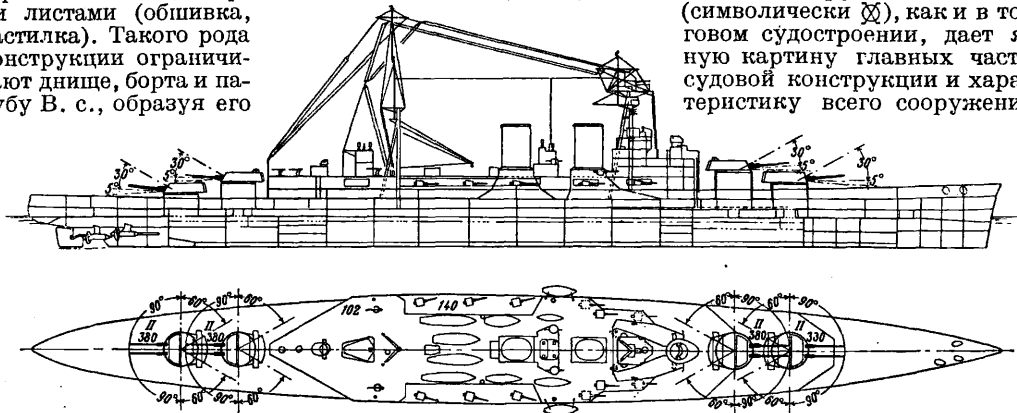
бронирование, кроме линейных сил, имеют мониторы. Легкие силы не бронируются за исключением крейсеров и авианосцев, у которых жизненные части забронированы относительно тонкой броней (ок. 5"), и легких крейсеров, которые для успешного боя с эскадр. миноносцами обычно получают бортовую 3" броню и 1" палубную. Наиболее защищены подводные суда, так как при погружении они делаются «водобронными», т. е. неуязвимыми для снарядов самых крупных калибров; для борьбы с ними приходится употреблять особые глубокие бомбы различного веса, от 15 и до 100 кг.

Два новейших способа защиты—дымовая завеса и камуфляж. Дымовая завеса, образуемая с воздуха самолетами или с кораблей—химическ. путем, скрывает В. с. от наблюдения противника. Современная техника выработала целый ряд цветных завес, пригодных при различных состояниях погоды. Далекая видимость в море уже со времени русско-японской войны делала защитную окраску кораблей не достигающей цели. Поэтому в войну 1914—1918 годов был применен иной метод окраски—камуфляж. Военные суда окрашивались полосами и пятнами с таким расчетом, чтобы не скрываясь от наблюдения противника, ввести его в заблуждение относительно своего класса, типа и курса. Эта задача была в Англии разрешена вполне успешно, и камуфляжная окраска получила широкое распространение во время войны.

Конструкция корпуса должна удовлетворять требованиям прочности, долговечности, водонепроницаемости, минимального веса, при способности нести наступательные и оборонительные средства и сохранять возможно дольше свою боеспособность. Вследствие больших трудностей в сохранении боевой пловучести и остойчивости и ограничении слияния конструктивных частей с разнообразными защитными средствами (броня, противоминная защита) устройство корпуса В. с. значительно разнится от торговых. Общее расположение на В. с. (фиг. 10) следующее: главные механизмы и погреба—в трюме, вооружение—на верхней палубе; на средних над броней устраиваются помещения, не имеющие боевого значения (каюты, бани и пр.). Как и тип В. с., конструкция корпуса в военном судостроении прошла ряд этапов в стремлении уменьшением мертвого веса корпуса выиграть в полезном весе оружия, средств защиты и средств маневрирования. В современном состоянии судостроения основой

конструкции корпуса В. с. является легкое, но прочное балочное перекрытие (набор), ограниченное водонепроницаемосоединенными листами (обшивка, настилка). Такого рода конструкции ограничивают днище, борта и палубу В. с., образуя его

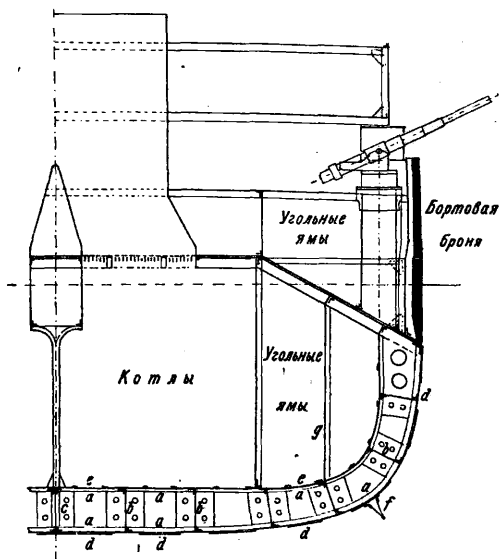
уменьшению изгибающих моментов от нагрузки, поперечное сечение в средней части судна, или т. н. конструктивный мидель (символически \otimes), как и в торговом судостроении, дает ясную картину главных частей судовой конструкции и характеристику всего сооружения.



Фиг. 10.

корпус, разделенный внутри горизонтальными палубами и вертикальными продольными и поперечными переборками на большое число отделений, или отсеков, служащих для наиболее целесообразного размещения машинной и котельной установок, вспомогательных механизмов, боевых погребов, угольных и нефтяных ям, цистерн для котельной и пресной воды, складов инвентаря и провианта. Специальное помещение делается для размещения командного состава, команда же размещается везде, где есть свободное место. Часть этих палуб и переборок делают водонепроницаемыми, разделяя

На фиг. 11 приводится мидель германского броненосца 1906 года «Schlesien». Днище судна состоит из набора, образуемого поперечными и продольными балками, и обшивок — наружной и внутренней. Поперечный набор (шпангоуты) состоит из двух угольников *a*, соединенных листами (флоры) со сделанными в них для уменьшения веса отверстиями, или кусков листов (бракеты); продольный набор (стрингеры), видимый на чертеже в разрезе *b*, выполняется подобным же образом; средний стрингер *c* носит название вертикального килля. Снаружи к угольникам приклепывается обшивка *d*, а внутри — внутреннее дно *e*. Стрингеры на линейных кораблях описываемого типа располагаются обычно на расстоянии 2—3 м, а шпангоуты на 1,2 м. Обычно вертикальный киль и листы стрингеров делают непрерывными от носа до кормы, соединяя концы листов накладками, в то время как бракеты или флоры вставляют между ними в виде коротких отрезков (продольная система). Иногда же непрерывными делают лишь часть стрингеров, составляя их из цельного листа и обеспечивая водонепроницаемость (сменная система). Шпангоуты под непроницаемыми переборками, а часть их и между ними, также делают водонепроницаемыми, составляя их из цельного листа. Таким образом междудонное пространство образует систему клеток, ограниченных стрингерами и шпангоутами и образующих водонепроницаемые отделения, обеспечивающие пловучесть при повреждении одного из отделений от повреждения наружного дна при посадке на камень или взрыве. Смешанная, или клетчатая, система набора развилась из чисто поперечной системы, где прочность обеспечивается шпангоутами. В применяемых в настоящее время клетчатых системах преобладают продольные или поперечные элементы в зависимости от распределения внеш. сил в данной части корабля: внутреннее дно тянется у легких крейсеров примерно на $\frac{1}{2}$ длины, у эскадренных миноносцев — лишь в машинных и котельных отделениях. Горизонтальная часть днища переходит в вертикальную, образуя «скулу» *f*.

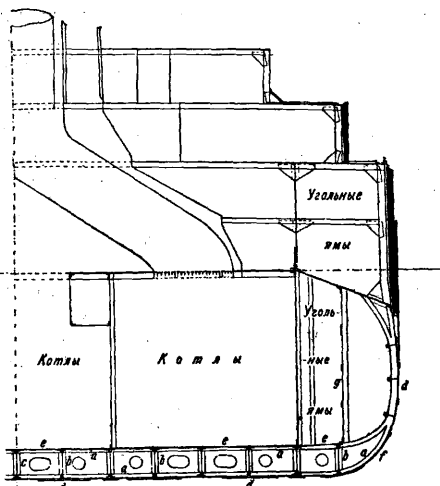


Фиг. 11.

судно на изолированные отсеки, обеспечивающие сохранение пловучести В. с. при разрушении части этих отсеков.

В виду того, что конструкция судовой конструкции в его средней части по крайней мере на протяжении половины длины судна остается без изменения и лишь к концам сечение частей набора уменьшается соответственно

У бронированных по борту военных судов в поперечном направлении двойное дно по большей части устраивалось до отражательной палубы; на близком расстоянии от борта устанавливалась продольная переборка *g* (листы, укрепленные вертикальными стойками), образуя по борту как бы третье дно и делая излишним второе. Поэтому на германских линейных кораблях последней конструкции (фиг. 12; буквенные обозначения те же, что на фиг. 11) двойное дно идет лишь до скулы. Пространство между бортом и переборкой остается пустым для свободного расширения газов, образующихся при взрыве торпеды или мины; благодаря этому газы теряют свою разрушительную силу. Пространство между двумя продольными переборками у борта, а выше нижней палубы—между бортом и переборкой, используется в качестве запасных угольных ям. Уголь в них во время боя защищает внутренние части корабля, ослабляя силу действия взрыва газов; по

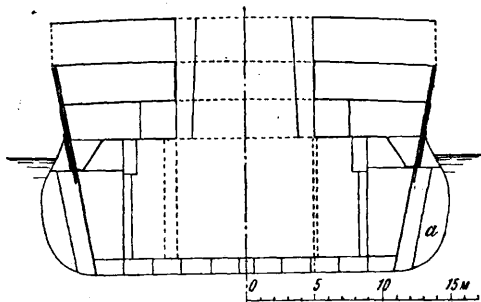


Фиг. 12.

окончании боя уголь используется для котлов. С переходом на нефтяное отопление нефтяные ямы стали устанавливать в междудонном пространстве, но характерно, что немецкие конструкторы сохранили угольные ямы по борту для защиты. Эта подводная защита от взрывов, первоначально введенная в Германии, блестяще оправдала себя в сражении при Скагерраке.

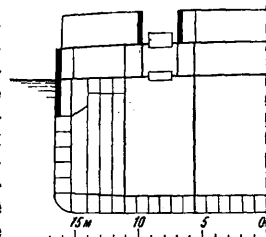
Для усиления подводной защиты англ. морское министерство во время войны 1914—18 гг. снабжало свои новые В. с. особыми пристройками, т. н. булями, которые, простираясь от броневых пояса до скулы, постепенно расширялись и создавали перед судовой обшивкой искусственные пустоты *a* (фиг. 13). После войны эта конструкция в новых постройках кораблей уже не повторялась, так как противоминные отсеки стали устраивать внутри корпуса. Противоминная защита америк. лин. кораблей (фиг. 14) состоит из системы продольных и поперечных переборок. Продольные переборки расположены друг от друга на расстоянии 1 м; поперечные расположены в шахматном по-

рядке; так. обр. повреждение одного из отсеков не распространяется в глубь корабля. Таким путем образуется пять слоев отсеков, из которых наружный и внутренний наполнены воздухом, а три средних представляют



Фиг. 13.

нефтяные ямы. Внутри корабля имеется еще по одной продольной переборке с каждого борта, так что место взрыва отделяется от внутреннего борта более чем на 5 м, а от внутренних отсеков—на 11 м. Разделение всего корабля на отсеки и специальное устройство для защиты от подводных взрывов имеют целью создать такой корабль, который, получив 3—4 торпедных взрыва, все же останется в строю и будет продолжать бой. Расчеты непотопляемости, т. е. сохранения достаточной для боя пловучести и устойчивости, имеют в виду возможность, при попадании неприятельского снаряда в любую часть корабля, нейтрализацию его крена и дифферента затоплением соответствующих отсеков с другого борта. Это требует не только устройства водонепроницаемых отсеков и снабжения их трубопроводами для воды, но и создания центрального поста управления непотопляемостью, как это и было осуществлено на герман. лин. кораблях типа «Vadep». Введение торпед и мин заграждения с электромагнитными запалами, т. е. таких торпед и мин, которые могут взрываться в магнитном поле корабля без непосредственного соприкосновения с его наружной обшивкой, заставляет обратить серьезное внимание на



Фиг. 14.

защиту дна линейного корабля, тогда как до настоящего времени военные корабельн. инженеры сосредоточивали внимание на противоторпедной) защите бортов. Вследствие присутствия большого количества переборок в подводной части корабля установка пиллерсов в трюме, практикуемая в торговых судах, делается излишней. Кроме того, в военном судостроении, в целях большей безопасности от прорывов воды через переборки, принято избегать устраивать в водонепроницаемых переборках даже водонепроницаемые двери для сообщения отдельных отсеков между собой. Поэтому и доступ во все важнейшие помещения ниже броневой

палубы имеет место исключительно сверху, через отверстия в палубе, закрывающиеся соответственными броневыми люковыми крышками. Однако для создания постоянного сообщения между передней и задней командными башнями ниже броневой палубы вдоль судна в Англии и Германии непосредственно под броневой палубой устанавливают ходы сообщения, которые идут сквозь водонепрониц. переборки, но сами переборки не имеют. В Англии эти ходы были проложены в соединении с внутренней кубриковой переборкой и служили преимущественно для подачи боевых припасов к средним орудийным башням. В Германии, исключительно для целей сообщения, был устроен в средней продольной плоскости судна проход, расширившийся под передней командной рубкой в хорошо защищенный центральный боевой пост, где сосредоточивалось все управление кораблем. Преимуществом этого расположения была возможность уложить кабели, переговорн. трубы, паропроводы вспомогательных механизмов и пожарные водопроводы без перерыва водонепроницаемых переборок в условиях, легко доступных для ремонта. В последних герман. военных судах типа «Baden» с тремя отдельными котельными, помещенными поперек судна, предусмотрены два продольных хода, примыкающих к обеим продольным котельным переборкам и соединяющихся спереди боевым центральным постом, а сзади—поперечным коридором.

Конструкция миделя легких крейсеров и особенно эскадр. миноносцев состоит в основном из тех же элементов, но отличается большой простотой и легкостью вследствие меньших усилий, которые выдерживает корпус этих судов. Конструкция корпуса выше ватерлинии состоит из бортового набора (шпангоутов), образуемого швеллерною или угловою сталью, и набора палуб (бимсов), покрываемых обшивкой и настилкой. Система набора палуб обычно—поперечная, с бимсами, расположенными от борта до борта; в последнее время переходят к продольным бимсам между переборками, чем достигается большая продольная крепость корпуса. В местах стыка бимсы и шпангоуты соединяют косынками (кницами). Для достижения водонепроницаемости в местах клепки принимают следующие меры: 1) шаг заклепок уменьшают; 2) между склепываемыми частями кладут прокладку из парусины или медной сетки, покрытую суриком (перемычки); 3) после заклепывания все швы и головки заклепок чеканят. Достаточность принятых мер проверяют путем специальных испытаний водонепроницаемости.

Для установки броневых плит располагают по борту шпангоуты часто из более тяжелого профиля, образующие набор позади брони, покрываемый снаружи водонепроницаемой рубашкой, на которую и накладывают броневые плиты, скрепляемые с набором особыми броневыми болтами. На более ранних конструкциях крепление брони устанавливалось на выступ отражательной палубы (шелф). В этом креплении при попадании снарядов легко нарушается водонепроницаемость, т. к. броня удерживается лишь

угольником, заклепки к-рого срезаются. Современная конструкция дана на фиг. 12: броня упирается в палубу, и стык палубы с бортом перекрывается броней; при попадании стык может смяться, но не разодраться. Применявшиеся ранее деревянные прокладки теперь вышли из употребления.

Орудийные башни устанавливаются в жестких барабанах (фиг. 9), представляющих сложную клепаную конструкцию, связанную с днищем, бортами, переборками и палубами. Сами башни покоятся на стальных шарах на переборках, т. е. заставляют переборки работать на растяжение, а не на сжатие, и тем выигрывают в весе и надежности службы. Палубные установки располагают на палубах, усиленных добавочным листом и подкрепленным снизу балками, передающими силу отдачи на опорные части корпуса—переборки и палубы. Подачные трубы башен и элеваторы делают из броневой стали.

Количество палуб на В. с. ограничивается одной на эскадрен. миноносцах (как минимум) и тремя на лин. кораблях (как максимум), не считая частичных горизонтальных перекрытий (платформ). Верхняя палуба воспринимает растягивающие и сжимающие напряжения от изгиба и должна обладать наибольшей прочностью, особенно ее так наз. бортовой стрингер, идущий без перерыва вдоль всего корабля. Располагаемые выше нее надстройки делают легкими, не связанными с основной конструкцией и из мягкой судостроительной стали, дающей мало осколков. Вблизи магнитных компасов стальные конструкции (в особенности броня) делаются из специальной маломангнитной стали. Бортовая броня современных легких крейсеров—из вязкой никелевой стали толщиной 30—50 мм—уменьшает размер разрыва обшивки от снарядов. Для облегчения корпуса германских легких крейсеров давно применяют употребительную в торговом судостроении продольную систему Ишервуда, состоящую из Z-образных продольных шпангоутов, приклепанных к наружной обшивке и палубной настилке на расстоянии 1,5—2,5 м друг от друга, при чем они идут или от носа до кормы непрерывно или же между главными переборками. Необходимая поперечная крепость достигается поперечными переборками, водонепроницаемыми поперечными шпангоутами в двойном дне и рамными бимсами со шпангоутами, расположенными на значит. расстояниях. Эта система позволяет уменьшить толщину наружн. обшивки и верхней палубы, чем достигается уменьшение веса.

Конструкция корпуса подводных судов сильно отличается от конструкции надводных, что обуславливается глав. образом необходимостью сопротивления корпуса повышенному давлению воды при погружении на глубину 40—50 м. Для обеспечения ходкости оказалось целесообразным разделить корпус на часть, выдерживающую внешнее давление, и часть, имеющую нормальные обводы. Внутренняя часть корпуса, предназначенная для восприятия внешнего давления, содержит в себе все жизненные части подводной лодки, образованная же по

обводам миноносцев внешняя часть обнимает балластные цистерны и резервуары для горючего. Центральная часть, содержащая главные машины (дизели), аккумуляторы для подводного хода, минные аппараты, главные цистерны и помещения для команды, требует для прочности круглой формы шпангоутов. Наружная часть делается из тонких листов, т. к. балластные цистерны при подводном плавании наполнены водой, а в резервуары для горючего по мере расходования его снизу впускается вода, и, следовательно, давление с обеих сторон наружной обшивки остается одинаковым.

Характеризуемая миделем конструкция относится к средней части корпуса корабля. У обоих концов конструкция усиливается в поперечном направлении для сопротивления срезающим силам, что достигается применением поперечной системы набора; сверх того, оказывает влияние форма самих оконечностей (штевней) и их конструкция. Форма форштевня со времени упразднения таранной тактики приближается к конструкции торговых судов, имея клиперное или ледокольное образование. Материалом для форштевня у крупных судов служит стальная поковка, т. к. от него требуется прочность для присоединения поясной брони; у легких крейсеров и эскадр. миноносцев часто, из соображений экономии веса, форштевень делается из стальных листов в соединении с полосовым железом. Форштевень крепится к килю и палубам, что придает жесткость носовому образованию. Конструкция ахтерштевня с длинным кормовым свесом (фиг. 10) сложнее, в виду необходимости надежного укрепления гребных валов, винтов и рулей. В целях достижения большей живучести на В. с. применяют двухвальную, а на крупных судах, в виду большой мощности машин, — четырехвальную установку и два рядом лежащих балансирных руля; поэтому единственной конструкцией, обеспечивающей надежную жесткую опору гребных валов, является система дейдвудных труб. У двухвинтовых легких крейсеров и эскадр. миноносцев гребные валы и винты поддерживаются при помощи стальных литых кронштейнов, укрепленных своими лапами к килю и переборке и связанных с палубой или соответствующими ей продольными связями. Установка обоих рулей затрудняется необходимостью устройства их приводов возможно ниже (под броней) для защиты от снарядов; это достигается легким наклоном руля наружу. Такие рули дают устойчивость на курсе, достаточную поворотливость, но сильно увеличивают сопротивление воды. Ахтерштевень делается стальной литой, скрепляет опоры рулей и кронштейна с остальной частью корабля и не доходит до ватерлинии, выше которой корма делается из листовой броневой стали.

Корпус В. с. окрашивают выше ватерлинии защитной или камуфляжной окраской, ниже — специальными патентованными составами, содержащими сильно ядовитые вещества, препятствующие обрастанию подводной части корабля травами и раковинами, к-рые сильно уменьшают скорость хода. Палубы обычно делают гладкими и покрыва-

вают линолеумом, при чем у больших судов верхние палубы снабжаются деревянным настилом для придания упора ногам.

Расчет прочности. Необходимость облегчить конструкцию корпуса повела к изысканию наилучших архитектурных форм и уточнению методов расчета последних. При этом оказалось, что, помимо прочности в конструкциях, все большее значение приобретает устойчивость деталей и их составных элементов, так как, вследствие необходимости экономить вес, расчетный запас прочности конструкций корпуса В. с. принимают минимальным, доводя напряжение до 60 % от предела упругости для случая постоян. нагрузки; т. о. запас прочности составляет лишь 70 % принимаемого в гражданских сооружениях для общих напряжений, местные же напряжения допускаются даже выше предела текучести. Для оправдания такого допущения расчеты корпуса В. с. производят со значительно большей тщательностью, чем в гражданских сооружениях. С введением паровых турбин и увеличением скорости хода В. с. до 40 узлов, т. е. 70 км в час, появился новый фактор — вибрация корпусов, — явление, еще недостаточно изученное, но требующее для своего устранения установки нек-рых подкреплений, а следовательно, увеличения веса корпуса (см. *Вибрации*).

Подобного рода задачи, равно как и сложность расчета самих конструкций вследствие их статической неопределимости, повели к созданию целой отрасли строительной механики — строительной механики корабля, основание которой было положено у нас корабельным инженером И. Г. Бубновым. Корпус корабля, с точки зрения строительной механики, представляет собой клепаную балку переменного сечения, уравновешивающую действующие на нее силы веса и давления воды; эта балка должна обладать достаточной общей продольной и поперечной прочностью, а отдельные ее части должны безопасно выдерживать действующие на них местные усилия.

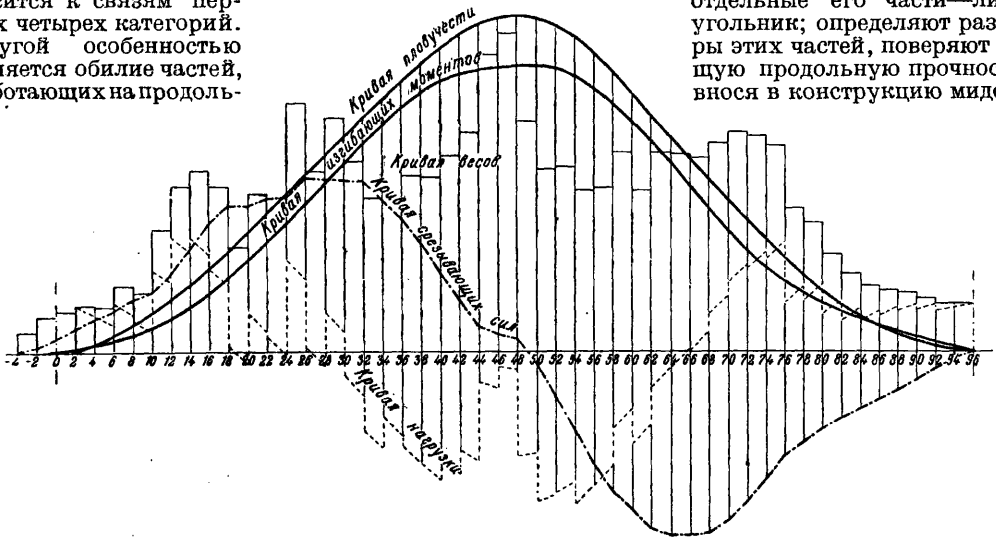
По характеру работы отдельных частей корпуса их можно разбить на следующие категории: 1) части, воспринимающие внешние распределенные усилия (наружная обшивка, настилка палуб) и представляющие, с точки зрения строительной механики, пластины с опорой на жесткие контуры; 2) части, служащие опорным контуром для первых и передающие усилия на более жесткие части корпуса (это набор — балки, нагруженные распределенной нагрузкой); связи этих двух категорий представляют собою, с точки зрения строительной механики, перекрытия; 3) части, служащие жестким контуром для перекрытий (переборки, палубы, борт) и представляющие собою подкрепленные пластины; 4) части, обеспечивающие общую продольную (стрингеры) и поперечную (переборки) крепость; 5) части, воспринимающие местные или временные нагрузки и передающие их на связи 3-й категории, — подкрепления; 6) части, увеличивающие устойчивость листов и балок; 7) части, уменьшающие вибрацию частей корпуса, и, наконец, 8) части, соеди-

няющие листы и профили,—заклепочные соединения. Строительн. механика дает методы расчета каждой из этих категорий связи.

Особенность конструкции В. с. в том, что части работают без строгого разделения функций; напр. наружная обшивка днища относится к связям первых четырех категорий. Другой особенностью является обилие частей, работающих на продоль-

методом последовательного приближения, т. е. поверкой размеров выбранных частей и исправлением их согласно расчету.

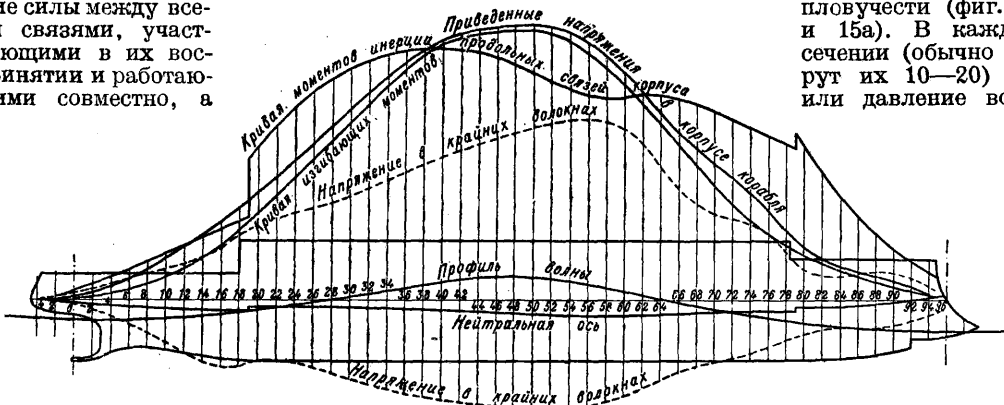
Порядок конструирования и расчета корпуса следующий. По выборе системы набора вычерчивают практически мидель, намечая отдельные его части—лист, угольник; определяют размеры этих частей, проверяют общую продольную прочность, внося в конструкцию миделя



Фиг. 15.

ный изгиб (поверка устойчивости). Основной метод расчета корабельн. конструкций, т. е.: а) определение действующих на них усилий, б) определение возникающих в них напряжений, в) выбор допустимых напряжений и г) проверка условий прочности данной конструкции,—встречает затруднения: во-первых, определение внешних усилий может быть сделано приближенно вследствие трудности распределить действую-

соответствующие поправки. Расчет продольной прочности основан на том, что кривая изгибающих моментов в разных сечениях корабля есть интегральная кривая от кривой срезающих сил, а последняя является интегральной кривой от кривой распределенной нагрузки, что видно из уравнений, связывающих эти величины. Для расчета продольной прочности обычно строят кривую весов корабля и кривую пловучести (фиг. 15 и 15а). В каждом сечении (обычно берут их 10—20) вес или давление воды

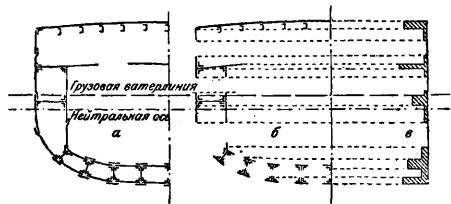


Фиг. 15а.

также вследствие перераспределения нагрузок при деформации связи; во-вторых, распределение напряжений при переходе предела текучести недостаточно изучено, и поэтому получающиеся цифры носят условный характер. Выбор допустимых напряжений основан на разработанных нормах и затруднений не встречает. Т. к. все части работают совместно, то расчет их может вестись лишь

(сила поддержания) преобладают, давая внешние усилия, изгибающие В. с. Суммарная кривая есть кривая нагрузки, действующей на В. с. Интегрируя эту кривую графически или таблично два раза, получаем кривую срезающих сил и изгибающих моментов в любом сечении. Выбрав максимальные значения, надлежит проверить напряжения, получающиеся в корпусе корабля.

Обычно наибольшие напряжения получают, когда корабль находится своей средней частью на вершине или подошве волны; поэтому расчет производят для этих случаев. Для определения напряжений вычисляют момент сопротивления бруса, эквивалентного сечению корабля. Форма этого бруса получается, если площади сечений всех продольных связей, идущих непрерывно по всей длине корабля и, следовательно, принимающих участие в сопротивлении, сосредоточить у диаметральной плоскости, не изменяя их положения по высоте. Чертеж эквивалентного бруса (фиг. 16) наглядно иллюстрирует распределение материала по



Фиг. 16.

сечению корабля с точки зрения его участия в сопротивлении изгибу. На этом чертеже слева изображено поперечное сечение корпуса корабля; посередине—связи этого сечения, достаточно устойчивые для восприятия продольных напряжений от изгиба на волне; справа—сечение этих связей, эквивалентное по моменту сопротивления сечению корабля (эквивалентный брус).

Дальнейшую проверку производят, как обычно при работе на изгиб, но допускают следующие особенности: 1) может случиться, что напряжение некоторых связей от изгиба получится больше, чем это допускает их устойчивость,—тогда они прогнутся и на изгиб работать не будут, что и следует учесть в расчете следующего приближения; 2) все связи несут сверх общей нагрузки еще и местные, которые следует учесть т. о., чтобы общее наибольшее напряжение невыгодного случая распределения нагрузок было меньше допускаемого. Расчеты местной прочности производят, как обычно, учитывая, однако, особенности конструкции корпуса В. с. Общие нормы допускаемых напряжений зависят: 1) от характера напряжений: общих или местных; 2) от рода нагрузки: постоянной, случайной, статически переменной или динамически переменной (ударной). В зависимости от характера напряжений и рода нагрузки допускаемое напряжение принимают в процентах от критич. напряжения материала (предела упругости), а не временного его сопротивления, как это обычно делают в гражданских сооружениях, что является логически более правильным. Кроме нормального случая, изгиб В. с. испытывает большие напряжения при спуске на воду и при качке от действия сил инерции; поэтому производят расчет напряжений и для этих случаев. Для расчета поперечной прочности корабля, требуемой в особенности для постановки его в док (для В. с. большого водоизмещения), необходимо иметь в виду, что вес корабля

передается через поперечный набор и переборки только килевой балке, к-рая и воспринимает реакции кильблоков.

Особенность всех расчетов при проектировании В. с. как по теории корабля, так и по строительной механике—сложность их теоретического обоснования, а по достижении его—простота выполнения, так как все расчеты выполняются табличными или графич. методами. Следует напомнить, что у торговых судов расчета прочности обычно не производят, подбирая мидель по правилам одного из классификационных обществ; поэтому такого рода расчеты составляют специфич. особенность военного судостроения. Наконец, следует указать, что точный расчет корабельных конструкций составляет особенность русского, немецкого и итальянского судостроения, но постепенно получает распространение и в других странах. Громоздкость корабельных расчетов вынуждает производить их лишь с ограничен. точностью; обычно достаточно трех значащих цифр.

Применяемые материалы. Значительное напряжение корабельных конструкций требует особого внимания к применяемому материалу. Обычно употребляются листы и катаные профили, из которых равнобокий и неравнобокий угольники и швеллер являются наиболее применимыми; тавровый, двутавровый и Z-образный профили употребляются в исключительных случаях. Широко распространенные за границей в торговом судостроении бульбовый, тавробульбовый и углобульбовый профили в постройке военных судов даже за границей применяются редко. Постройка корпуса В. с. теоретически требует большого количества разнообразных профилей. Однако необходимость использования стандартизованных массовых профилей, употребляемых для гражданских сооружений с целью упрощения прокатки требуемого количества стали, заставила уменьшить до минимума сортимент стали и для военного судостроения. В виду необходимости избежать перегрузки вес корпуса должен соответствовать подсчитанному теоретически; поэтому при приемке стали требуют от нее не только хороших качеств, но и определенного веса с небольшими допусками, иногда лишь в одну сторону. Стремление уменьшить сечения отдельных частей судового корпуса с целью его облегчения привело не только к повышению сопротивления судостроительной стали на разрыв, но одновременно и к увеличению предела упругости или текучести, т. е. последний при определении допустимой нагрузки важнее, чем сопротивление на разрыв; поэтому с 1908 г. во всех государствах, обладавших значительными военноморскими силами, была введена высокоуглеродистая сталь со значительной примесью марганца, а в последнее время появилась новая строительная сталь с высоким содержанием углерода: немецкая строительная сталь St-48 и английская High Elastic Steel, равно как и кремнистая сталь; впрочем, мнения о свойствах последней еще не установились окончательно. В табл. 5 собраны важнейшие свойства этих специальных и обыкновенных сортов стали.

Табл. 5.—Свойства судостроительной стали.

Сорт	Временное сопротивле- ние в кг/мм ²	Предел упру- гости в кг/мм ²	Удлинение в %
Марка St-48	55,5	34,0	20,0
Кремнистая	51,8	39,8	26,4
High Elastic Steel	48,5	31,0	20,0
Высшего качества (СССР)	60,0	36,0	16,0
Герм. адмиралт. специаль- ная	55,0	34,0	16,0
Английская адмиралт.	53,0	35,1	25,6
Повышен. качества (СССР)	50,0	30,0	18,0
Сталь для торгового судо- строительства	45,0	26,0	20,0
Обыкновенного качества (СССР)	40,0	22,0	20,0
Пониженного качества (СССР)	30,0	17,0	20,0
Заклепочная (СССР)	35,0	20,0	25,0

Из приведенных данных видно стремление повысить у новых высококачественных сортов стали главн. образом предел текучести, вследствие чего допускаемое напряжение м. б. увеличено на 30% (абсолютно).

Из материалов, применяемых для оборудования корпуса, следует прежде всего упомянуть о броневой стали. Первоначально броня корабля была устроена из ряда листов общей толщиной в 4,5" (пловучие батареи 1854 г.), в дальнейшем замененных железными плитами толщиной не более 6". Однако соревнование брони и артиллерии повело к утолщению плит, пока в 1881 г. не дошли до 24" («Inflexible»). Дальнейшее увеличение толщины брони, происходившее параллельно с совершенствованием артил. снарядов (от круглых ядер перешли к цилиндрико-коническим), сделало ее непригодной для установки на корабле, и железо как материал для брони было заменено сталью. Для соединения крепости закаленной стали, необходимой для разрушения снаряда, с вязкостью железа—для задержания осколков, была создана (1886 г.) броня композитная, изготовлявшаяся наливанием слоя расплавленной стали на ковчаную железную плиту, просуществовавшая до конца 19 в. и уступившая место гарвированной броне из цементованных с одной стороны стальных плит; последняя затем была заменена крупновской броней, изготовляемой из цементованной и закаленной хромо-никелевой стали, что произошло опять-таки под влиянием успехов снарядного производства. Так как цементация по способу Крупна проникает на глубину 1 1/2", то минимальная толщина цементованных плит, расклевываясь на части, — 3"; более тонкие плиты делаются нецементованными. В химич. составе брони особое значение имеет отсутствие вредных примесей (фосфора, серы). Броня изготовляется в форме плит определенного размера и формы, в каждом случае определяемых шаблонами, и доставляется на судостроительный завод в совершенно готовом для установки виде. Важно достигнуть надежного соединения броневых плит между

собой для создания сплошной броневой поверхности, лучше способствующей поглощению живой силы снаряда, что достигается несколькими способами соединения плит (см. Броня).

Из других материалов для В. с. применяются в значительных размерах сплавы меди: латунные (морская латунь с сопротивлением в 35 кг/мм² и удлинением 30%, мунцметалл—35 кг/мм² и 30%); бронзовые (для ответственных отливок—22 кг/мм² и 19%, для обычных—18 кг/мм² и 12% и специальные сорта—фосфористая, марганцовистая), рубель-бронза для винтов, баббит и белый металл. Во избежание ржавления трубопроводов системы осушения применяют для них трубы красной меди; в последнее время значительное распространение получили сплавы из алюминия, обладающие ценными для военных судов свойствами легкого веса при достаточной прочности.

В значительном количестве кроме листовой и фасонной стали употребляют стальные отливки и поковки. Чугун и чугунные отливки в военном судостроении почти не применяются вследствие значительного веса и хрупкости; их заменяют стальными. Стальное литье имеет сопротивление на разрыв 40—60 кг/мм² и удлинение 6—18%. Тяжелые поковки, как, напр.: коленчатые и гребные валы, поршни, поршневые штоки, шатуны, турбинные роторы, обладают прочностью в 40—50 кг/мм² и удлинением 20—30%, тогда как поковки из среднепроцентной никелевой или тигельной стали достигают сопротивления разрыву 52—70 кг/мм², при удлинении 18%.

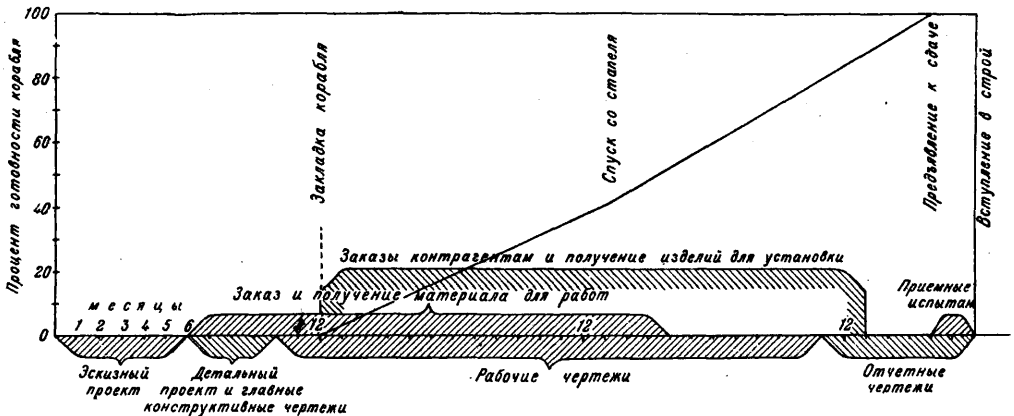
В то время как в коммерческом судостроении размеры отдельных частей судового корпуса определяются по правилам классификационных обществ с некоторой прибавкой, учитывающей опасность ржавления, при постройке военных судов приходится отказываться от этой прибавки в пользу возможно более легкого корпуса судна и обратить особое внимание на хорошую сохранность железных частей применением надежной окраски, оцинкованием корпуса или его металлизацией (способом Шоппе), а также планомерными докованиями и работами для поддержания сохранности корпуса. В особенности нуждаются в постоянном наблюдении и поддержании сохранности: внутренняя обшивка двойного дна в котельном и машинном помещениях, переборки угольных ям и все части наружной обшивки, подвергающиеся постоянному воздействию вихревых течений воды. В машинном помещении все еще продолжают наблюдать разъедание и продырявливание конденсаторных трубок, возникающие отчасти изнутри под влиянием вихревых течений охлаждающей морск. воды, отчасти же снаружи под действием мягкого пара турбин низкого давления и примеси к нему воздуха. Так как причина этих разъеданий еще окончательно не установлена, то до сего времени не удалось добиться их полного устранения. Аналогичные явления обнаружены в проводящих морскую воду трубах пожарной и водоотливной систем, разъедание которых приписывается, наряду с воздействием

беспорядочных вихревых водных течений, также наличие электрических токов.

Оборудование корпуса. Сборка корпуса военных судов ведется так же, как и торговых судов, на стапеле (см. *Верфь*), но до спуска обычно устанавливают на корабль меньший % общего веса. Котлы, механизмы, артиллерия и броня устанавливаются на воде после спуска. Оборудование корпуса в части подводной арматуры заканчивается обязательно на стапеле. По окончании постройки судового корпуса на стапеле и спуске его на воду плавающее судно отводится для достройки к набережной, и затем начинают на судне монтаж машинной установки вместе с котлами и вспомогательными механизмами, прикрепление броневых плит главного пояса и казематов, установку орудийных башен и боевых рубок, а также сборку всех остальных устройств и работ по внутренней отделке. В этих сборочно-установочных работах на самом корабле, к-рые производятся преимущественно ручным способом, принимают участие не только

тогда как более легкие части подаются на борт помощью более слабых, обычно береговых, подвижных кранов. Производство окончательной пригонки частей и других вспомогательных работ сильно облегчается пловучими мастерскими, которые для этой цели пришвартовываются сбоку судна.

В состав корпуса, кроме частей набора, обшивки, настилки палуб и брони, входят устройства и системы. Устройства и называются приспособления, необходимые для обслуживания судна в его соприкосновении с окружающ. миром. Рулевое устройство включает рули в собранном виде без рулевых машин. Обычный тип рулей В. с.— балансирующие или полубалансирующие, позволяющие достичь наибольшей поворотливости. Их размеры допускают ручное управление лишь на случай аварии, и то для небольших судов, обычно же требуют для своего вращения машин, управляемых с мостика. На больших судах это управление механизмуется и электрифицируется, благодаря чему перекладка руля не требует

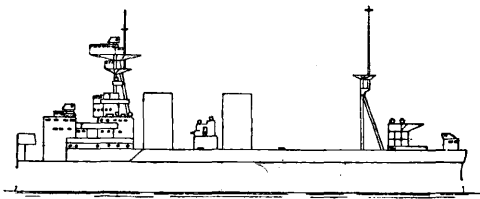


Фиг. 17.

все отделы судостроительного завода, но и целый ряд других заводов, как то: орудийные, электротехнические сильного и слабого тока, з-ды торпедных аппаратов, холодильных установок, отопления, жирскопических компасов, радиотелеграфных и телефонных установок, аппаратов для подводной звуковой сигнализации, и т. д. Большое число различных категорий рабочих, распределенных по всему судну и принужденных одновременно работать в замкнутых судовых помещениях, чрезвычайно затрудняет организацию монтажа. Поэтому целесообразная организация сборочных работ во время достройки судна является одной из труднейших задач заводской администрации как при постройке новых военных судов, так и при ремонтах. Для контроля хода работ по постройке корабля служит срок о в ы й план (фиг. 17). Для монтажных работ употребляется ряд пловучих и береговых стационарных и самоходных кранов, из которых крупные краны, с подъемной силой иногда до 200 т, пловучие или береговые, служат для подъема с барж или из жел.-дор. вагонов тяжелых масс турбинных установок, котлов, брони и орудийных башен,

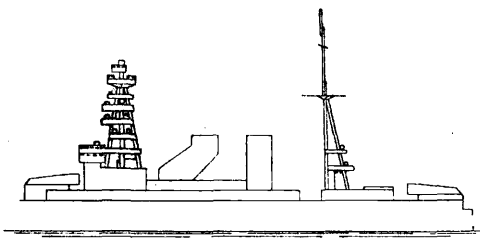
усилий рулевого. Обычно на В. с. имеется несколько постов управления, расположенных в наиболее удобных местах и защищенных броней. Поэтому порча и разрушение мостика, служащего для управления в мирной обстановке, для беспоспособного судна никаких последствий не имеет. Обычно на больших кораблях посты управления кораблем отделяют от артиллерийских. При стоянке применяется якорное устройство, состоящее из якоря с канатом, шпилей для его подъема и спуска и помещения для хранения каната (цепной ящик). Якоря военного флота получили распространение и в торговом как наиболее удобные и простые в обращении. Шпили на В. с. приводятся в движение паром как более простой в обращении энергией. Шлюпочное устройство состоит из моторных, паровых и гребных шлюпок и приспособлений для их подъема (шлюпбалки, краны) и хранения (ростры). Швартовное устройство состоит из троса, киповых планок, через к-рые трос выпускается на берег, и кнехтов, к к-рым он крепится при швартовке. Аналогично выполняется буксирное устройство, требующее мощной опоры для закрепления буксирного троса.

Леерное—служит для безопасного хождения по палубе в свежую погоду; тентовое—защищает палубу от солнечных лучей. Наконец, устройство для погрузки твердого и жидкого топлива в открытом море составляет специфич. особенность В. с. Несколько особняком стоят мачты, потерявшие одно



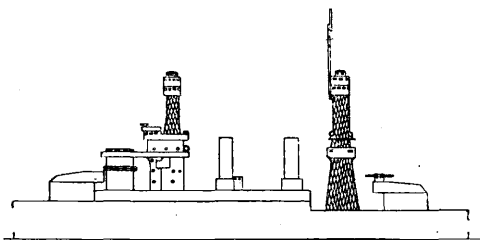
Фиг. 18.

время свое значение и получившие новое употребление с введением беспроволочного телеграфа, а также с увеличением дальности орудий, требующей помещения наблюдателей возможно выше над уровнем моря. Особый интерес представляют боевые



Фиг. 19.

мачты линейных кораблей. На фиг. 18—20 изображены три конструкции мачт: фиг. 18—мачта линейн. корабля «Hood», фиг. 19—японского линейного корабля «Mitsu» и фиг. 20—америк. линейн. корабля «Magu-lan». Опасения возможности разрушения обычных мачт и неудобство наблюдений с них повели к устройству многоногих мачт,



Фиг. 20.

а в настоящее время—к устройству боевых башен («Nelson»), в к-рых сосредоточивается управление огнем.

Под корабельными системами разумеют приспособления, необходимые для обслуживания внутренних потребностей судна. Сюда относятся системы: 1) водоотливная, 2) осушительная, 3) орошения, 4) затопления, 5) спускная, 6) перепускная, 7) противокреновая, 8) водопроводная, 9) сточная, 10) пожарная, 11) переговорная, 12) ото-

пления, 13) вентиляции, 14) охлаждения. Каждая система состоит б. ч. из трубопровода, распределительных частей (коробки, клапана) и механизмов. В. с. должны обладать мощной водоотливной системой, но не следует думать, что ее назначение—удалять воду, вливающуюся через пробойну: эта задача—нереальна. Поэтому, по локализации проникновения воды непроницаемыми переборками и палубами, нужно заделать пробойну, хотя бы временно, иногда подводкой пластыря, а тогда уже удалять воду из затопленных отсеков. Чаще всего приходится удалять воду, фильтрующуюся в неповрежденные отделения. Русская система, предусматривающая в каждом значительном судовом отсеке особый центробежный насос с электрич. приводом и избегающая т. о. опасности прободения переборки трубами, постепенно находит себе распространение во всех военных флотах, после того как электрич. передача энергии была введена почти для всех вспомогательных механизмов на борту В. с. Система осушения—обычная, имеющая назначением удалять до сухости небольшие количества воды, стекающие в трюм по перепускной системе, тогда как противокреновая система имеет назначением выравнивать крен и дифферент при аварии путем заполнения надлежащих отсеков. Особенностью военных судов являются системы затопления и орошения боевых погребов на случай пожара во избежание взрыва корабля. Система затопления состоит из кингстонов в днище, открываемых по мере надобности и дающих доступ морской воде внутрь судна под естественным напором. В виду длительности операции затопления применяют как вспомогательное средство систему орошения, дающую, обычно от пожарной магистрали, дождь над всем погребом, охлаждающий снаряды и тем предупреждающий взрыв до момента затопления. Особую важность на В. с. приобретает система вентиляции, так как во время боя все броневые палубы задраиваются, и доступ воздуха во все помещения корабля возможен лишь через вентиляцию. В настоящее время, в связи с развитием химическ. оружия, на очередь ставится вопрос борьбы с засасыванием газов системой вентиляции, что имело место впервые в русско-японскую войну. Система охлаждения боевых погребов, или аэрофрежерация, служит для поддержания в артиллерийских погребах достаточно низкой t° , обычно не выше 25—30°, во избежание разложения бездымного пороха. Система состоит из холодильных машин, понижающих t° рассола, циркулирующего по танку и трубопроводу охлаждения.

Электрическое оборудование корабля приобрело огромное значение с тех пор, как электрификация вытеснила все другие способы передачи энергии, в частности и гидравлический (для наводки, поворачивания и заряжания тяжелых орудий). Электрификация дает возможность, в соединении с электрическим освещением, электрич. передачей приказаний, центральной автоматич. наводкой всех тяжелых орудий из боевой рубки, совместно с приводимым в движение электричеством жирокопич. компасом, ставшим

для В. с. необходимо, — организовать всю передачу энергии от силовой станции настолько надежно и настолько доступно для осмотра и починки повреждений, что она сделалась необходимой принадлежностью военного судна.

Внутренняя отделка В. с. обнимает собой жилые помещения для экипажа с необходимыми для питания и сохранения здоровья экипажа устройствами, как то: кухнями, холодильниками, банями, душами, уборными, лазаретом и аптекой, а также провизионными погребами. Для отделки кают старшего и младшего командного состава и для каютных переборок, а также в качестве материала для столов, скамеек, полок и платяных шкафов, употребляют исключительно тонкое оцинкованное и крашеное железо; дерево не применяется вследствие пожарной опасности. Равным образом все лестницы и сходные люки, наружная отделка, лаги и ящики для артиллерийск. снарядов и инвентаря делаются из листового железа. Применение дерева ограничивается т. о. настилкой верхней палубы, прокладками для снарядов в боевых погребах, шлюпками (в бой не идущими).

В конструкции и постройке главных машин (см. *Двигатели судовые*) введение турбин с зубчатой передачей позволило значительно увеличить коэффициент полезного действия установок. Зубчатая передача несколько усложняет машинную установку, но дает возможность обойтись без особых крейсерских турбин помощью разделения главной турбины на турбину высокого давления с дисками Куртиса и турбину низкого давления с ротором Парсонса. Паровая турбина представляет громадные преимущества в качестве главной машины для В. с. в виду ее спокойного хода, малой высоты корпуса, а особенно вследствие ее почти неограниченной мощности. Машинные установки мощностью до 200 000 *HP* без паровых турбин были бы невозможны. Паровая турбина стала необходима также и для миноносцев и даже для привода быстрходных вспомогательн. механизмов, например центробежных воздуходувок для котельных отделений.

Для добывания пара всеобщее распространение получили водотрубные котлы с толкостенными трубками малого диаметра систем Ярроу, Торникрофта или Шульца; применение перегрева распространилось после того, как первые турбины заднего хода с барабаном Парсонса сменились дисками Куртиса, устранявшими опасность поломки, «салата из лопаток» (вследствие значительного удлинения турбинного барабана под влиянием высоких темп-р перегретого пара). Угольная топка решительно вытесняется нефтяной. С введением нефтяной топки обслуживание котлов значительно упрощено и облегчено, и, главное, устранена тягловая и длительная работа по перегрузке угля из ям к котлам во время форсированного хода. При нефтяной топке для хранения горючего могут быть использованы также части судового корпуса, удаленные от котельного помещения, т. к. нефть подается насосами в расходную цистерну, а оттуда

к форсункам. Угольные люки в броневой палубе, необходимые для транспорта угля и уменьшающие ее защитное действие, заменяются небольшими отверстиями для прохода труб.

Наряду с паровой турбиной, для малых мощностей вошли в употребление дизеля, ставшие единственно возможной судовой машиной в подводных лодках, для непосредственного привода винтов при надводном плавании и для получения электрич. тока, необходимого для электромоторов при подводном плавании. Делаются попытки использовать дизеля и для других родов В. с., так как готовность к действию в кратчайший срок, экономичность расхода топлива, экономия места и обслуживающего персонала, отсутствие видимого дыма весьма важны с военной точки зрения. На некоторых легких крейсерах уже сделан опыт использования дизелей в качестве главной машины для экономич. скорости хода, причем главные турбины в это время вращаются вхолостую; такое устройство позволяет значительно увеличить радиус действия В. с. Двигатели внутреннего сгорания в виде главных механизмов устанавливаются на мониторах, канонерках, сторожевых судах и торпедных катерах.

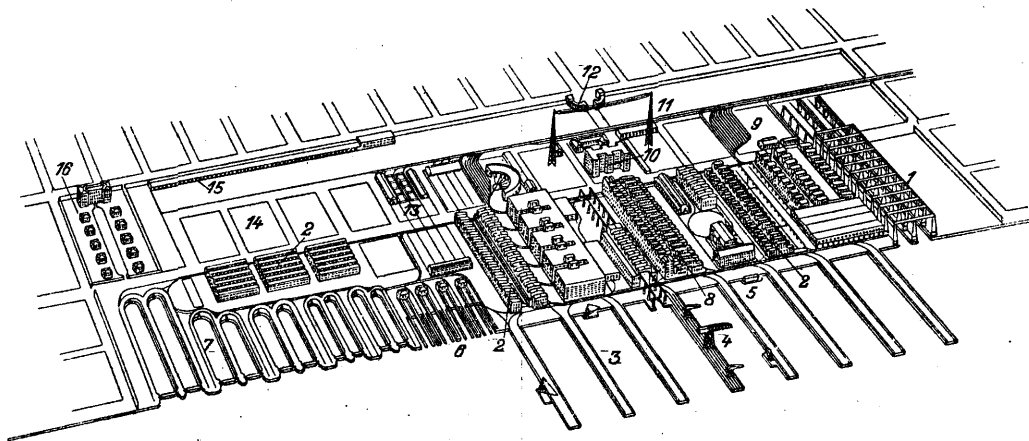
Постройка В. с. производится как на судостроительных заводах, так и на верфях военных портов, наглядное представление о которых дает фиг. 21. На ней показаны: 1—стапель для постройки В. с., 2—мастерские, 3—пирсы для достройки и ремонта кораблей, погрузки угля, боевых припасов и снабжения, 4—кран, 5—пристань для шлюпок, 6—мортонев элинг, 7—сухие доки, 8—склады, 9—сортiroвочная станция ж. д., 10—управление порта, 11—радиостанция, 12—главный вход, 13—склады угля, 14—запасные участки, 15—опытный бассейн, 16—рабочий поселок.

В военном порту производится ремонт кораблей, всех механизмов, окраска и снабжение запасами, топливом и водой.

Приемные испытания. По окончании постройки военных судов на верфи начинаются сперва швартовые, а затем и ходовые испытания (пробные плавания) с целью проверки достижения обусловленных договорами скоростей хода, мощности машин и расхода горючего; одновременно изучают поведение судна на волнении и его способность маневрирования. Для определения скорости хода отмечают время пробега в *м е р н о й м и л и*, т. е. линии, расположенной в достаточном удалении от берега, вымеренной и отмеченной по суше створными знаками. После многократных пробегов мерной мили в обоих направлениях вычисляют среднюю скорость хода. Более продолжительные испытания форсированным ходом производят по длинному прямому курсу, дабы избежать потерь скорости при поворотах. Для определения мощности паровых машин, при испытаниях как на мерной миле, так и ходовых, через определенные промежутки времени снимают индикаторные диаграммы и определяют соответствующие числа оборотов, давление в главной паропроводной трубе, средние давления у всех

цилиндров и вакуум в конденсаторе. Мощность дизелей и паровых турбин определяют помощью торсиометров и приборов для измерения упора винта; определяется также количество потребления котлами питательной воды. Скольжение гребного винта (слип)

накоплении необходимых данных, производится довольно точно. Исходными данными являются таблица нагрузки и спецификация корабля. Тщательно детализированная таблица нагрузки дает вес различных частей и деталей и позволяет определить



Фиг. 21.

вычисляется из хода судна, числа оборотов и скорости. Обычно ходовые испытания В. с. заключают в себе: заводское испытание для проверки правильности функционирования машин; несколько часов максимально форсированного хода для определения полной мощности машин и наибольшей скорости хода и многочасовое плавание экономическим ходом для определения наивыгоднейшего расхода горючего. К этому присоединяются пробег: для пристрелки орудий и испытания орудийных оснований, для испытания рулевого устройства и поворотливости судна, а также для определения маневренной способности машин.

Стоимость В. с. Вышеизложенные данные позволяют сделать заключение о высокой стоимости В. с. сравнительно с торговым. Действительно, употребление материала высокого качества и масштаб работ, с трудом поддающихся механизации и введению приемов массовой работы, требуют значительных расходов. До 60% всей заработной платы при постройке военных судов падает на сборку судового корпуса на сталепеле; из них 36—38% на клепку, для производства к-рой пока не найдено экономичного машинного способа, хотя уже начинает получать развитие автогенная и электрическая сварка листов корпуса. Применение пневматич. машин для рубки, клепки и чеканки внесло значительное ускорение и удешевление в работы. Мало поддаются механизации сборно-установочные работы по механизмам, электротехнике и артиллерии. Табл. 6 показывает стоимость военных судов некоторых типов (за границей) в наст. время. Высокая стоимость и незначительный срок службы В. с. (см. табл. 7) требуют осмотрительности при развертывании судостроительных программ В. с. и точного составления смет. Калькуляция стоимости судостроительных работ представляет трудности вследствие их индивидуального характера, однако, по

стоимости постройки. Стоимость корабля складывается из следующих элементов: а) материалы, б) рабочая сила, в) накладные расходы, распределяющиеся на заводские цеховые расходы и общие расходы,

Табл. 6.—Стоимость военных судов за границей.

Тип и наименование корабля	Тоннаж в т	Стоимость в фн. ст.
Лин. корабль «Rodney» . . .	35 000	7 488 274
Лин. крейсер «Hood» . . .	41 200	6 025 000
Авиан. эс. «Eagle»	22 600	4 617 636
Крейсер класса Е	7 600	1 600 933
Легк. крейсер класса D . . .	4 650	810 182
Подводный крейсер X-1 . . .	2 780	1 000 000

г) контрагентские заказы э-да, д) расходы управления треста, е) прибыли. Задача калькуляции заключается в нахождении размера стоимости каждого отдельного элемента

Табл. 7.—Сроки службы кораблей в строю (по установленным инструкциям о флоте).

Тип корабля	Вашингтонская конвенция	Англия	Франция	Швеция	Дания
Лин. корабль	20 Без ограничений	20	20	24	27
Лин. крейсер		20	17	—	—
Крейсер		20	17	—	27
Эскадр. миноносец		16	15	20	18
Подводн. лодка		12	12	14	15

Примечание. При определении срока службы учитывается тактическая и техническая устарелость корабля.

по отдельной специальности (корпус, механизмы, артиллерия и пр.) и составления сводной ведомости. Зная по спецификации

и опыту прежних построек материалы, какие потребны для изготовления какой-либо части, и потребное их относительное количество, составляют ведомость материалов, необходимых для постройки корабля с подразделением ее по статьям нагрузки, откуда уже легко определить общую стоимость материалов. Стоимость рабочей силы по весовому методу может производиться на основании норм обработки в челокодныхх двояко: либо по отношению к материалам, либо по отношению к изделиям. Так, можно пользоваться количеством челокодной, потребных для обработки 1 т корпуса, но можно взять количество работы для обработки всех угольников определенного размера. Полученная тем или иным способом ведомость рабочей силы даст возможность определить размер заработной платы по среднему тарифному разряду и среднему заработку для данной работы. Начисляя накладные расходы в размере, имеющем место на заводе, которому предполагается передать постройку, получают полную стоимость работ по корпусу, а суммируя их с другими работами завода, исчисленными таким же способом, и добавляя контрагентские работы, получают полную стоимость корабля в целом. Обычно калькуляционная работа производится заводом, заявляющим стоимость всех работ суммарной ценой, гарантируемой и принимаемой заводом за основу подсчета стоимости военного корабля. В договорах на постройку В. с. предусматриваются все особенности военного корабля, вытекающие из расчетов, чертежей и спецификаций.

Лит.: Шведе Е. Е., Военные флоты, Л., 1926; Штенцель А., История войны на море, пер. с нем., ч. I—V, П., 1917; Шершов А. П., Практика кораблестроения, ч. II и III, СПб., 1912; Крылов А. Н., Основные сведения по теории корабля, Л., 1926; его же, Учебник теории корабля, СПб., 1913; его же, Теория мореходных качеств корабля, части I—III (из них I и II литограф.), П., 1915; Невражин В., Теория корабля, ч. I и II, СПб., 1914—13; Гойнкис П. Г., Теория корабля, Кача (литограф.), Л., 1924; Фан-дер-Флит А. П., Теория корабля, ч. I—III, СПб., 1911—16; Шлезингер Г., Курс корабельной архитектуры, т. 1, СПб., 1900; Пиоульский Г., Курс вспомогат. судовых механизмов и аппаратов, П., 1915; Демков В. М., Материалы по постройке воен. судов, т. 1, Л., 1924; Багрин-Каменицкий В. А., Малышев Н. Ф. и Роднин Н. Н., Полный свод технич. условий, принятых во флоте на материалы и пр., Л., 1925; Вокреенский И. Н., Технология судостроительн. и машиностроит. материалов (литограф.), Л., 1926; Шиманский Ю. А. и Гарденин М. Ф., Справ. книга для корабельных инженеров, П., 1916; Пидкер Ф., О прочности корабля, пер. с нем., СПб., 1913; Буинов И. Г., Строит. механика корабля, ч. I—III, СПб., 1912—1916; Бобров И. И., Конспект лекций по строит. механике корабля (литограф.), Л., 1926; Скрибанти А., Вычисления продольной крепости корабля, перев. с итал., СПб., 1906; «Морской сборник», СПб и Л., 1847—1928; Johows Hilfsbuch f. d. Schiffbau, V. 1, 2, 5 Aufl., Berlin, 1927; Новгаард W., General Design of Warships, N. Y., 1920; Новгаард W., Modern History of Warships, N. Y., 1920; Новгаард W., Structural Design of Warships, N. Y., 1915; Attwood E. L., Warships, 6 ed., N. Y., 1917; Schwarz T., Die Entwicklung des Kriegsschiffbaues, T. I—II, B., 1912; Krieger E., Das Kriegsschiff, Leipzig, 1913; Weyer B., Taschenbuch d. Kriegsschiffen, Mch., 1900—28; Jane's Fighting Ships (An Encyclopedia of the Navies of the World), L., 1896—1927; «Brassey's Naval Annual», London, 1896—1928; «Jahrb. d. schiffbautechn. Ges.», B., 1901—28; «Transactions of the Inst. of Naval Architects», London, 1920.

Т. Шварц (Адмиралтейство, Берлин).*

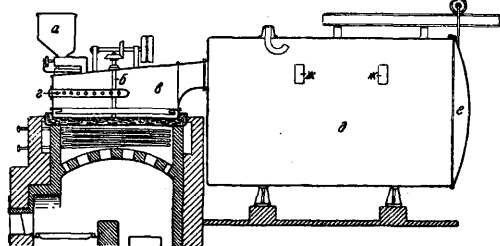
ВОЗГОНКА, сублимация, переход твердого тела в парообразное состояние и обратно (из парообразного в твердое), минуя жидкую фазу. В. свойственна только таким твердым «летучим» телам, пары к-рых обладают значительным давлением уже при t° ниже точки кипения этих тел. В технике пользуются В. для очистки твердых тел от примесей и загрязнений. В виду того, что высокая температура часто (особенно в случае сложных органических соединений) вызывает разложение продукта, осмоление и значительные потери его, применение при В. сравнительно низкой t° сохраняет продукт и увеличивает его выход; чтобы понизить t° еще более, процесс В. обычно ведут под уменьшенным давлением и, для ускорения процесса, часто в атмосфере какого-нибудь индифферентного газа, наприм. азота. Самый процесс возгонки состоит в нагревании возгоняемого тела до t° , при которой начинают выделяться его пары; с этого момента поддерживают постоянную t° во все время процесса; выделяемые пары подвергают охлаждению, и они переходят снова в твердый, но уже очищенный от примесей продукт. Поддержания постоянной t° в течение всего процесса является очень важным условием В., т. к. колебания t° вредно отражаются на ходе процесса: понижение ее замедляет В., а повышение часто ведет к разложению продукта. Поэтому обогреть, за очень редкими исключениями, ведут не на голом огне, а при помощи какого-нибудь промежуточного тела (передатчика тепла), что дает возможность легче регулировать t° ; такими передатчиками тепла служат тела, не изменяющиеся от повышения t° : песок, масло, нагретый воздух, легкоплавкие сплавы, чугунные стружки, концентрированный раствор хлористого магния. В некоторых случаях нагревание ведут паром. Однократная В. не всегда дает сразу достаточно чистый продукт; в таких случаях прибегают к второй и третьей В.; каждая следующая В. ведется при других температурных условиях и часто с применением других инертных газов; т. о. осуществляется дробная, или фракционированная, возгонка, аналогичная фракционированной перегонке жидкостей. Фракционированной В. достигает более быстро и более тщательного разделения смеси твердых тел.

Главные части аппарата для В.: 1) куб, в к-ром происходит нагревание сырого продукта и превращение его в парообразное состояние, и 2) камера, в к-рой пары охлаждаются и превращаются в твердое тело. Твердая масса, загруженная в куб, нагревается неравномерно: частички, прилегающие к нагревательной поверхности куба, подвергаются наиболее сильному нагреву, а остальные нагреваются сравнительно слабо, и, вследствие того, что твердая масса б. ч. является плохим проводником тепла, происходит неравномерное нагревание всей массы, связанное к тому же с значительным расходом тепла. Во избежание этого необходимо располагать твердое вещество в кубе невысоким слоем; куб снабжают мешалкой, и т. о. тонкий слой вещества при непрерывном помешивании прогревается достаточно

* Дополнили и обработали Н. Власьев и Р. Тишбайн.

равномерно. Объем камеры значительно превосходит объем куба. Чтобы ускорить процесс обращения пара в твердое вещество, прибегают к искусственному охлаждению паров, орошая камеру водой или понижая ее t° охлажденным соляным рассолом или охлажденным воздухом; способ охлаждения зависит от того, с какой легкостью происходит конденсация продуктов из паров.

Конструкция аппарата зависит от физич. и химическ. свойств возгоняемого тела и от легкости, с какой данное тело подвергается разложению, но независимо от этого все виды аппаратов, применяемых при В., можно разделить на две большие группы: аппараты, работающие без уменьшенного давления (старого типа), и аппараты, работающие под уменьшенным давлением (с вакуумом). Последние в настоящее время приобрели наибольшее значение, т. к. они требуют меньше времени на очистку продукта и дают больший выход его. В. салициловой кислоты в прежнее время вели в цилиндрических котлах с полусферическим дном, выложенных свинцом, и без мешалки; вследствие этого вещество спекалось в толстый ком, плохо проводящий тепло; в то время как верхние части этого кома не успевали прогреться до требуемой t° , нижние перегревались и разлагались, уменьшая этим выход продукта. Куб для В. соединялся с камерой для охлаждения рядом узких трубок, снаружи не изолированных, что вызывало преждевременное охлаждение паров в этих



Фиг. 1.

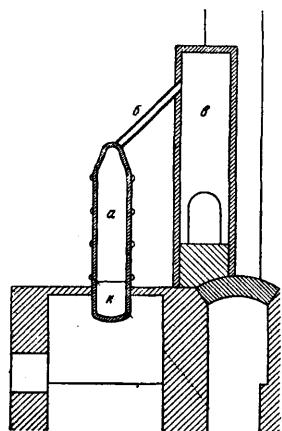
трубках, выделение твердого вещества и закупорку трубок. Сама камера была невелика по объему и имела не горизонтальное, а вертикальное положение. Вследствие этого продукты конденсации паров при охлаждении наслаивались друг на друга и не образовывали ясно различных кристаллов; вертикальное положение и недостаточные размеры камеры не обеспечивали достаточной циркуляции паров внутри камеры для охлаждения; вследствие этого не достигалась полной конденсации. Современный аппарат для В. салициловой кислоты (фиг. 1) состоит из куба *в* с плоск. дном, снабженного мешалкой *б*, приводимой в движение от трансмиссии; в крышке этого куба (также плоской для предотвращения вихревых движений поднимающихся паров) проделано отверстие, окруженное воронкой (лаз *а*), через к-рое производится загрузка вещества, подвергающегося В.; дно куба окружено металлической рубашкой, которая заполняется веществом, служащим передатчиком тепла, так что дно куба нигде не приходит в непосредственное соприкосновение с пламе-

нем. Инертный газ впускается в куб через кольцевую трубку *г*. Для наблюдения и регулирования процесса В. в эту кольцевую трубку помещают контрольные приборы: термометр для определения температуры куба и вакуумметр для определения степени разрежения; из куба ведет широкая труба в камеру *д*, имеющую форму горизонтально удлиненного цилиндра. На стороне камеры, лежащей против трубы, соединяющей ее с кубом, находится дверца *е*, через которую из камеры извлекается очищенная салициловая кислота. Боковая поверхность камеры снабжена двумя квадратными герметически закрытыми окошками *ж* для наблюдения за ходом конденсации. Аналогично устроены аппараты для В. бензойной к-ты и ароматы. При очистке нафталина [2] применяют дополнительное нагревание сырого продукта перегретым водяным паром. Сера [2] очищается двумя способами: дистилляцией (для получения серы в кусках—черенковой серы) и В. (для получения серы в виде пыли—серного цвета). На практике обыкновенно оба метода очистки производят вместе в одном и том же аппарате; регулируя t° процесса, направляют его по желанию в сторону дистилляции или В. Комовая, неочищенная сера загружается в цилиндрический подогреваемый голым огнем котел, где сера плавится, тяжелые примеси оседают на дно, а жидкая сера стекает по трубе в чугунную горизонтально расположенную реторту, снабженную собственной топкой. При t° не выше 144° жидкая сера испаряется; пары по трубе переходят из реторты в камеру, где охлаждаются и оседают по стенкам в виде серного цвета. Осевшую на стенках серу сметают несколько раз во время процесса. Если же темп-ру поднять выше 144° , то сера собирается на дне камеры в жидком виде и через отверстия вытекает в формы, откуда по охлаждении извлекают черенковую серу. Для очистки хлористого аммония также прибегают к В. Сырую, неочищенную массу загружают в железный котел с плоским дном; котел (куб) обкладывается огнеупорным кирпичом снизу и с боков, а сверху покрывается слабо выпуклой крышкой из железа или свинца; котел обогревают голым огнем. Содержащуюся в неочищенном хлористом аммонии влагу удаляют в первую очередь, для чего в начале возгонки открывают отверстие в крышке куба. Когда вся вода испарится и покажутся первые пары хлористого аммония, отверстие закрывают и продолжают нагревание. Следует остерегаться слишком сильного нагрева, т. к. при этом органические примеси могут обуглиться и загрязнить продукт. В. хлористого аммония продолжается долго: загрузка в полтоны возгоняется в течение пяти дней. По окончании процесса снимают крышку, на которой отложился сублимированный хлористый аммоний слоем толщиной около 10 см, и удаляют чистый продукт.

Некоторые особенности представляет В. иода. Неочищенный иод содержит 10—25% примесей и воды. Для очистки иода употребляют чугунные котлы небольшой сравнительно емкости, со свинцовой крышкой; несколько таких котлов сообщаются с одной

керамиковой камерой; чаще применяют керамиковые котлы с пришлифованными крышками; эти котлы нагреваются на песчаной бане. Загрузка каждого котла сравнительно небольшая—ок. 10 кг. При нагревании иод возгоняется и собирается на крышке котла в виде листочков, которые время от времени счищают с крышек.

Укажем еще на очистку белого мышьяка [1]. В. производится в аппарате, схематически представленном на фиг. 2; белый мышьяк загружается в чугунный котел к, емкость которого рассчитана на 150 кг неочищенного мышьяковистого ангидрида. Котел к снабжен высоким узким колпаком а из листового железа и нагревается непосредственно в пламени угольной топki. По достижении температуры возгонки мышьяк начинает возгоняться и осажается на



Фиг. 2.

железном колпаке в виде прозрач. стекловидного тела—мышьякового стекла; другая часть паров переходит по трубе б в камеру в, где и осажается на стенках в виде порошка—очищенного мышьяковистого ангидрида.

Лит.: *) Ост Г. Химич. технология, вып. 2, стр. 127—128, Л., 1927; *) Товароведение, под ред. П. Петрова и Ф. Черевитинова, т. 1, стр. 209—211, М.—Л., 1927; *) Fischer F., Handbuch d. chem. Technologie, В. 1, р. 378, В. 2, р. 32, В. 10, р. 138, В., 1900; Ullmann's Enzyklopädie d. techn. Chemie, В. 11, р. 56, В.—Wien, 1922. И. Ноган.

ВОЗДУХ, механич. смесь газов, образующих газообразную оболочку земного шара—атмосферу. На уровне моря высушенный В. состоит из 78,03 объемных % азота, 20,99% кислорода, 0,94% аргона, 0,03% углекислого газа, 0,01% водорода, 0,00123% неона, 0,0004% гелия, 0,00005% криптона и 0,000006% ксенона (см. *Благородные газы*). Плотность воздуха на уровне моря при давлении 760 мм и 0° С в местности на 45° широты равна 0,0012928; т. о. при темп-ре t и барометрич. давлении b на уровне моря и на широте 45° плотность воздуха равна:

$$\lambda_{\text{сух.}} = \frac{0,0012928}{1+0,003871} \cdot \frac{b}{760}$$

Кинематическая вязкость В. в газах (см. *Справочник Т. Э.*, т. I) при 20° равна 284,2. Коэфф. расширения при 760 мм = 0,003671. При сильном охлаждении и одновременном расширении В. м. б. обращен в жидкое состояние. Жидкий В. в зависимости от большего или меньшего содержания O₂ (следствие испарения N₂) имеет различ. плотности:

Мол. % O ₂ в жидк. воздухе	Плотность (при t° кип.)	t° кип.
10	0,831	-195,0
20	0,856	-194,3
30	0,883	-193,5
40	0,932	-192,6
50	0,974	-191,5

Воздух является неисчерпаемым источником обоих главнейших газов, из которых он состоит: азота и кислорода. Азот используется для получения синтетического аммиака и для синтеза цианамид кальция (см. *Аммиак, Азот и Цианамид кальция*). Кислород добывается из В. гл. обр. путем фракционированной перегонки жидкого воздуха.

Оба газа, N₂ и O₂, соединяются друг с другом химически с образованием окислов азота под влиянием пламени вольтовой дуги по методу Биркелянда и Эйде и по другим методам, являющимся видоизменениями названного метода (см. *Азотная кислота*). Из остатков жидкого В. выделяют фракционированной перегонкой благородные газы. Помимо указанных газов в В. присутствует в большем или меньшем количестве озон (см.). Этот газ является сильным окислителем: он очищает В. и обнаруживает сильное бактерицидное действие. Его содержание в В. особенно велико в высоких местностях, например на вершинах гор, вследствие действия ультрафиолетовых лучей солнца, и в хвойных лесах, в которых озон образуется при окислении кислородом воздуха терпенов хвойных деревьев (см. *Окисление*). Общий вес воздушной оболочки не превышает одной миллионной части веса всего земного шара. Плотность В. на высоте 75 км равна 1/10000 плотности В. на уровне моря. Состав В. на разных высотах над уровнем моря выражается приведенной ниже таблицей.

Состав воздуха на разных высотах над уровнем моря.

Высота в км	Содержание газа в объемных %							Общее давление в мм Hg
	N ₂	O ₂	H ₂ O	A	CO ₂	H ₂	He	
140	0,01						0,84	0,0040
130	0,04						0,96	0,0046
120	0,19						1,07	0,0052
110	0,67						1,19	0,0059
100	2,97						1,31	0,0067
90	9,78						1,35	0,0081
80	32,18	1,85	0,17				1,10	0,0123
70	61,83	4,72	0,20	0,03			0,61	0,0274
60	81,22	7,69	0,15	0,03			0,23	0,0935
50	86,78	10,17	0,10	0,12			0,07	0,403
40	86,42	12,61	0,06	0,22			0,02	1,84
30	84,26	15,18	0,03	0,35	0,01		0,01	8,63
20	81,24	18,10	0,02	0,59	0,01	0,16		40,99
15	79,52	19,66	0,01	0,77	0,02	0,02		89,66
11	78,02	20,99	0,01	0,94	0,03	0,01		168,00
5	77,89	20,95	0,18	0,94	0,03	0,01		405,00
0	77,08	20,75	1,20	0,93	0,03	0,01		760,00

Местные и временные колебания в составе В. (за исключением содержания CO₂ и H₂O) весьма незначительны и не зависят от погоды. Содержание CO₂ в В. колеблется от 2,5 до 3,5 объемных ч. на 10 000 объемных ч. В.; в среднем оно равно 0,03%. Над сушей ночью содержание CO₂ на 0,2—0,3 части (на 10 000 частей воздуха) выше, чем днем. Над поверхностью моря этой разницы не наблюдается. В больших городах увеличение содержания CO₂ в воздухе сравнительно с В. ненаселенных мест не превышает 0,2—0,3 ч. на 10 000 ч. В. Равным образом процессы горения и гниения сказываются в смысле увеличения содержания CO₂ в В. лишь в непосредственной близости от мест, где эти процессы протекают. Только вулканические явления увеличивают содержание CO₂ на

б. или м. значительном расстоянии от места вулканической деятельности. Дождь не изменяет содержания CO_2 , но туман и иней, а равно и мороз (-10°) несколько увеличивают содержание CO_2 в воздухе вследствие замедления процесса перемешивания нижних слоев воздуха с верхними. Понижение атмосферного давления, вызывая выделение из почвы в атмосферу воздуха, обогащенного CO_2 , увеличивает содержание CO_2 ; однако оно вновь выравнивается благодаря равновесию CO_2 с водой морей. Выделение CO_2 из вулканов увеличивает содержание этого газа в воздухе, но зато образование карбонатов связывает обратно свободную CO_2 . Тем не менее Аррениус и Фрех допускают колебание содержания CO_2 в разные геологические периоды и объясняют этими колебаниями явления ледниковых периодов. Содержание паров воды в воздухе изменчиво. Кроме того, воздух содержит весьма незначительные количества водорода, углеводородов, озона, окислов азота, аммиака и радиоактивной эманации. Водород выделяется в атмосферу при вулканических явлениях, но, будучи легким газом, поднимается в высокие слои атмосферы и, м. б., рассеивается в междупланетном пространстве.

Воздух и пары воды действуют химически и физически на земную кору и обуславливают коррозионные процессы. Кислород окисляет закись железа, содержащуюся в минералах и горных породах, переводит сернистые соединения в серноокислые, окисляет углерод органич. соединений до углекислоты. Углекислота и вода разрушают силикаты и образуют карбонаты и всевозможные гидраты. Кислород поглощается животными и растениями в процессе дыхания и возвращается растениями при процессе ассимиляции углекислоты. Однако даже и при отсутствии последнего процесса количество потребляемого живыми организмами в течение 1 000—2 000 лет кислорода не превысило бы 0,1% всего запаса кислорода в атмосфере.

Кроме перечисленных газов, воздух почти всегда содержит в себе больше или меньше (до 4%) количество водяных паров, оказывающих влияние на влажность (см. *Справочник физ., хим. и технолог. величин*) воздуха и служащих источником атмосферных осадков (см. *Метеорология*).

Атмосферный В. всегда содержит также и твердые частицы в виде пыли: пепел вулканических извержений, дым фабричных труб, космическую пыль, микроорганизмы. Пыль является причиной голубого цвета неба. Частицы пыли являются центрами конденсации капель воды при пересыщении воздуха ее парами и служат т. о. причиной, вызывающей явления дождей.

Лит.: см. *Азот, Атмосфера, Благородные газы, Гелий и Кислород*. **Б. Бернгейм.**

В. в технике. Воздух имеет широкое применение во всех отраслях промышленности. В сжатом виде воздух служит рабочим телом для приведения в действие различных пневматич. машин и инструментов (см. *Пневматический инструмент, Пневматические машины*); при помощи сжатого и разреженного воздуха производится транспортирование грузов (см. *Почта пневматическая*).

В. соответствующей t° и относительной влажности служит для отопления и вентиляции помещений и для сушки и увлажнения сырья и готовых изделий производства.

ВОЗДУХОДУВНЫЕ МАШИНЫ, воздушовушки, машины для перемещения или одновременно для сжатия и перемещения воздуха, служащего для проветривания жилых помещений и рудников, сжигания топлива в печах, приведения в движение машин, орудий и инструмента. Передвижение воздуха может производиться всасыванием его из атмосферы в воздухопровод, в котором в таком случае устанавливается давление менее атмосферного—депрессия, или же нагнетанием, связанным с большей или меньшей степенью сгущения, дающего положительное давление в воздухопроводе. Степень депрессии или сгущения указывается различно: самая слабая—измеряется давлением столба воды; более значительная—высотой ртутного столба; наконец, давление выше атмосферного выражается в *атмосферах* (см.).

Проветривание рудников и жилых помещений ведется обыкновенно отсасыванием воздуха вентиляторами (см. *Вентиляция*); подача воздуха под большим давлением (не менее 5, часто 10—12 *атм*) в машины и орудия производится *компрессорами* (см.). В дальнейшем говорится лишь о В. м., служащих для подачи дутья в печи, или В. м. в узком смысле этих слов.

В настоящее время В. м. достигли колоссальных размеров (до 2 000 м³ воздуха в минуту для печей и до 12 000 м³ для проветривания рудников). Двигателем для них служит пар—непосредственно (пароструйные В. м.) или в паровых машинах—и газ—в газомоторах; в ближайшее время возможно ожидать распространения электрич. В. м. Гидравлические двигатели находят весьма ограниченное применение (Швеция и Урал).

Основными типами В. м. являются: 1) В. м. с прямолинейным движением рабочих органов—поршневые В. м. и компрессоры; 2) В. м. с круговым движением рабочих органов—поршневые и центробежные вентиляторы, турбовоздуховушки.

1. В. м. с прямолинейным движением рабочих органов употребляются в доменном производстве и в производствах, пользующихся конвертерами. Доменные В. м. должны подавать около 3,5—3,75 м³ воздуха (при 0° и 760 мм давления) на 1 кг сжигаемого в горне доменной печи кокса плюс 20—50% этого количества на потери в газопроводе и воздухонагревателях. Давление подаваемого воздуха изменяется от 0,3 до 1,25 *атм* сверх атмосферного. Введение в практику доменного дела печей с горнами весьма большого диаметра (до 6,55 м), сверх ожидания, не потребовало высоких избыточных давлений. Самую важную, капитальную часть В. м. первого типа представляют **воздуховушны е цилиндры**—дву- и трехгорizontальные или вертикальные, но никогда не наклонные. В весьма редких случаях, обычно при наличии гидравлич. энергии, имеют применение качающиеся воздуховушны е цилиндры. При большом диаметре воздуховушного

цилиндра, для наибольшей правильности его действия, желательно придавать ему вертикальное положение. При горизонтальном положении цилиндров большого диаметра, следовательно, с большим весом поршня, имеет место одностороннее изнашивание цилиндра в нижней его части; кроме того самый цилиндр под влиянием собственного веса получает некоторую эллиптичность с более короткой вертикальной осью поперечного сечения. Диаметр горизонтальных цилиндров в 2,5 м можно считать предельным. С вертикальными цилиндрами строились раньше В. м. балансирного типа (паровой и воздуходувный цилиндры имели параллельные оси штоков, а последние соединялись друг с другом коромыслом—балансиром); в настоящее же время строятся почти исключительно В. м., в которых шток воздуходувного цилиндра представляет собою продолжение штока парового цилиндра.

При устройстве воздуходушных цилиндров особенное внимание обращается на: 1) доведение до возможного минимума вредных пространств и 2) правильное расположение и надежность действия клапанов. Т. к. кампания доменной печи измеряется годами, то надежность действия клапанов, испытывающих в год от 60 до 80 млн. ударов, приобретает особенное значение. Отсюда вытекает необходимость иметь клапаны из ударно-стойкого материала и необходимость точного согласования веса клапана, высоты его подъема и числа оборотов машины. Клапаны располагаются непосредственно на крышках цилиндров или в особых коробках, укрепленных на этих крышках. Первое расположение дает меньшие вредные пространства и применяется почти исключительно при горизонтальных цилиндрах, при вертикальных же цилиндрах чаще употребляется система коробок. Клапаны делают: шарнирные из кожи, с металлич. пластинками, скрепленными медными или железными заклепками; шарнирные войлочные; дисковые металлические (стальные или медные), без пружин; дисковые с пружинами; металлич. кольцевые. Кроме клапанов, в редких случаях употребляются золотники.

Поршень воздуходушного цилиндра должен: 1) иметь при большом диаметре малый вес и вполне надежную прочность; 2) давать максимальную герметичность при большой продолжительности службы. Поршень чугунный или железный кованный, с легкими дисками из листового железа с обеих сторон, имеет одежду, дающую герметичность—или органическую (кожа, холст, войлок, дерево) или металлическую (чугунные или стальные пружины). Смазка—графит.

При бессемеровском или томасовском производстве абсолютное давление воздуха $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ atm; цилиндры имеют более массивные размеры и число оборотов машин больше, чем при доменном производстве, а потому при той же производительности—меньшие диаметры поршней редко свыше 1,5 м. Наиболее распространенный тип—горизонтальные сдвоенные машины с кривошипами под прямым углом, системы компаунд, с маховиком. Вследствие значительного нагревания воздуха одежда порш-

ней—только металлическая, смазка—минеральными маслами. Клапаны—гуттаперчевые или металлические: стальные и бронзовые. Иногда клапанные коробки охлаждаются водой, иногда имеют водяную рубашку и цилиндры.

С начала текущего столетия начали получать распространение турбовоздуходувки, приводимые в действие паровыми турбинами. До появления последних паровую поршневою В. м. стала вытеснять газовая В. м., которая, несмотря на ряд недостатков, в том числе меньшую надежность действия, дает много более дешевое дутье, чем паровая. Напр., два рядом находящихся в-да Донецкого бассейна имеют себестоимость 1 000 м³ дутья: при паре (цилиндрич. В. м.)—около 2 р. 50 к., при газе—46 к. В настоящее время, по мере повышения рабочего давления пара, температуры перегрева его и полезного действия котлов и самой турбины, последняя на 1 силу-час берет количество калорий, лишь немного превышающее таковое же газовой машины (как минимумы 2 400—2 550 Cal на силу-час). В результате турбовоздуходувка начинает вытеснять и паровую и газовую В. м. Основные моменты благоприятствующие ее распространению—дешевизна топлива (Америка); при обратном явлении (Зап. Европа и особенно СССР), т. е. дороговизне топлива, с ней успешно конкурирует газовая В. м. Д. Татаренко.

2. В. м. с круговым движением рабочих органов. В. м. с вращательным движением поршней (вентиляторы типа Рута) находят себе в настоящее время весьма ограниченное применение; их вытесняют центробежные вентиляторы (с лопатками), обыкновенно предназначенные для подачи дутья незначительного напряжения (см. *Вентиляторы*). Центробежные вентиляторы применяют для подачи воздуха в газогенераторы и топки отражательных печей, а в последнее время—и в газовые горелки воздухонагревателей. Двигателями для центробежных вентиляторов служат электрические моторы, насаживаемые на общую с вентилятором ось. Мощность заводских моторов—от 5 до 80 HP.

Пароструйные В. м. (инжекторы, или т. н. сифоны) засасывают воздух через коническ. насадки благодаря разжижению, к-рое производит пар при своем выходе из узкой трубки. Давление дутья, даваемое сифоном, незначительно (например для газогенераторов всего 25 мм водяного столба); количество же засасываемого воздуха регулируется давлением пара. Истечение его через трубку диам. 10 мм дает при давлении 2 atm около 65 м³, при 5 atm—150 м³, а при 7 atm—ок. 200 м³ в минуту. По мере увеличения количества дутья увеличивается отношение веса пара к весу засасываемого воздуха, что представляет существенный недостаток этого воздуходушного устройства в применении его для дутья в печи. Другим его недостатком является большой расход пара для производства дутья.

Полезная работа сгущения дутья (в HP) выражается формулой:

$$N = 2,22 Q \cdot \ln \frac{p_2}{p_1}$$

в к-рой Q —количество дутья в 1 м.—выражено в $м^3$, а $\frac{p_2}{p_1}$ представляет степень сгущения воздуха, или отношение абсолютного давления дутья к атмосферному давлению [напр.: 2,5—3,5 для продувки чугуна в конвертерах, 1,5—2,25 для доменных печей, работающих на коксе, 1,1—1,3 для древесноугольных печей и немногим больше 1 для горнов и вагранок (максимум 1,05)]. При определении необходимой мощности и В. м. нужно иметь в виду неизбежные потери дутья и понижение давления его при проходе по воздухопроводу. Смотри по длине воздухопровода и степени его герметичности, запас дутья на потери берется не менее 20 % и доводится до 50 %. Потери давления при движении воздуха по воздухопроводу (от трения) определяются по Ф-ле:

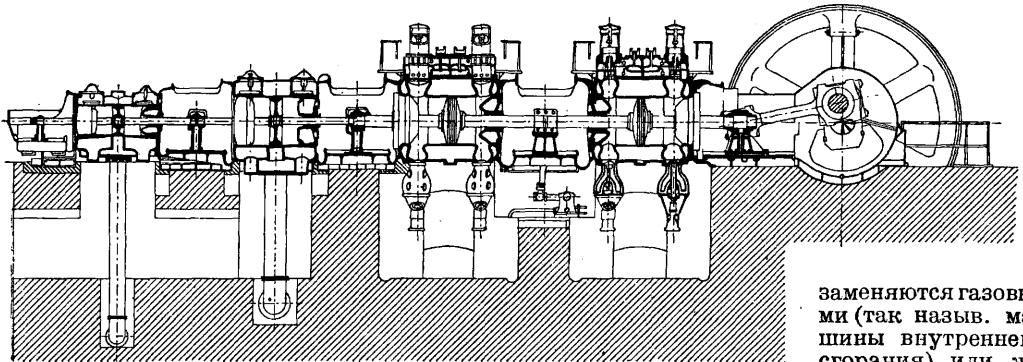
$$h_2 - h_1 = k \cdot l \cdot \gamma \cdot v^2 \cdot \frac{p}{s}$$

где k —числовой коэфф., зависящий от степени вязкости воздуха, шероховатости труб и других факторов, l —длина воздухопровода в м (длинный воздухопровод д. б., по возможности, избегаем), γ —плотность воздуха (чем больше сгущение, тем больше потеря; чем выше t° дутья, тем меньше потеря), v —скорость в м/сек, $\frac{p}{s}$ —отношение периметра воздухопровода к его сечению (вследствие этого

деталей его устройства (конструкция поршней и клапанов имеет большое значение) и абсолютн. количества подаваемого воздуха.

К В. м., применяемым в металлургии и черных металлов, предъявляются в нек-рых случаях исключительные требования: способность непрерывно работать в течение нескольких лет без остановок на ремонт; возможность регулировать работу в широких пределах как в отношении количества дутья, так и его напряжения—в доменных В. м. максимум в $1\frac{1}{2}$ раза больше нормального (что обуславливается пробной работой при приемке). При продувке чугуна в конвертерах возможны стоянки каждую неделю; давление и количество дутья почти постоянны; подача дутья меньше, чем при доменном производстве (она доходит, однако, до $1\ 000\ м^3/мин$ для томасовск. конвертеров).

В настоящее время на металлургич. з-дах еще сохранились в работе поршн. цилиндрические и совершенной конструкции с паровыми двигателями. Они очень удобны для работы при доменном производстве, т. к. допускают точную регулировку количества дутья в широких пределах без грубого нарушения экономичности в потреблении пара (обыкновенно от 6 до 7 кг пара на 1 Р). Но при установке новых воздуходушных машин паровые цилиндры



Фиг. 1.

воздухопроводы изготовляют круглого, а не прямоугольного сечения); чем больше диаметр воздухопровода (т. е. большая подача дутья), тем пропорционально меньше в нем потери давления; при наперед заданной потере давления в них допускаются тем большие скорости, чем больше абсолютное количество подаваемого ими дутья. Для небольших расходов его (напр. в малых коксовых, древесноугольных домнах, вагранках, кузнечных горнах) допускаются скорости около 10 м/сек, но для расхода в $600—800\ м^3/мин$ можно брать 15 м/сек; в самых больших установках ($1\ 000\ м^3$ и более) скорости достигают 20 и даже (Соединенные Штаты Америки) 25 м/сек (считая объем при 0° и атмосферном давлении). По заданной полезной работе сгущения воздуха машиностроительный завод устанавливает надлежащую мощность двигателя, принимая во внимание его кпд, который меняется в широких пределах в зависимости от типа двигателя,

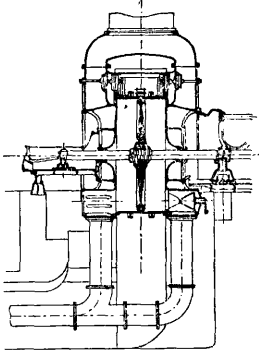
заменяются газовыми (так назыв. машины внутреннего сгорания) или же ставятся (предпочтительно при гото-

вой паровой установке) турбовоздуходувки.

Газовые цилиндрические воздуходушные машины тяжелы и громоздки, требуют дорогих фундаментов и большого помещения; применение их вызывает дополнительные расходы на тонкую очистку газа; наконец, они работают с высоким коэффициентом полезного действия (22—25 % обыкновенно и до 50 % при использовании отходящих газов для получения пара) только при нормальной нагрузке, понижая его значительно при сокращении числа оборотов, что особенно неудобно при работе в доменном производстве. Тем не менее высокий термический коэффициент полезного действия этих машин (расход от 2 000 до 2 200 Cal на 1 Р) в большинстве случаев делает работу их выгодной.

На фиг. 1 изображен продольный разрез современной газовой В. м. с 4 цилиндрами, соединенными общим штоком. Два цилиндра двигателя (правая сторона) работают

попеременно как 4-тактные, так что через каждые два хода поршней производится взрыв газа. В двух воздуходушных цилиндрах (левая сторона) производится последовательно (т. е. в 2 ступени) сжатие воздуха до высокого давления (например 6 atm), когда В. м. работает как компрессор. Подача дутья для доменных печей, т. е. под давлением, не превосходящим 2 atm, производится одним воздуходушным цилиндром наибольшего возможного диаметра и с малым сравнительно ходом (фиг. 2). При газовых В. м. новейшей конструкции устанавливают турбовоздушники (фирма DEMAG) или особые добавочные воздуходушные цилиндры на общем штоке (фирма Тиссен), дающие в минуту до 320 м³ дутья под давлением $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ atm, служащего для продувки газовых цилиндров после взрыва в них газовой смеси.

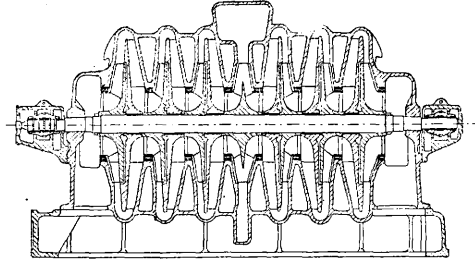


Фиг. 2.

Газовые В. м. новейшего типа и наибольшей мощности, устанавливаемые теперь на наших южных з-дах (13 машин первой очереди), имеют размеры: длина хода 1,5 м, диам. воздуходушных поршней 3,2 и 3,35 м; число оборотов 80 и 79, подача (при кпд 87%) 1800 м³/мин при давлении 1,1 atm; последнее может доходить до 2 atm при ответственном понижении подачи дутья. Мощность машин 3800—3860 НР. Гарантированный расход тепла 2000—2100 Cal на 1 НР. При машинах устанавливаются паровые котлы, использующие жар выхлопных газов: при 240 м² поверхности нагрева отдача до 1 кг пара на 1 НР_{eff} (давление 14 atm). Это повышает термич. кпд установки с 26—28% до 31—33%. Стоимость установки одной машины указанных размеров

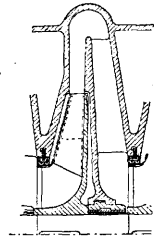
дает значительное уменьшение расходов на дутье. Наибольшая возможная производительность доменных печей при указанной подаче дутья—600 т чугуна в сутки. Турбовоздушники занимают очень мало места (как резервные они устанавливаются в углу старых машинных зданий), легки и дешевы, не нуждаются в дорогом фундаменте, требуют минимум ухода,

расходует пара гораздо меньше, чем паровые цилиндрич. воздуходушники, но газа (для отопления паровых котлов)—больше, чем газовые В. м. При доменном производстве турбовоздушники могут хорошо работать

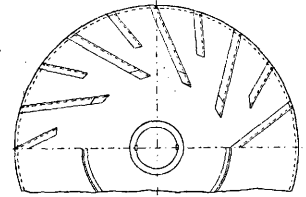


Фиг. 3.

только тогда, когда они снабжены автоматической регулировкой количества дутья и способны не снижать его при увеличении противодействия в печи (многоступенчатые турбины).

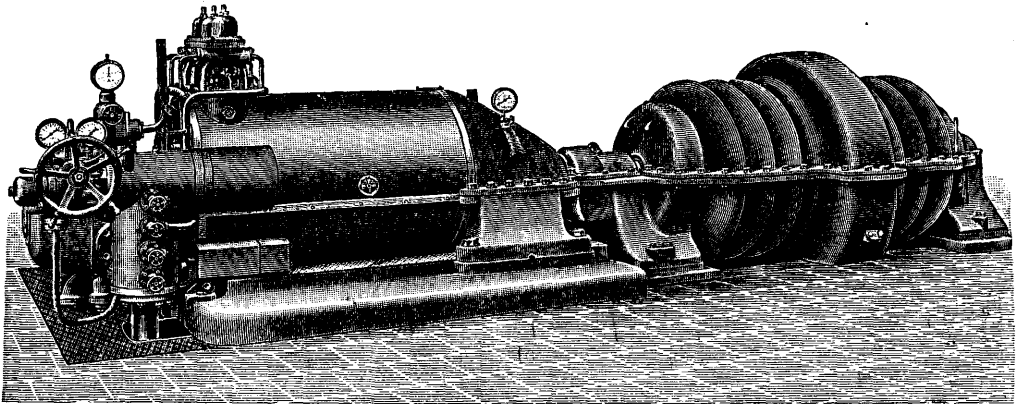


Фиг. 4.



Фиг. 5.

Фиг. 3 изображает в разрезе турбовоздушнику фирмы Б.-Б.-Р. (Браун-Бовери-



Фиг. 6.

и мощности (включая и расход на здание) доходит до 1 $\frac{1}{4}$ млн. р., но подача дутья ими обходится в 1 р. 80 к. на 1 т чугуна, что

Рато, Баден в Швейцарии) с двусторонним засасыванием атмосферного воздуха и выдачей сжатого в середине; фиг. 4 и 5 пред-

ставляют одно из колес вентилятора и его лопатку (в увеличенном масштабе). При 2 900 об/м. эта В. м. подает 700 м³/мин. Для нек-рых из наших южных з-дов заказаны В. м. мощностью в 3 780 НР с подачей 1 500 м³/мин (в С. Ш. А. работают турбовоздуходувки с подачей 2 000 м³/мин). Двигатели в турбовоздуходувках служат паровые турбины и электромоторы. На фиг. 6 дан общий вид турбовоздуходувки с паровой турбиной Б.-Б.-Р.; но она не всегда удобоприменима, как, напр., при доменном производстве, когда и количество и напряжение дутья меняются в широких пределах.

Электровоздуходувки не нашли себе пока широкого применения на заводах, так как на центральных силовых станциях, где имеются динамо, работающие от газовых машин, выгоднее получать дутье непосредственно от этих же машин, минуя лишнюю передачу.

Лит.: Мухачев П., Машины металлургич. производств, ч. I.—Воздуходувные машины, Харьков, 1899; Тиме И., Справ. кн. для горн. инженеров, 2 изд., СПб, 1899 (старое, но не утратившее своего значения сочинение); Hütte, справ. кн. для инженеров, 11 изд., ч. II, стр. 691—722, Берлин, 1926; I hering A., Die Gebläse, Berlin, 1923; G r o n w a l d E., Zentrifugal-Ventilatoren, B., 1925; K r e u z e r S., Vorzündungen an Gasmaschinen bei Abstichen d. Hochofens, «St. u. E.», Düsseldorf, 1926, p. 1288.

М. Павлов.

ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛИ, вспомогательные устройства для получения горячего дутья при выплавке чугуна в доменных печах. Открытие способа замены холодного доменного дутья горячим относится к 1828 г., когда Джемс Нейлсон патентовал применение горячего дутья к горнам и вагранкам. Аппараты для нагрева были примитивны и представляли чугунные трубы, расположенные над топками для каменного угля; через трубы шло дутье в домну. Нагревание дутья, несмотря на такую примитивность устройств, сразу дало экономию в расходе горячего в домне (домны работали на коксе). По данным проф. Окермана, для шведских древесноугольных печей при нагреве дутья даже только до 200°, экономия горячего составляла 15%. Старые данные относительно коксовых печей характеризуют производительность печи и расход кокса при холодном и при горячем дутье.

Производительность коксовых печей и расход кокса при холодном дутье* и горячем дутье**.

Заводы	Нагрев дутья	Производительность	Расход кокса
Кальдер, в Шотландии . . .	150°	1	1
		1,33	0,6
Лявуль, во Франции . . .	230°	1	1
		1,29	0,6
Глейвиц, в Силезии	140°	1	1
		1,37	0,74
Серен, в Бельгии	277°	1	1
		1,40	0,56

* В числителе. ** В знаменателе.

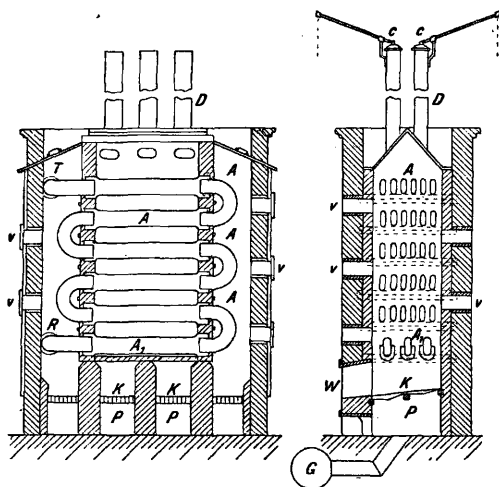
В 1832 г. Фабер-дю-Фор на вюртембергском заводе Вассеральфинген впервые применил к оттоплению В. колошниковые (доменные) газы, считавшиеся в то время

отбросами производства, что сделало экономии от применения горячего дутья еще более значительной. После этого начался массовый переход домен на горячее дутье с одновременным совершенствованием системы В. и повышением t° нагрева. При повышении t° дутья экономия в расходе горячего возрастает, но не пропорционально повышению t° . Исследования показали, что при t° дутья в 200° экономия в среднем составляет до 12%, при 400°—до 17%, при 600°—до 21%, при 800°—до 24%. Дальше экономии не получают.

По Окерману, это объясняется тем, что, повышая нагрев воздуха, мы вносим в печь известное количество теплоты и тем сокращаем расход горячего в домне, а это сокращение вызывает в свою очередь меньшую потребность вдуваемого в единицу времени воздуха. Т. о., сокращая количество вдуваемого воздуха, убавляют и количество теплоты, приносимое им в печь; следствием этого и является нарушение пропорциональности, и экономия горячего, с возрастанием нагрева, растет все медленнее и медленнее. С другой стороны, с увеличением t° дутья, а следовательно, с уменьшением количества горячего, сжигаемого на единицу чугуна, уменьшается и количество газов, к-рые, поднимаясь кверху в домне, встречают большее количество материалов (шихты) и полнее отдают им свою теплоту, доходя до колошника вполне охлажденными («холодный колошник»). Это гл. обр. и обуславливает экономию горячего при горячем дутье. Но, продолжая дальше поднимать t° дутья и уменьшать количество газов в домне, можно получить даже устройство хода домны, т. к. газы, помимо передачи тепла, играют еще более важную роль—роль химич. реагента (восстановителя), и реакция м. б. неполной, если реагента мало. А ход домны д. б. центром внимания в каждый данный момент.

Следует еще отметить разницу в нагреве дутья для древесноугольных печей по сравнению с коксовыми. Меньший нагрев дутья для древесноугольных печей объясняется двумя причинами: 1) древесный уголь является лучшим восстановителем, чем кокс, и при плавке на нем нет надобности в слишком высокой t° , и 2) зола древесного угля чиста и свободна от S, а потому нет надобности держать сильноосновные трудноплавкие шлаки, необходимые для выделения S, что делается при плавке на коксе, зола которого всегда содержит много S. На Урале при древесном угле переходят на домны большого тоннажа, до 100 т суточной производительности, с нагревом дутья до 500—600°. В Швеции же при таком топливе и до настоящего времени выплавляют высококачественный передельный чугун с малым содержанием кремния и марганца в домнах малого тоннажа с темп-рой дутья не свыше 400°, применяя первоначальный тип трубчатых В. (последние в других местах уже больше не применяются). Прототипом такого В. может служить так наз. вассеральфингенский аппарат (фиг. 1). Он представляет систему лежащих зигзагообразных чугунных труб А, А₁, заключенных

в кирпичный корпус прямоугольного сечения. Внизу корпуса помещается топка с колосниковой решеткой *K*, на которой поддерживается горение на случай перерыва



Фиг. 1.

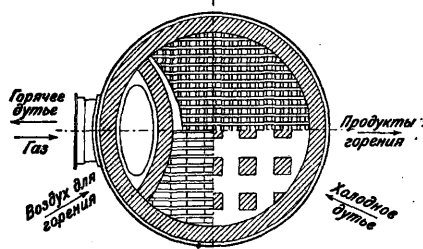
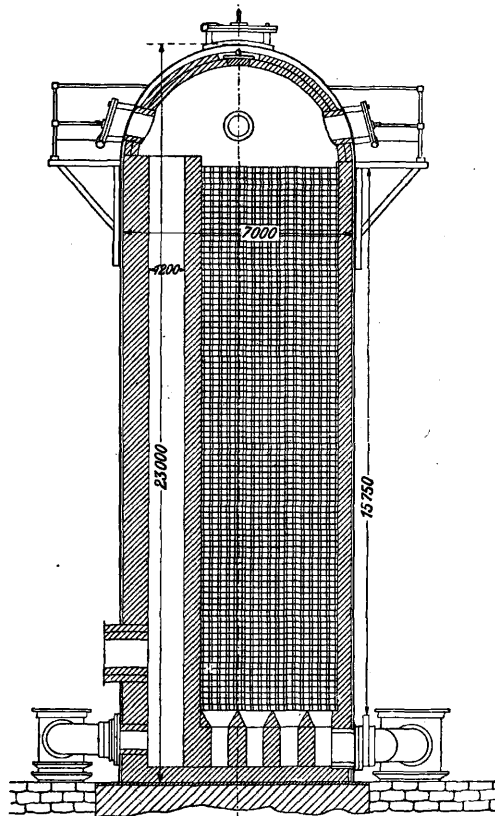
притока доменного газа. Под решетку поступает доменный газ из газопровода *G*, служащий горючим для нагрева дутья. Дутье поступает в трубы сверху через трубу *T* и, пройдя путь по трубам *A* и *A*₁, нагревается и выходит через трубу *R* к доменной печи. Продукты горения удаляются из аппарата через дымовые трубы *D* с клапанами *C*, регулирующими тягу. Воздух, необходимый для сжигания газа, поступает в аппарат через поддувало *P*, топочные дверцы *W* и ряд окошек *v*; приток воздуха регулируют заслонки. Сечение труб делают овальным для увеличения поверхности нагрева каждой трубы и для уменьшения площади, на которую оседают сверху пыль и зола от сгоревшего горючего материала, чем достигается большая теплопроводность труб.

В аппаратах, составляющих разновидность только что описанного прибора, расположение труб бывает вертикальное, при чем они стоят на опорах или бывают подвешены верхними концами к верхней части корпуса; в зависимости от способа укрепления и самые аппараты носят название аппаратов со стоячими трубами и аппаратов с висячими трубами. Положительная сторона этих аппаратов—сравнительная дешевизна их постройки, отрицательная же сторона—дороговизна их ремонта и ограничение стенок нагрева темп-рой в 400°. Эта *t*° недостаточна при плавке на коксе. Отливка труб д. б. тщательна в смысле размеров и чистоты поверхности и требует специального чугуна, иначе трубы при нагреве скоро лопаются. Чугун должен содержать 1 % Si, 0,4—0,5 % Mn, 0,4—0,5 % P.

В 1857 г. Е. Коупер запатентовал применение принципа регенерации Сименса к нагреву дутья в аппаратах, где кирпичные насадки, заключенные в металл, кожух и периодически нагреваемые пламенем колошниковых газов, нагревают затем пропускаемое через них дутье. В этих В. про-

дукты горения, омывая большую поверхность кирпичных насадок, хорошо охлаждаются; в то же время дутье, соприкасаясь с раскаленными кирпичами, нагревается до более высокой *t*°, чем в чугунных трубах, а именно до 800—900°. Вследствие этого в оборудовании коксовых печей кирпичные воздухонагреватели в настоящее время совершенно вытеснили трубчатые.

До конца 80-х гг. 19 в. кроме аппарата Коупера применялся аппарат Виттеля, а также Массика и Крука, но эти В. были вытеснены наиболее совершенным в конструктивном отношении типом Коупера, получившим общее распространение (фиг. 2).

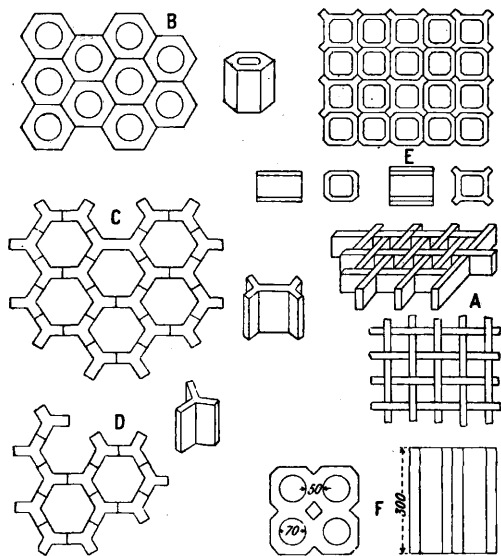


Фиг. 2.

Основой конструкции этого аппарата являются две части: 1) колодец (шахта), обыкновенно овального сечения, где происходит сгорание колошниковых газов, и 2) насадки, выполненные из специаль-

ных огнеупорных кирпичей, образующих вертикальные непрерывные каналы, по которым идут сначала продукты горения сверху вниз, а потом, когда аппарат нагреется, идет дутье в обратном направлении—снизу вверх. Вся конструкция заключена в цилиндрич. железный кожух и покрыта куполообразным сводом. Обычно до сих пор рассчитывали по четыре аппарата на одну домну; из них два должны находиться под газом, один под воздухом и один в запасе или, вернее, в чистке, так как газы несут много пыли и быстро засоряют насадки. При двух домнах есть уже возможность делать только семь аппаратов. Дальнейшие усовершенствования в конструкции понижают это число до пяти и даже до четырех. Усовершенствования в системе касаются: 1) размеров аппарата, связанных с увеличением нагревательной поверхности, 2) очистки газа от пыли и 3) увеличения скорости течения газов по каналам.

1) В отношении размеров—диаметр аппарата продолжает оставаться в пределах от 6 до 8 м, а высота его достигла и даже превысила 30 м. Дальнейшее увеличение нагревательной поверхности идет за счет изменений в форме и размерах кирпичей насадки. Для удобства чистки каналов от пыли, для равномерного прогрева толщи кирпича, а также для удобства изготовления и укладки кирпича, форма его постепенно изменялась (фиг. 3, А, В, С, D, E, F). Последняя форма



Фиг. 3.

F была применена в Германии к аппаратам Коупера с нагревом по системе P. S. S., о чем будет сказано ниже. Размеры каналов обычно бывают 150×150 мм и 180×180 мм, а толщина кирпича 50—80 мм.

2) Газы, идущие на нагревание коуперов, содержат от 0,1 до 1 г пыли в 1 м^3 , а потому аппараты засоряются и требуют чистки через каждые 5—8 недель. Опыты полутонкой очистки газа, с доведением содержания в нем пыли до 0,1—0,25 г в

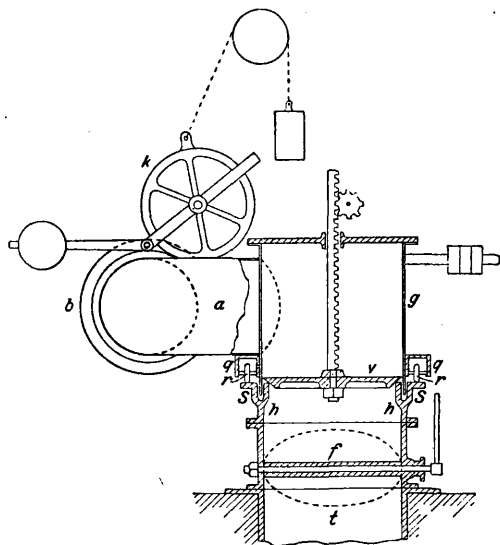
1 м^3 показали, что аппараты не требуют чистки в течение нескольких месяцев даже при уменьшенном сечении каналов. Очистка газа явилась лучшим способом для увеличения поверхности нагрева аппарата, так как это дало возможность значительно уменьшить размеры каналов, а следовательно, соответственно увеличить их число. Некоторые заводы нашли выгодным применить даже тонкую очистку, т. е. при этом число потребных аппаратов при домне значительно сокращается. Так, на америк. з-де Саут-Чикаго (South-Chicago) с установкой новой, более совершенной газоочистки, с содержанием пыли 0,024 г в 1 м^3 , оказалось возможным уменьшить размеры каналов до 9×9 см вместо существовавших ранее 23×23 см, что увеличило нагревательную поверхность аппарата в два раза.

3) Крупным прогрессом в технике нагрева дутья нужно признать ускоренный нагрев коуперов по способу Pfoser-Strack-Stamm, называемому сокращенно P. S. S. Идея способа состоит в том, что с увеличением скорости течения горячих газов и воздуха по каналам увеличивается скорость теплопередачи: при большой скорости движение их имеет вихревой характер, а при малой скорости происходит спокойное течение, параллельными струями. Увеличение скорости движения газа достигается при помощи вентилятора; воздух для горения газа поступает из трубы холодного дутья или также от вентилятора. При подаче в аппарат большого количества газа является полная возможность сократить число аппаратов «на газе». В Нейнкирхене (Neunkirchen), где способ этот был выработан, время нагрева аппарата было сокращено с $4\frac{1}{2}$ ч. до $1\frac{1}{2}$ ч., что дало возможность вместо трех аппаратов, находившихся одновременно на газе, иметь только один. Характерными цифрами для работы В. системы P. S. S. могут служить следующие: t° дутья, в среднем, лежала выше 800° ; t° отходящих газов, в среднем, была равна 100° ; расход газа составлял 20% всего его количества. При повреждении газоочистителей В. работали часто 1—2 ч. на неочищенном газе; несмотря на это, засорения насадок не наблюдалось.

В конструкцию аппарата Коупера вносились разные изменения; для обозначения характера их к названию коупер прибавляют название автора изменений (коупер Кеннеди, коупер Беккера и др.). Аппарат коупер Кеннеди в Америке имеет круглый колодец, расположенный центрально. Известный германский доменщик инж. Беккер сделал разные размеры каналов в насадках (в середине меньше, а по периферии больше), достигнув этим более равномерного течения газов по всему сечению аппарата. В Америке были предложены аппараты, в которых газ и продукты горения делают не двойной оборот, как в обыкновенном аппарате Коупера, а тройной и даже четверной. Новостью в насадке можно считать ячейку 23×13 см из волнистого кирпича толщиной 50 мм.

К существенным деталям аппарата Коупера относятся прежде всего клапаны—газовый, дымовой, для холодного дутья и

для горячего дутья. Сложным, но весьма удобным и нашедшим большое распространение является клапан Бургера (фиг. 4). Газопровод t кончается кольцевым жолобом h , в к-рый входит нижним краем цилиндрич. газовая коробка g , имеющая фланец q . К фланцу прикреплены оси роликов r , к-рые ходят по фланцу s жолоба h . Т. о. вся



Фиг. 4.

газовая коробка свободно вращается около вертикальной оси. Внутри коробки имеется тарелочный клапан v для закрытия газа, а ниже его—перекидной клапан f для регулирования притока газа. Коробка g имеет сбоку изогнутую трубу a с чугунным фланцем b , к-рым она при повороте м. б. плотно прижата с помощью шарнирных болтов к горловине аппарата, снабженной чугунным седальцем. В таком положении аппарат будет «под газом». Если надо перевести его «под воздух», то коробку отводят, а отверстие в аппарате закрывают плоским шарнирным клапаном k . Из других клапанов заслуживает внимания клапан горячего дутья, который делается в виде задвижки с водяным охлаждением.

К приборам для определения упругости и t° дутья относятся манометры, термометры и пирометры. Упругость дутья обыкновенно выражается в см или дм. ртутного столба, хотя в Америке и в Англии до сих пор ее часто выражают и в фунтах на 1 дм.². Из пирометров наиболее распространенным является пирометр Гобсона (Hobson), вполне пригодный для практических целей. При желании получить более точные результаты измерения прибегают к пирометру Ле-Шателье.

Что касается методов расчета В. системы Коупера, то все они, давая лишь приближительные результаты, требуют поправок согласно практическ. данным. Главнейшие из методов были предложены проф. Осанном (Osann), Веддинггом (Wedding) и Гуглером (Gugler). К исходным данным для расчета относится величина нагревательной поверхности аппарата, приходящаяся на 1 м³ ду-

тья в минуту, при современных условиях нагрева воздуха до 800—900°. Такой величиной Ледебур считает 8—10 м². Гурк (Hurgk) повышает эту величину до 13,5—14,5 м². Проф. М. А. Павлов вводит в расчет температуру и предлагает считать 1 м² поверхности нагрева на каждый м³ воздуха, вдуваемого в печь в 1 м. для нагрева его на каждые 100°. Проф. В. Н. Липин, считая эти данные низкими, а величины Гурка слишком высокими, рекомендует на каждый м³ дутья в минуту для нагрева его на каждые 100° иметь 1,2 м² нагревательной поверхности аппарата.

Лит.: Липин В. Н., *Металлургия чугуна, железа и стали*, Л., 1925—26; Павлов М. А., *Металлургия чугуна*, вып. 1, М., 1924; «Журнал Русск. металлург. об-ва», СПб., 1910, т. 2, стр. 452; там же, Л., 1925, 2, стр. 307—312; там же, 1926, 1, стр. 134; «Stahl u. Eisen», Düsseldorf, 1923, 43, p. 1340; *ibid.*, 1914, 8, p. 305; «The Journal of the Iron & Steel Inst.», 1914, 11, p. 232. П. Егоров.

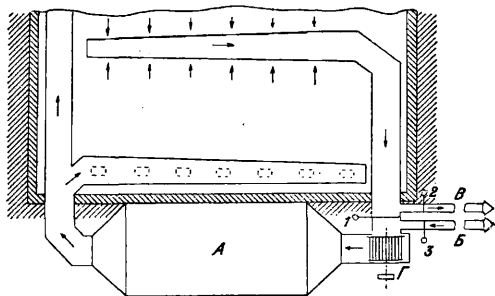
ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛИ, аппараты для охлаждения воздуха в холодильных устройствах. Холодильной техникой для охлаждения помещений применяются две основные системы охлаждения: внутренняя, когда охлаждающие приборы (трубы, батареи) расположены в самом помещении, по потолку и стенам его, и внешняя, когда охлаждающие приборы вынесены в особую камеру—«воздухоохладитель».

В. может быть расположен в самом охлаждаемом помещении, занимая часть его, или же может находиться вне его, обслуживая одно или несколько охлаждаемых помещений. неотъемлемой частью В. является вентилятор (крыльчатый винтовой, сист. Блекмана или центробежный), к-рый обычно всасывает более теплый воздух из верхней части охлаждаемого помещения, прогоняет его через В., где этот воздух охлаждается и осушается, и вновь нагнетает в охлаждаемое помещение, осуществляя так наз. циркуляцию воздуха.

Задачей В. является также охлаждение наружного воздуха, вдуваемого в помещение для его вентиляции. Внешнее охлаждение применяют для тех продуктов, которые требуют определенной и большой сухости воздуха, как то: мясо во время остывания (циркуляция 10-кратная в час, $t^\circ = 8^\circ$, влажность $f = 85\%$, вентиляция 6-кратная в сутки); мясо во время охлаждения (циркуляция 6—8-кратная в час, t° от 2 до 4°, $f = 75\%$ при 4°, вентиляция 4-кратная в сутки); охлажденное мясо при хранении (те же t° -ные условия и влажность); яйца (циркуляция 6—8-кратная в час, t° от +0,5 до -0,5°, $f = 75\%$); фрукты (t° от 0 до 5° и $f = 75—85\%$ для разных сортов).

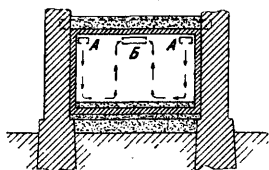
Частично внешнее охлаждение в комбинации с внутренним применяют при хранении при t° ниже 0° (отрицательных t°), а также при замораживании. В тех случаях, когда требуется особая сухость воздуха и удаление значительных количеств влаги, циркулирующий через В. воздух переохлаждается в нем, и содержание влаги падает до определенного предела, соответствующего насыщению при данной t° , после чего переохлажденный воздух нагревается при помощи отопительных батарей, устанавливаемых непосредственно за В. Эти же отопи-

тельные батареи служат для подогревания наружного вентиляционного воздуха в зимнее время, а также для отопления помещений, в которых должны поддерживаться вышеуказанные положительные t° . Общее расположение воздухоохладителя (А), каналов для засасывания и нагнетания цирку-



Фиг. 1.

лирующего воздуха, каналов для всасывания (В) и выбрасывания (В) вентиляционного воздуха, вентилятора (Г) и задвижек (1, 2 и 3) показано на фиг. 1. В нагнетательных каналах В. (фиг. 2) делаются отверстия внизу, во всасывающих—сбоку.



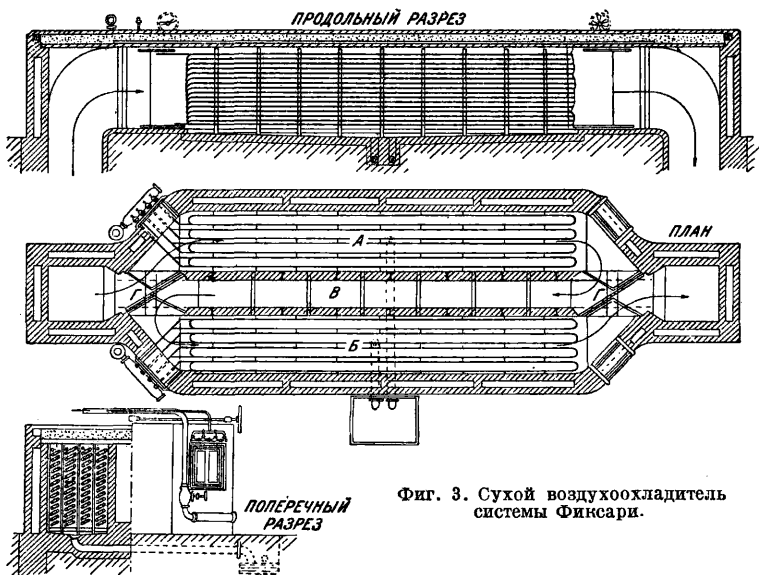
Фиг. 2.

Нормальные скорости v в магистральных каналах равны от 6 до 8 м/сек, в каналах второстепенных (разводящих) от 3 до 4 м/сек, а в выходных отверстиях 0,5—1,0 м/сек. Воздухопроводные каналы обычно делаются деревянными, при чем в этом случае при прохождении стен и перекрытий обязательна вставка негоряемых железобетонных патрубков с железными заслонками, автоматически закрывающимися при возникновении пожара. В некоторых случаях каналы делаются железобетонными, при чем в этих случаях они входят в конструкцию железобетонных перекрытий.

В. делятся на 2 основные системы: сухие и, в которых воздух охлаждается, передавая тепло холодному веществу, циркулирующему по трубам, и мокр ые, в к-рых воздух охлаждается от непосредственного соприкосновения с холодным рассолом и с поверхностями, смоченными этим рассолом.

Сухие В. могут быть непосредственного испарения и рассольные; они выполняются либо с гладкими трубами либо с ребристыми, т. к. последние имеют относительно большую охлаждающую поверхность

на единицу своей длины. На фиг. 3 представлен сухой В. сист. Фиксари (в выполнении фирмы Гумбольд). В. состоит из трех камер, при чем две крайние заполнены трубными системами. В концах В. имеются поворотные вертикальные заслонки. При положении их, представленном на фигуре, воздух из охлаждаемого помещения направляется сначала в камеру А, затем проходит через средний канал В и, наконец, через камеру В. В камере А воздух охлаждается, примерно, до 0° , и заключающаяся в нем влага, осаждающаяся на трубах в виде росы, стекает с них в канализацию. В камере В происходит дальнейшее охлаждение воздуха до отрицательных t° , при чем влага осаждается на трубах уже в виде инея и снега. Через нек-рое время заслонки Г поворачивают т. о., что более теплый воздух направляется в камеру В, благодаря чему трубы оттаивают. Система Фиксари уместна тогда, когда воздух подается с положительной t° и должен выходить с t° отрицательной. На фиг. 4 показан В. конструкции фирмы Котбус. Засасываемый из канала А воздух, пройдя через вентилятор Е, поступает в нижний канал, который в начале В. занимает всю его ширину, а от точки к суживается до половины его. По выходе из этого канала воздух поднимается кверху и омывает сначала часть труб по одну сторону вертикальной перегородки Л, а затем по другую, после чего воздух уходит в нагнетательный канал В. В конце В. имеются нагревательные батареи Ж и З. Батарея Ж служит для подогрева выходящего воздуха в целях осушения его, а батарея Ж—для оттаивания В. При оттаивании каналы А и В должны быть закрыты, а заслонки Г и В, ведущие в обводный канал И,—открыты. В этом случае заключенный в В. воздух подвергается местной циркуляции, нагреваясь от батареи Ж и оттаивая трубы.

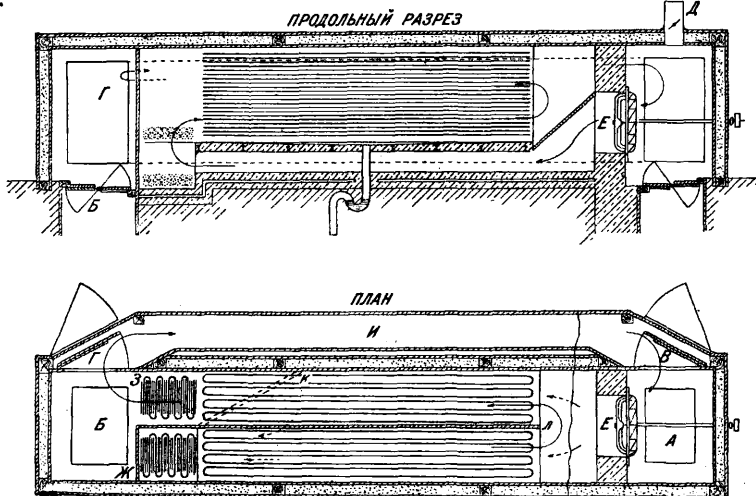


Фиг. 3. Сухой воздухоохладитель системы Фиксари.

Для засасывания свежего воздуха служит труба Д. Отводы талой воды д. б. снабжены сифоном для устранения проникновения

наружного воздуха. Приведенные конструкции сухих В. могут быть выполнены, как для непосредственного испарения, так и

где охлаждается аммиачными змеевиками, и оттуда насосом снова накачивается в рассольные системы. Производительность этого

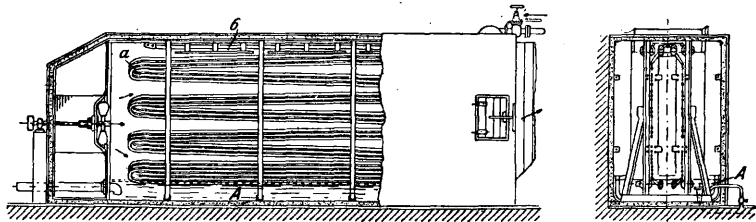


Фиг. 4.

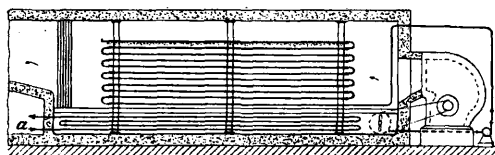
для рассольного; они являются примерами обычных рациональных конструкций, но ни в коем случае не исчерпывают очень большого разнообразия типов сухих В.

Еще большее разнообразие типов наблюдается среди м о к р ы х В., которые в конструктивном отношении можно подразделить на два класса: В. скомбинированные с испарителями и В. отдельные от испарителей. И в том и в другом случае охлажденный рассол смачивает большие поверхности, которые в свою очередь омываются охлаждаемым воздухом. Разнообразие типов зависит гл. обр. от способов расположения поверхностей, смачиваемых рассолом. На фиг. 5 представлен оросительный В. фирмы

37 м², поверхность орошения досок 150 м². Производительность В., изображенного на фиг. 8, равна 10 000 Cal/ч.; объем дождевого пространства 15 м³, поверхность змеевиков 22 м², поверхность орошения досок ящиков 105 м². Воздухоохладители снабжены



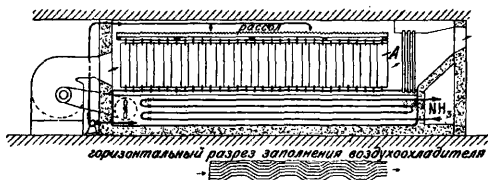
Фиг. 5.



Фиг. 6.

Борзиг. Он состоит из сист. плоских труб для испаряющегося аммиака, сверху поливаемых рассолом, к-рый собирается в нижнем поддоне А и затем снова подается насосом в верхние распределит. трубы б. В этом В. рассолом смачиваются поверхности испарительных труб, к-рые охлаждают как рассол, так отчасти и воздух. Аналогичная этой конструкции система с чисто рассольным охлаждением представлена на фиг. 6. Рассол подводится снизу а и через отверстие в верхней трубе выливается и орошает трубы снаружи, далее собирается в поддоне,

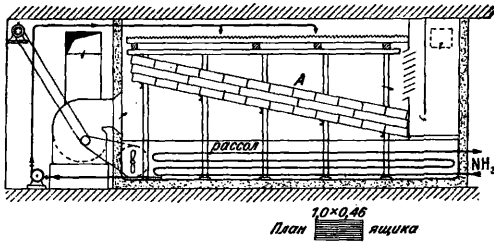
поддонами с аммиачными трубами для охлаждения рассола. На фиг. 9 показан каскадный В. (фирмы Борзиг), рассол для которого охлаждается в особом, отделеном от В. рефрижераторе; затем рассол подается через верхние распределительные трубы а на железные противни б, расположенные так. обр., что верхний, переполняясь, изливается на расположенный ниже и т. д., образуя как бы ряд дождевых завес, через которые продувается охлаждаемый этими завесами воздух. Обязательной принадлежностью всех мокрых В. являются отбойные



Фиг. 7.

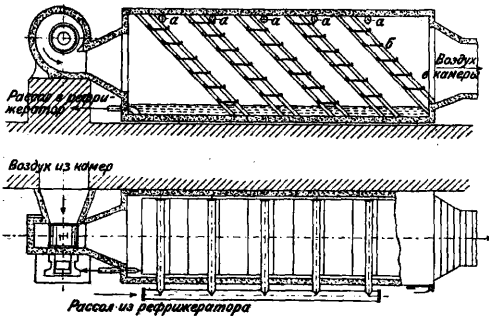
поверхности, устанавливаемые при выходе из воздухоохладителя и служащие для задержания механически увлекаемой влаги.

В санитарно-гигиенич. отношении сухие В. дают лучшие результаты, т. к. микробы и бактерии, увлекаемые воздухом из охлаждаемых помещений, частично удаляются вместе с влагой и инеем, тогда как в мокрых



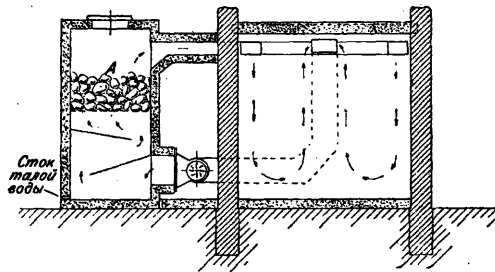
Фиг. 8.

В. они задерживаются в рассоле, к-рый надо поэтому периодически сменять. Кроме того, влага, оседающая в рассоле, разжижает его, вследствие чего требуется или выпаривание влаги или добавление соли. В сухих В. удаление инея и льда также создает известные



Фиг. 9.

трудности; поэтому сухие В. можно безусловно рекомендовать только в случае, когда надо удалить большие количества влаги при положительных температурах, в остальных же случаях решение вопроса зависит от величины первоначальных затрат

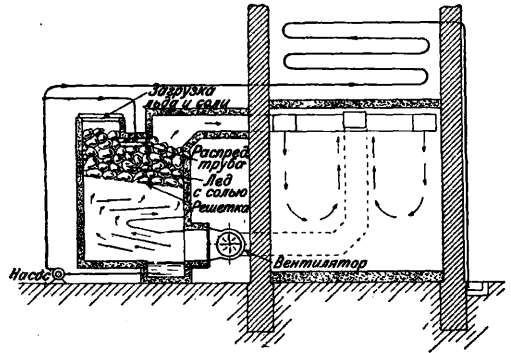


Фиг. 10.

(мокрые воздухоохладители вообще дешевле сухих) и эксплуатационных расходов.

Особую группу представляют В. л е д о с о л я н о г о охлаждения, к-рые м. б. выполнены в виде В. сухих и мокрых, при чем сухие—в случае применения систем Купера, Норд и подобных, а мокрые—в системах Бенеттера, инж. Зароченцева и Комарова, Эстрина и других. На фиг. 10 показан В. типа Бенеттера. Воздух здесь продувается через слой льда с солью А, который

загружается на верхнюю решетку; далее циркулирующий воздух движется между наклонными плоскостями навстречу стекающему рассолу, образуящемуся вследствие таяния льда; пройдя через толщу льда, охлажденный воздух поступает в камеру. На фиг. 11 показан В. системы инж. Зароченцева и Комарова. Образующийся при таянии льда с солью рассол собирается внизу



Фиг. 11.

В. и подается насосом, частью для орошения льда с солью, частью для охлаждения помещения при помощи труб. Воздух продувается навстречу стекающему рассолу и проходит через толщу льда.

Объем v (в $м^3/ч$) циркуляционного воздуха при воздухоохлаждении определяется по формуле:

$$Q_0 = v(i_1 - i_2) = v[c_p(t_1 - t_2) + r(f_1w_1 - f_2w_2)],$$

где Q_0 Cal/ч.—требуемая холодопроизводительность; i_1, t_1, f_1, w_1 —теплосодержание, темп-ра, относительная влажность и количество влаги в г на $1 м^3$; i_2, t_2, f_2, w_2 —те же величины при выходе (обычно f_2 от 0,95 до 1,0); c_p —теплоемкость и $r = 0,6$ Cal/ч.—теплота парообразования.

Для расчета теплопередающих поверхностей в сухих В. служит формула:

$$k = k_1 \frac{2+10\sqrt{v}}{12},$$

где k_1 и v имеют значения:

Для В. с гладкими рассольными трубами	$k_1 = 12$ Cal/1°·м
То же с непосредственным испарением	$k_1 = 16$ »
Для В. с ребристыми рассольными трубами	$k_1 = 6$ »
То же для непосредственного испарения	$k_1 = 8$ »
Скорость в сухих В.	$v = 2,5-4$ м/сек

Для мокрых В. та же формула имеет вид:

$$k = k_1 \frac{2+18\sqrt{v}}{20},$$

где k_1 и v имеют значения:

Для рассольн. труб с орошением	$k_1 = 18$ Cal/1°·м ²
Для труб непосред. испарения с орошением рассолом	$k_1 = 20$ »
Для волнообр. поверхностей из железа	$k_1 = 20$ »
Для волнообр. деревянных поверхностей	$k_1 = 13$ »
Для плоских деревянных поверхностей	$k_1 = 10$ »
Скорость в мокрых В.	$v = 1,5-2$ м/сек

Для каскадных В. берется 250 Cal/1° м² орошаемого пространства.

При подсчете орошаемых площадей надо принимать во внимание только площади, действительно покрываемые рассолом.

Лит.: Комаров Н.; Руководство по холодильному делу, Москва, 1924; Amagat E. H. et Desombes L., La Statique des fluides, la liquéfaction des gaz et l'industrie du froid, P., 1925. А. Рязанцев.

ВОЗДУХОПЛАВАНИЕ, полет на летательных приборах или аппаратах легче воздуха, в отличие от авиации (см.).

В 1670 г. Франческо де-Лана Терци, на основании теоремы Эвклида о соотношении между поверхностью, объемом шара и его диаметром и на основании статическ. принципа Архимеда, вычислил, что его 4 воздушных шара могут при диаметре в 24 ф. (7 м) поднять на воздух 2—3 чел. Лана предусматривал регулирование высоты полета помощью балласта, применение клапанов и якорей. В 1766 г. Кавендиш открыл водород, и это дало основание доктору Блеку указать, что легкие пузыри, наполненные водородом, должны взлетать на воздух. В 1781 г. проф. Шарль в Париже наполнил водородом шар из прорезиненной шелковой материи, но поднявшийся с Марсова поля шар (шарльер) лопнул на высоте более 1000 м и упал в окрестностях Парижа. С 1802 г. воздушный шар применяется для исследования высших слоев атмосферы (Гумбольт и Бомплан, Робертсон и Лист, Гей-Люссак и др.). Идея управляемого аэростата возникла во Франции в 1784 г. В 1852 г. был построен первый управляемый аэростат (Жиффара), объемом 2500 м³, с паров. двигателем в 3 HP, развивавший скорость 2—3 м/сек, а в 1896 г. Вельферт построил первый аэростат, снабженный бензиновым двигателем в 8 HP; в 1900 г. первый цеппелин, объемом в 11000 м³, летал над Боденским озером на высоте 30 м со скоростью 8 м/сек; в 1902 г. аэростат «Лебоди» дал скорость 10 м/сек; в 1908 г. построен Шабским первый в России управляемый аэростат; в 1910 г. в Германии—пассажирский цеппелин «Германия» на 20 человек. После этого управляемые аэростаты все более и более совершенствуются и превращаются в современные *дирижабли* (см.). В 1919 г. английский дирижабль R 34, объемом 56 600 м³, совершил трансатлантический перелет в Америку и обратно в Европу; в 1923 году «Диксмюде» (цеппелин LZ 72) совершил непрерывный полет над Францией, Средиземным морем и Африкой в течение 118 часов 40 мин.; в 1925 г. построенный для Америки на верфях Цеппелина дирижабль ZR3 (LZ 126), объемом 70 000 м³, совершил перелет из Фридрихсгафена (Германия) в Лекхерст (Америка); в 1926 г. итальянский дирижабль «Норвегия», конструкции Нобиле, объемом 18 500 м³, совершил перелет через Северный полюс со Шпицбергена в Аляску. В 1928 г. Нобиле на дирижабле «Италия» пытался произвести перелет через Северный полюс, закончившийся аварией.

Привязной змейковый аэростат был впервые сконструирован в Германии Парсевалем в 1894 г. Во время мировой войны появился более совершенный французский тип «Како» (см. *Аэростат*).

Привязной змейковый аэростат является вспомогательным оружием армии и служит:

1) для совместной работы с артиллерией (корректирование стрельбы); 2) для общей разведки позиций и длительного наблюдения за ближайшим тылом противника; 3) как средство связи с пехотой, для постоянного наблюдения за движением своих частей; 4) для совместной работы с бронепоездом; 5) для совместной работы с речной флотилией (задачи, аналогичные работе с бронепоездом); 6) для службы на море совместно с морским флотом.

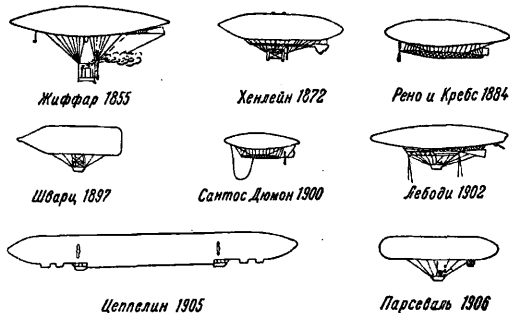
Основное значение привязного аэростата—возможность длительного и непрерывного наблюдения, результаты которого сообщаются по телефону (связь двусторонняя) в соответствующие штабы. Аэростаты располагаются в 4—8 км от передовых позиций; нормально продолжительность подъема для наблюдателя без смены $2\frac{1}{2}$ —4 ч., высота 800—1500 м; подъемы могут производиться при скорости ветра до 25—30 м/сек. При благоприятных метеорологических условиях район наблюдения—около 60 км, непосредственное наблюдение за движением по дорогам 12—15 км, за разрывами снарядов легкой артиллерии 8—10 км, тяжелой—до 16 км, за большими судами на море (по дыму)—до 70 км. Снаряжение аэростата (наполненного газом) к подъемам 10—15 м.

Недостатки привязных аэростатов: 1) легкая возгораемость в воздухе при пробитии зажигательными пулями с неприятельских самолетов; этот недостаток в значительной степени может быть уменьшен устройством двух оболочек с прослойкой между ними нейтрального газа (гелий, азот), покрытием оболочки составом, делающим ее негорючей (лак «целлофан» во Франции); 2) зависимость от баз и медленность передвижения с наполненным аэростатом (3 км/ч), что может быть устранено применением «привязного управляемого» аэростата, т. е. такого, корзина которого может заменяться гондолой с мотором и винтом для самостоятельного передвижения.

Мирное применение аэростатов сферических и привязных—для научных исследований в области метеорологии, астрономии (наблюдение затмений и пр.) и для проведения физических опытов и наблюдений. Привязные аэростаты служат также для наблюдения: в пограничной области—за дорогами; на рыбных промыслах—за ходом рыбы и пр.; для производства аэрофотосъемок; для обслуживания сел. хозяйства; для сигнализации во время тумана на линиях воздушных сообщений и на море.

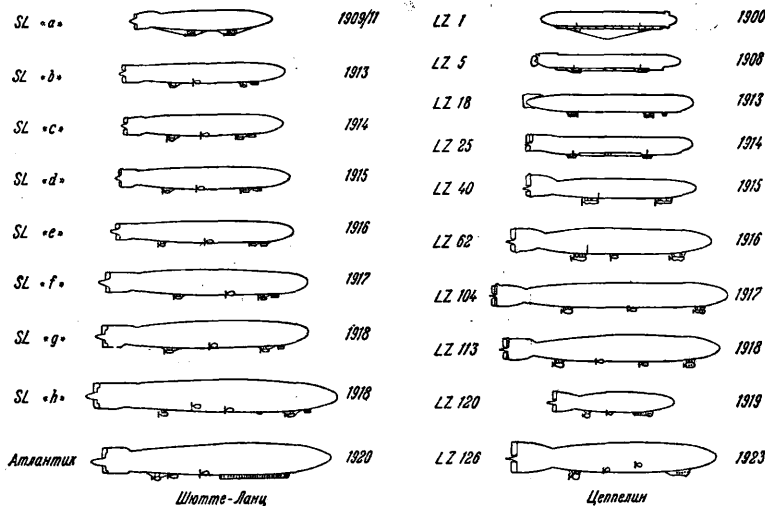
Дирижабль в военном деле применяется: на сухопутном фронте—для ночных полетов в глубокий тыл противника с целью мощной бомбардировки, для транспортирования боевых припасов и для десантных операций; на морском фронте—для общей разведки, обнаружения мин и подводных лодок, для конвоирования судов и совместных боевых операций с флотом и для наблюдательной береговой службы. Применение дирижаблей на сухопутном фронте днем дало отрицательные результаты из-за легкой уязвимости их вследствие недостаточной скорости (до 140 км/ч) и воспламеняемости водорода при зажигании дири-

жабля с неприятельских самолетов. От дирижаблей для дальних полетов требуются большие: потолок, радиус действия, грузоподъемность, надежность и экономичность;



Фиг. 1.

этому удовлетворяют только дирижабли крупных размеров (свыше 50 000 м³) с районом действия не менее 5 000 км, полезной нагрузкой не менее 35 000 кг и потолком не менее 6 000 м. Развитие конструкций дирижаблей по годам, наименования и типы показаны на фиг. 1 и 2. На дирижаблях в 50 000 м³ в мировую войну бралось в полет в среднем 3 000 кг бомб. Как пример транспортирования боевых припасов показателен



Фиг. 2.

полет в 1917 г. немецкого L 59 (объемом 68 500 м³) с грузом оружия и продовольствия в 14 000 кг из Германии через Болгарию, Средиземное море и Египет в осажденную крепость Хартум (Судан) и обратно в Болгарию; за 96 ч. непрерывного полета было пройдено 7 000 км, при спуске оставалось горючего еще на 60 ч. полета. Применение дирижаблей в операциях на море было в мировую войну очень значительно; напр., англ. морские дирижабли (объемом от 2 000 до 10 000 м³) находились в воздухе в общей сложности 83 360 ч., пройдя расстояние свыше 4 000 000 км.

М и р н о е применение дирижаблей—гл. образом с коммерческой целью—перевозка пассажиров, грузов и почты (см. *Воздушный*

транспорт); применяются также для научных исследований, полярных экспедиций (средний объем); для землемерных работ, аэрофотосъемок и пр. (малый объем). От пассажирских воздушных кораблей требуются: большой процент поднимаемого полезного груза (от общего веса), регулярность и безопасность сообщения (надежность аппаратов), экономичность, скорость и удобства для пассажиров.

Лит.: Пром. и техника, т. 11, Воздухоплавание, СПб, 1911; Франк М. Л., Воздухоплавание, т. 1, История воздухоплавания, СПб, 1911; Утешев Н., Записки по истории военного воздухопл., СПб, 1912; Яцук Н., Воздухопл. в морской войне, М., 1925; Шабашев Н., Тактика привязного воздухопл., М., 1920; Sumner P. H., The Science of Flight a. its Practical Application, v. 1, L., 1926; см. также *Аэростат и Дирижабль*. Н. Лебедев.

ВОЗДУХОПЛАВАТЕЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

являются источником механич. энергии для приведения в движение летательных аппаратов легче воздуха—дирижаблей (см.). В своих основных чертах В. д. сходны с авиационными двигателями (см.) как в смысле предъявляемых к ним требований, так и в способах их конструктивного разрешения. Подобно авиационным, В. д. должны обладать минимальным весом на единицу мощности, экономичностью в расходе горючего и надежностью в работе. Нормальный современный В. д. представляет собою быстроходный двигатель внутреннего сгорания, работающий на карбюрированной смеси воздуха и какого-либо легко испаряющегося жидкого топлива (бензина, бензола и др.). На дирижаблях малого размера, предназначенных для непродолжительных перелетов, могут устанавливаться обычные авиационные двигатели. На больших дирижаблях, рассчитанных на длительные полеты, более выгодно и удобно устанавливать специальные двигатели, т. е. условия работы и требования, предъявляемые к силовой установке для большого дирижабля, несколько отличаются от таковых для самолета. Ниже приведены факторы, обуславливающие тип и конструкцию силовой установки большого дирижабля.

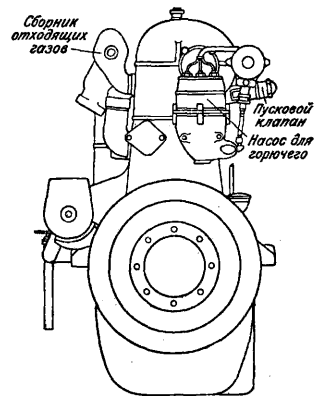
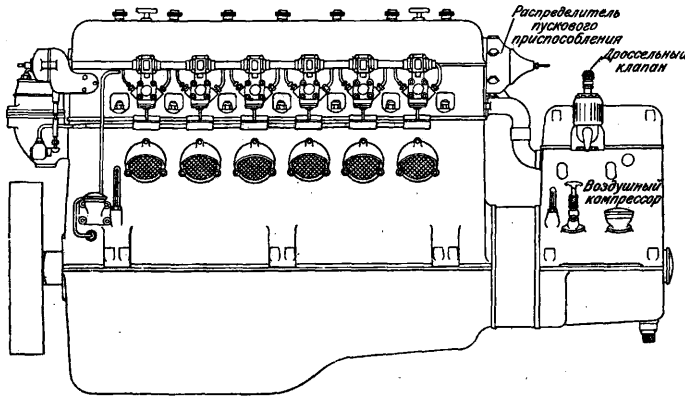
В е с В. д. Увеличение веса В. д. на единицу мощности не влияет так заметно на полетные качества дирижабля, как увеличение веса авиационного мотора на летные свойства самолета. Вес моторных установок большого дирижабля по отношению к общему полетному весу корабля меньше, чем вес моторных установок самолета. Вес последних с водой, трубопроводами, баками, винтами и прочими приспособлениями составляет в среднем 30 % от полетного веса аппарата, вес же моторных установок дирижабля—14 % от общего полетного

личаются от таковых для самолета. Ниже приведены факторы, обуславливающие тип и конструкцию силовой установки большого дирижабля.

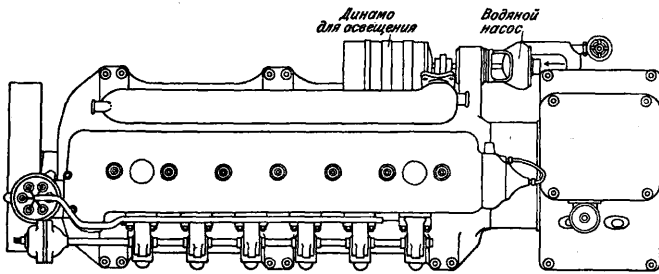
В е с В. д. Увеличение веса В. д. на единицу мощности не влияет так заметно на полетные качества дирижабля, как увеличение веса авиационного мотора на летные свойства самолета. Вес моторных установок большого дирижабля по отношению к общему полетному весу корабля меньше, чем вес моторных установок самолета. Вес последних с водой, трубопроводами, баками, винтами и прочими приспособлениями составляет в среднем 30 % от полетного веса аппарата, вес же моторных установок дирижабля—14 % от общего полетного

веса последнего (взято по данным ZR3). Поэтому вполне допустимо некое утяжеление воздухоплав. двигателей в целях повышения надежности их работы и удобств эксплуатации. За счет увеличения веса В. д. повышают надежность отдельных деталей двигателя, применяя конструкции более тяжелые, но более простые в эксплуатации; двигатель снабжают дополнительными механизмами, необходимыми при полете на дирижабле (реверсорами, пусковыми приспособлениями, регуляторами скорости вращения

врующей против движения корабля. Для этого В. д. снабжают приспособлением для перемены направления вращения воздушн. винта, к-рое является частью конструкции В. д. или представляет собою самостоятельный механизм. Иногда, не меняя направления вращения винта, меняют лишь наклон лопастей т. о., чтобы при том же направлении вращения тяга получала направление, обратное нормальному. Для обеспечения возможности надежного пуска В. д. применяются пусковые приспособления: 1) сжатым



Фиг. 1.



воздухом (Майбах VL1), 2) с помощью засасывания смеси в цилиндры особым ручным насосом и зажигания ее от пускового магнето (Майбах 300), 3) ручные стартеры. Возможны и другие системы пусковых приспособлений, применяемые в авиации: электрические и от вспомогатель-

и другими). Вес современных воздухоплавательных двигателей на 1 HP колеблется от 1,2 до 2,5 кг.

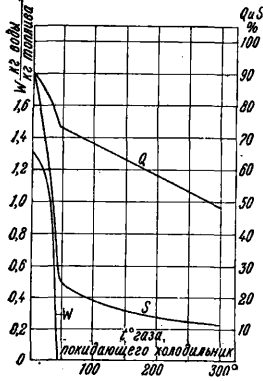
Надежность в работе. Существеннейшее значение при длительных перелетах приобретают: полная надежность работы В. д., простота ухода и наблюдения за ним, простота разборки и сборки, легкий доступ к существенным деталям с целью их исправления, в случае надобности, средствами экипажа корабля, не прерывая полета. С этой целью, например, В. д. имеют преимущественно нижнее распределение, позволяющее быстро производить съемку и разборку отдельных цилиндров (ремонт или замена поршней, поршневых колец, клапанов, пружин и т. д.). Вспомогательные механизмы двигателя (магнето, насосы, карбюраторы) располагают в местах, доступных для осмотра и исправления (фиг. 1). Применяются автоматич. регуляторы, дросселирующие мотор в случае превышения допустимого числа оборотов или в случае падения давления масла (Райт, Паккард, Санбим).

Вспомогательные устройства, связанные с управлением дирижабля. Для удобства маневрирования больших кораблей в полете иногда бывает необходимо располагать силой тяги, дейст-

ного бензинового мотора с воздушным компрессором (Бристоль) и др.

Для сохранения статического равновесия дирижабля в полете, по мере расходования жидкого топлива, приходится выпускать подъемный газ. При продолжительных перелетах количество газа, которое необходимо выпустить для сохранения равновесия, очень велико. Так, современный дирижабль емкостью 142 000 м³ требует на перелет Лондон — Египет 25 000 кг топлива; для сохранения равновесия требуется выпустить 23 000 м³ водорода. Одним из способов устранивания излишней траты подъемного газа является конденсация воды из отходящих газов моторов. При сгорании 1 кг топлива образуется 1,17—1,35 кг водяных паров. Количество же паров, конденсируемых с 1 кг топлива, обуславливается: 1) t° , до которой м. б. охлаждены отходящие газы мотора (t° газа, покидающего холодильник), и 2) влажностью и t° окружающей среды. На фиг. 2 даны: количество тепла, которое должно быть отнято конденсатором для охлаждения отходящих газов от 900° до различных t° в % от тепла, отнимаемого при охлаждении до 0° (кривая Q); количество водяных паров (на 1 кг сожженного топлива), которое при этом

конденсируется в воду, представлено кривой *W*. Кривая *S* дает величины, пропорционально поверхностям конденсатора, необходимым для охлаждения газов от 900° до различных *t*°. Из диаграммы видно, что газы необходимо охладить до возможно более низкой *t*°, что связано с резким увеличением потребной поверхности охлаждения конденсатора. Лишь 23% от общей охлаждающей поверхности конденсатора, необходимой для охлаждения газа до *t*°, на окружающей среды, содержат газы с *t*° выше 100°. Влияние



Фиг. 2.

10° превосходящей *t*° содержат газы с *t*° выше 100°. Влияние

0,11—0,14 кг водорода) или применять только газообразное топливо одинакового с воздухом уд. веса, чтобы, по мере расходования топлива, статическое равновесие дирижабля не нарушалось. Общее количество тепловой энергии *b* Cal/м³ подъемного газа складывается из: 1) тепловой энергии жидкого топлива, несомого 1 м³ подъемного газа; $\gamma_0(1-\Delta)h$ Cal/м³; 2) тепловой энергии *h'* самого подъемного газа (если последний используется как горючее для мотора); следовательно, $b = \gamma_0(1-\Delta)h + h'$, где γ_0 — плотность воздуха в кг/м³, Δ — плотность подъемного газа относительно воздуха (при одинаковых внешних условиях), *h* — низшая теплотворная способность 1 кг жидкого топлива, *h'* — низшая теплотворная способность 1 м³ подъемного газа. Требуемая для подъема данного количества тепловой энергии доля общего объема дирижабля будет тем меньше, чем больше величина *b*. В табл. 1 даны величины *b* для различных комбинаций топлив и подъемных газов.

Табл. 1.—Количество тепловой энергии подъемного газа.

Подъемный газ	Плотность подъемн. газа Δ относит. воздуха	Теплотворн. способн. <i>h'</i> газа в Cal/м ³	Теплотворн. способн. <i>h'</i> жидкого топлива в Cal/м ³	<i>b</i>	Виды топлива
Водород	0,11*	0	10 000	11 500	Бензин Водород газообразный и бензин
Водород	0,11*	2 360	10 000	13 860	
Гелий	0,20	0	10 000	10 344	Бензин Светильный газ и бензин
Светильный газ	0,434	4 590	10 000	11 910	
Газообразный углеводород	1	14 000	—	14 000	Газообразный углеводород

* Для газа средней чистоты.

атмосферных условий на количество сконденсированных паров видно из следующего (для высоты 1 500 м):

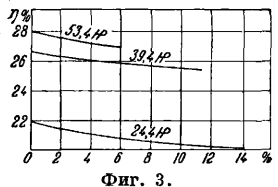
Тем-ра окружающей среды	2,5°	20°
» газов, покидающих конденсатор	12,5°	30°
Относительн. влажность воздуха	87%	32%
Количество влаги, насыщающее 1 кг воздуха при температуре и давлении окружающей среды (<i>t</i> ₀ , <i>P</i> ₀) в кг	0,0053	0,0167
То же с поправкой на относительную влажность	0,0046	0,0053
Количество влаги, насыщающее 1 кг газов при тем-ре: <i>t</i> ₀ +10°	0,0105	0,0320
Количество влаги, требуемое для насыщения 1 кг газов при температуре: <i>t</i> ₀ +10°	0,0059	0,0267
Количество сконденсированного водяного пара на 1 кг сожженного топлива	1,05	0,65

В виду больших затруднений в получении достаточно легкого и компактного конденсационного устройства этот способ сохранения постоянства веса дирижабля до настоящего времени не вышел из стадии испытания.

Применение газообразного топлива. Подобно конденсации паров, применение газообразного топлива имеет целью сохранение статич. равновесия дирижабля при продолжительных полетах. Для этого необходимо, по мере расходования жидкого топлива, сжигать подъемный газ, поддерживавший израсходованное топливо (напр. на 1 кг сожженного бензина необходимо сжечь

Как видно из таблицы, при сжигании водорода количество тепловой энергии, несомое 1 м³, увеличивается на 20%. Опыты по использованию в качестве топлива для двигателя водорода совместно с жидким топливом, произведенные на тихоходном нефтяном бескомпрессорном двигателе Кросслей, дали следующие результаты: 1) с добавлением газа к жидкому топливу двигатель начинает работать более ровно, чем без добавления; 2) с увеличением количества газа, прибавляемого к топливу (газ добавлялся в количестве от 0 до 14% от веса жидк. топлива), эффективный кпд двигателя несколько уменьшается, что объясняется уменьшением скорости сгорания смеси.

На фиг. 3 даны кривые изменения кпд двигателя, при разных количествах добавляемого водорода, для трех различных нагрузок двигателя: 53,4; 39,4; 24,4 НР при постоянном числе оборотов. Очень выгодно пользоваться газообразным топливом, уд. вес которого относительно воздуха равен 1, при условии достаточно высокой теплотворной способности. Смешивая в известной пропорции легкие и тяжелые газообразные углеводороды, можно получить горючий газ, одной с воздухом



Фиг. 3.

плотности и по теплотворной способности на 1 м^3 ($b=14\ 000$) не уступающий бензину ($b=11\ 500$) или бензину + водород ($b=13\ 860$). Если вместо водорода, использованного для жидкого топлива, заполнить тот же объем газообразным углеводородом с $\gamma=1$, то, по мере расходования газа мотором, вес дирижабля не будет меняться, количество же тепловой энергии дирижабля увеличится в отношении $\frac{14\ 000}{11\ 500} = 1,22$. В настоящее время газообразное горючее начинает находить применение на новейших дирижаблях (ZR 127 в Германии).

Экономичность. Большую роль играет экономичность В. д. в расходе топлива, так как при длительных перелетах вес горючего на дирижабле составляет значительную долю общей полезной нагрузки (50% и выше против 25—30% на самолете). Для повышения экономичности иногда прибегают к повышению степени сжатия двигателя (см. табл. 2, двигатели: Майбах, Райт,

мости от режима полета, могут меняться от 0 до максимально допустимой величины, желательнее сохранять экономичность в широких пределах изменения числа оборотов. В виду значительно большей экономичности двигателей тяжелого топлива применение их очень выгодно, тем более, что сравнительно большой вес их имеет второстепенное значение в воздухоплавании.

Существующие конструкции В. д. Двигатель герм. фирмы Майбах Mb IVa мощностью 260/300 HP является наиболее распространенным В. д. (фиг. 4); построен в 1916—17 гг.; употреблялся на всех герман. дирижаблях Цепелина во время империалистической войны. Двигатель приспособлен к полету на больших высотах; размеры деталей и трущихся частей кривошипного механизма рассчитаны так, что продолжительная работа двигателя при полном открытии дросселя допускается лишь на высоте 1 500—2 000 м (наружное давление около 0,85 Atm). Двигатель имеет размеры цилин-

Табл. 2.—Существующие воздухоплавательные двигатели.

№	Страна, фирма и марка	Охлаждение	Тип и число цилиндров	Мощн. номин.	Мощн. макс.	Обороты соответств. мощности	Диам. в мм Ход	Степень сжатия	Сухой вес в кг	Вес на 1 HP в кг	Расход на 1 HP/ч. в кг	
											топлива	масла
Германия:												
1	Майбах Mb IVa	Вод.	Вертик., 6 цил.	260	300	1300/1400	165 180	6	392	1,51 1,35	—	—
2	Майбах VL 1	»	V-образн., 12 цил. по 6 в ряд	420	—	1400	—	5,8	1060	2,5	—	—
Англия:												
3	Санбим Маори 4	»	V-образн., 12 цил. по 6 в ряд	275	—	2100	110 135	—	414	1,5	—	—
4	Санбим Коссак	»	V-образн., 12 цил. по 6 в ряд	350	—	2000	110 160	—	540	1,54	—	—
5	Санбим Син	»	V-образн., 12 цил. по 6 в ряд	850	—	1400	160 180	—	880	1,04	—	—
6	Бердмор Торнадо I	»	Вертик., 8 цил. в ряд	650 720	—	1000/1100	210 305	—	1365	2,1 1,9	—	—
Франция:												
7	Клеман Баярд	»	Вертик., 8 цил.	300	—	1200	165 225	—	—	—	—	—
С. Ш. А.												
8	Юнион Газ Энджин K ^o	»	Вертик., 6 цил.	125	—	1400	120,5 165	—	218	1,75	0,251	—
9	Райт	»	Вертик., 6 цил.	350 400	—	—	177 203	—	540	1,54 1,35	0,195	0,00328
10	Панкард 1551	»	Вертик., 6 цил.	300 350	—	1400	168,5 190,5	6,5	451	1,50 1,29	0,185 0,205	0,0082 0,0123

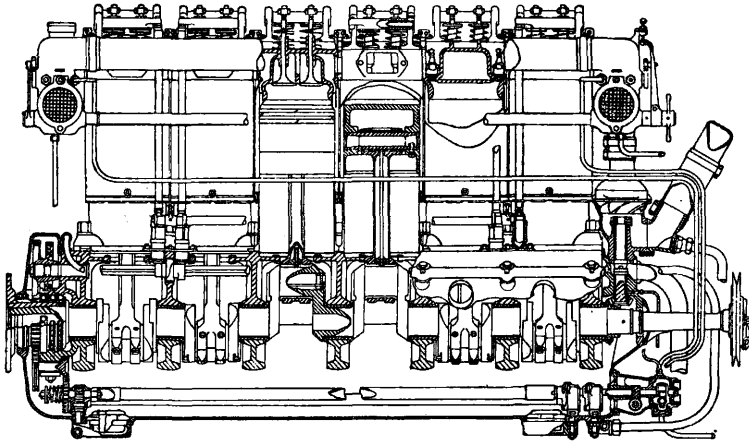
Примечание. Двигатели были установлены: 1-й—на всех дирижаблях в Германии во время войны 1914—1918 гг.; 2-й—на герм. дирижаблях LZ 126 (ZR 3) и на вновь строящихся LZ 127; 3-й—на англ. дирижаблях R 33, R 34; 4-й—на англ. дирижаблях R 36, R 37, R 39; 6-й—двигатель тяжелого топлива, ставится на дирижабле R 101; 8-й—на америк. дирижаблях для морской разведки; 10-й—на америк. дирижаб. Шенандоа.

Паккард). Чтобы избежать при этом детонации и чрезмерных нагрузок на детали, двигатель у земли дросселируется до получения допустимых величин давлений. Полное открытие дросселя допускается лишь на некоторой высоте. В виду того, что рабочие обороты двигателя на дирижабле, в зависи-

мов, несколько увеличенные по сравнению с нормальным двигателем той же мощности и скорости вращения вала. Данные двигателя приведены в табл. 2. Цилиндры двигателя состоят из стальной гильзы с чугунной головкой, ввернутой внутрь гильзы. Водяные рубашки—стальные точеные—навернуты

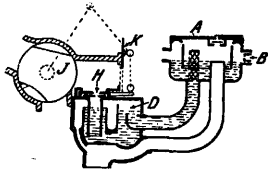
вверху на чугунную головку цилиндра; внизу рубашки соединены с гильзой цилиндра при помощи специального уплотнения—

стве неисправности поплавок или иглы нормального карбюратора, чем уменьшается опасность пожара при обратных выхлопах. Схема пускового приспособления дана на фиг. 6. При передвижении рычага *A* заслонка *B* закрывает выход из выхлопного сборника в атмосферу. Одновременно поднимаются впускные и выпускные клапаны. Ручным воздушным насосом *C*, соединенным с выхлопным сборником, смесь засасывается через карбюратор в цилиндры. Рычаг *A* ставится в исходное положение, и смесь зажигается от пускового магнето. На фиг. 7 даны кривые изменения мощности мотора Майбах с высотой, при различных числах оборотов.



Фиг. 4.

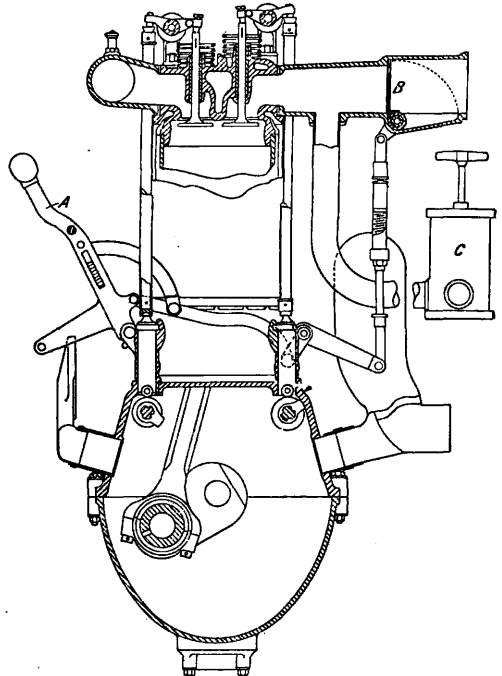
резин. кольца, зажатого гайкой между двух стальных колец. Поршни, первоначально чугунные, были позднее заменены алюминиевыми. Шатуны, квадратного сечения, имеют внутри сверление, в которое вставлена трубка, подающая масло из нижней головки шатуна в верхнюю. Материал шатуна—хромоникелевая сталь. Цилиндр имеет по 2 впускных и по 2 выпускн. клапана. Материал впускных клапанов—сталь состава: 0,53% С, 0,30% Si, 0,48% Mn, 4,01% Ni, 0,51% Cr; состав стали выпускных клапанов: 0,1% С, 0,20% Si, 0,26% Mn, 3,62% Ni, 1,16% Cr; коленчатый вал стальной (0,31% С, 0,31% Si, 4,01% Ni, 0,83% Cr); картеры алюминиевые. У-



Фиг. 5.

правление клапанов—при посредстве коромысел и толкачей от двух распределит. валиков (один для впускных, другой для выпускных клапанов), расположенных по обе стороны от цилиндра в верхней половине картера. Карбюратор (фиг. 5)—спец. конструкции, обусловленной требованиями пожарной безопасности на дирижабле и возможностью регулировать состав смеси в широких пределах изменения оборотов двигателя и высоты полета. Горючее через калиброванное отверстие *B* подается в резервуар *A*, где с помощью сливной трубки сохраняется постоянство уровня. Из резервуара *A* горючее подается под постоянным напором в резервуар *D*. Уровень в последнем постоянный, достигаемый сливной трубкой. Количество топлива, проходящего через жиклер *H*, регулируется лишь разрежением над последним. Рычаги, регулирующие открытие дросселя *J*, жиклера *H* и воздушной заслонки *K*, соединены между собой так, что получается нужный состав смеси на разных режимах. При подобной конструкции карбюратора не может произойти переливания и скопления излишков топлива во всасывающих трубах вслед-

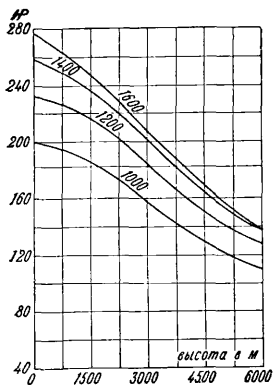
Дроссель карбюратора устанавливается так, чтобы мотор давал наибольшую мощность. Полное открытие дросселя—около высоты 4 000 м. На фиг. 8 даны отношения мощностей на разных высотах (в м) к мощности у земли $\frac{P}{P_0}$ для авиационного мотора Либерти и для двигателя Майбах 260 HP



Фиг. 6.

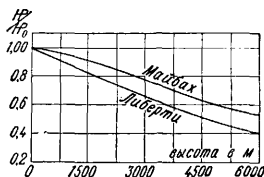
(последний при 1 400 об/м.). Как видно из фиг., падение мощности мотора Майбах менее резкое, чем у мотора Либерти, что объясняется значительным дросселированием первого у земли и постепенным открытием дросселя с подъемом на высоту.

Новейшей конструкцией В. д. является двигатель фирмы Майбах мощностью 420 HP, установленный на дирижабле LZ 126 (ZR 3), перелетевшем Атлантический океан, и на вновь строящемся LZ 127. Данные мотора приведены в табл. 2. Общий вид дан на фиг. 9. Мотор развивается до высоты 400 м 420 HP при 1400 об/м. Расход топлива на силу с помощью специального карбюратора сохраняется постоянным как на полной мощности, так и при дросселировании. Каждый цилиндр имеет два выпускных клапана,



Фиг. 7.

один впускной и клапан А для пуска в ход сжатым воздухом с предохранителем против резких повышений давлений в цилиндре. Вес мотора с пусковым компрессором 1 060 кг. Мотор имеет приспособления для перемены направления вращения в кратчайший промежуток времени (важно для маневрирования).



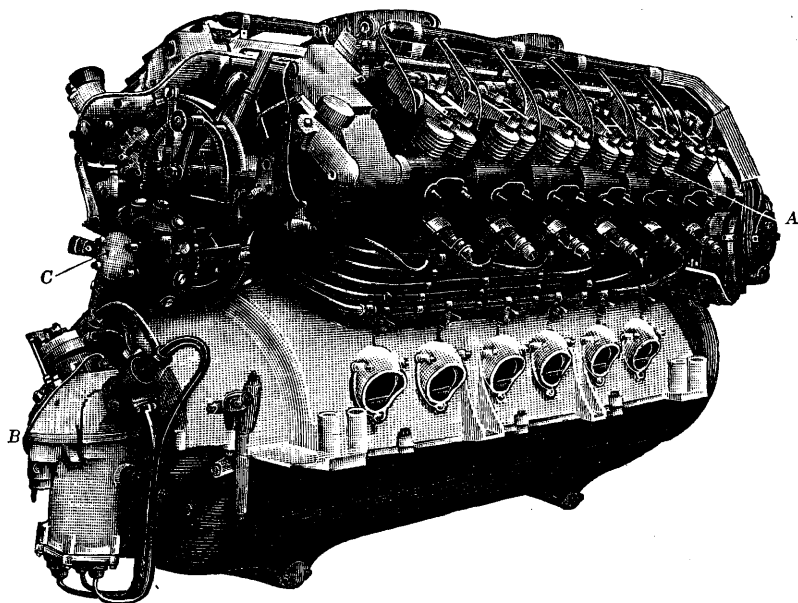
Фиг. 8.

Сдросселировав мотор и уменьшив опережение зажигания, передвигают вдоль оси кулачковый вал, расположенный между рядами цилиндров. Последнее нельзя осуществить, не сдросселировав мотора. Распределение мотора — нижнее от общего кулачкового вала, имеющего также кулачки для обратного хода. Карбюраторов четыре, конструкции, подобной описанной выше. Пуск сжатым воздухом — из баллона. В баллоны воздух подается двухступенчатым поршневым компрессором В, сидящим на конце вала мотора и сжимающим воздух до 30 кг/см². Распределитель воздуха между цилиндрами состоит из 12 расположенных звездообразно клапанов С, которые приводятся в действие кулачком, сидящим на конце кулачкового вала мотора (фиг. 9).

В. д., работающие на тяжелом топливе, имеют большое значение для воздухоплавания по следующим причинам: 1) применение тя-

желого топлива (нефти), более трудно воспламеняющегося, чем легкие горючие (бензин, бензол и другие), уменьшает опасность пожара и взрыва; 2) благодаря низкой стоимости тяжелых сортов топлива уменьшаются затраты на горючее, что важно при коммерческой эксплуатации В. д.; 3) вследствие большей экономичности двигателей со впрыском тяжелого топлива уменьшается вес расходуемого горючего, за счет чего м. б. увеличен полезный груз. Экономия в расходе горючего имеет огромное значение при продолжительных полетах (1—2 суток), когда вес горючего составляет до 50% от фактической подъемной силы дирижабля. Быстроходные двигатели тяжелого топлива в настоящее время обладают еще значительным весом на силу (2—10 кг/HP); однако уже существуют отдельные конструкции, еще не вышедшие из стадии испытаний, вес которых на 1 HP достаточно низок, чтобы удовлетворить требованиям, предъявляемым к В. д., но установленных и работающих на дирижаблях в настоящий момент не имеется.

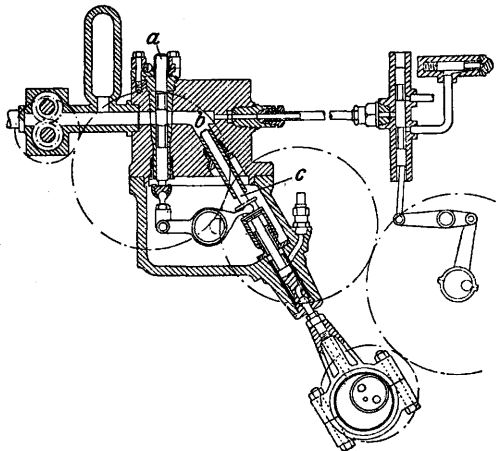
Конструкции В. д., предназначающиеся или пригодные к установке на дирижабли, можно подразделить на следующие группы: 1) четырехтактные двигатели с воздушным компрессором для впрыска топлива в цилиндр, 2) четырехтактные бескомпрессорные двигатели, 3) двухтактные двигатели. Примером В. д. первой группы является двигатель Майбах-Цепелин (фиг. 1). Двигатель имеет 6 цилиндров в ряд, мощность — 150 HP при 1 300 об/м. Система для впрыска топлива в цилиндр состоит из: трехступенчатого поршневого воздушного компрессора, форсунок закрытого типа, помещенных в боковой стенке цилиндров и управляемых общим для всех



Фиг. 9.

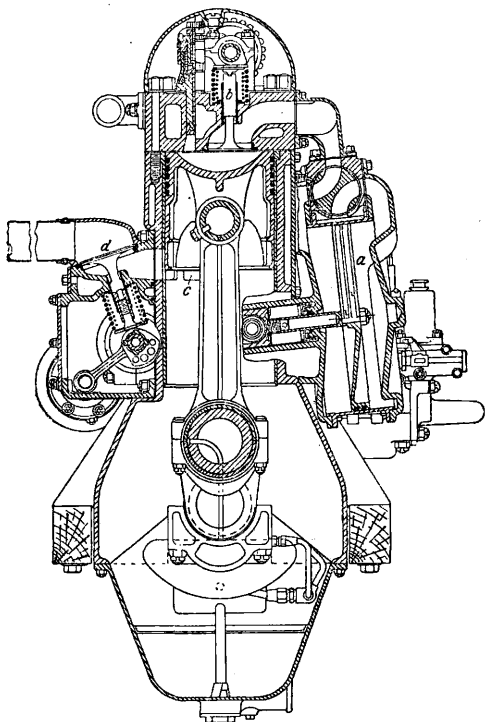
цилиндров кулачковым валом. Вес двигателя 1 190 кг, т. е. около 7,9 кг/HP; большой вес объясняется применением чугуна и дру-

гих тяжелых металлов для основных деталей (картеров, цилиндров и пр.); применяя легкие металлы, можно значительно



Фиг. 10.

понизить вес двигателя. Ко второй группе м. б. отнесен двигатель Бердмор Торнадо I, мощность которого: номинальная 650 HP при 1 000 об/м. и максимальная 720 HP при 1 100 об/м., вес двигателя 1 365 кг, т. е. 2,1—1,9 кг/HP; данные приведены в табл. 2.



Фиг. 11.

Этот двигатель является видоизмененной конструкцией тепловозного двигателя той же фирмы; последний имеет мощность 400 HP при 750 об/м. и весе 2 250 кг (5,6 кг/HP). Двигатель бескомпрессорный. Подача горючего в цилиндр производится насосом (фиг. 10). Применением добавочного плун-

жера *a*, резко прерывающего сообщение между пространством *b* над главным плунжером *c* и резервуаром для топлива в момент максимальной скорости главного плунжера насоса, достигается хорошее распыливание топлива и устраняется подтекание в конце впрыска.

Примером двухтактного двигателя может служить двигатель Attendu (фиг. 11). Этот двигатель, имеющий два цилиндра, расположенных в ряд, развивает мощность 85 HP при 1 620 об/м. Вес его 1,65 кг/HP. Топливо впрыскивается в цилиндр без сжатого воздуха, с помощью насоса для горючего и форсунки. Сбоку двигателя помещен короткоходный поршневой компрессор двойного действия, с большим диаметром поршня *a*, предназначенный для продувки цилиндров. Система продувки цилиндра—прямоточная: впускной клапан *b* помещен в головке цилиндра, выхлопные окна *c*—в нижней части цилиндра. Клапаны *d*, по два на каждый цилиндр, служат для регулировки постоянного давления в конце хода сжатия путем изменения момента их закрытия во время хода поршня вверх.

Следует ожидать, что в будущем двигатели тяжелого топлива найдут широкое применение в воздухоплавании.

Лит.: Sherbondy E. H. a. Wardrop G. D., A Text-book of Aero Engines, N. Y., 1920; Jane's All the World's Aircraft, L., 1924—27; Langsdorf W., Fortschritte d. Luftfahrt, Frankfurt a/M., 1926; «Aviation», N. Y., 1922, May—June. В. Дмитриевский.

ВОЗДУХОПРОВОД служит для подачи сжатого или разреженного воздуха. Для промышленных целей применяется воздух, сжатый до 4—10 atm, и в исключительных случаях—до 15 atm. Для главной (магистральной) линии В. применяются железные и чугунные трубы, для ответвлений—газовые. Трубы соединяются при помощи раструбов или муфт. Расчет труб на прочность и конструктивное выполнение герметичных соединений—см. *Трубопроводы*. Соединение В. с пневматич. машинами и приборами осуществляется специальными резиновыми шлангами (трубами), концы которых присоединяются к ответвлениям В. посредством затяжных хомутов или соединительных гаек. Для лучшего отвода скопляющейся воды В. проводится с уклоном от 0,003 до 0,005. В том случае, если В. проводится под землей, он прокладывается на глубине 0,6—1,75 м в зависимости от климатич. условий. В наиболее низких местах В. ставятся для отвода воды конденсационные горшки или спускные краны.

Зависимость между падением давления, количеством проходящего по В. воздуха, диаметром труб и скоростью движения потока м. б. точно установлена по основным законам термодинамики и гидравлики. Работа трения при прохождении 1 кг воздуха по В. длиной *l* и диам. *d* выражается ур-нем:

$$L_R = \frac{4R'}{\gamma} \frac{l}{d}, \quad (1)$$

где *R'*—сила трения 1 м² внутренней поверхности трубы и γ —удельный вес воздуха.

Сопротивление трения вызывает падение первоначального давления *p*₁ до величины *p*₂. В трубопроводах с малым падением

давления можно пренебречь работой расширения воздуха и считать, что работа трения равняется работе давления, т. е.

$$\frac{p_1 - p_2}{\gamma} = \frac{4R' \cdot l}{\gamma \cdot d}$$

При скоростях движения воздуха выше критической, что имеет место во всех случаях практики, движение потока воздуха будет вихревым. Критическая скорость воздуха зависит от t° , диаметра трубопровода и давления. В табл. 1 дается критическая скорость воздуха при $\text{temp-re} = 20^\circ$.

Табл. 1.—Критическая скорость воздуха при 20° в м/сек.

Давление p в кг/см ²	Диаметр в мм				
	25	50	100	200	500
0,2	6,00	3,00	1,50	0,60	0,30
1	1,20	0,60	0,30	0,12	0,06
10	0,12	0,06	0,03	0,012	0,006

При вихревом движении R' зависит от квадрата скорости потока воздуха и его уд. в. Считая $4R' = 10\,000 \beta \cdot \gamma \cdot w^2$, будем иметь:

$$p_1 - p_2 = \beta \cdot \frac{l}{d} \cdot \gamma \cdot w^2 \text{ кг/см}^2 \quad (2)$$

или, выражая потерю давления в м воздушного столба, получим основное уравнение для расчета В.:

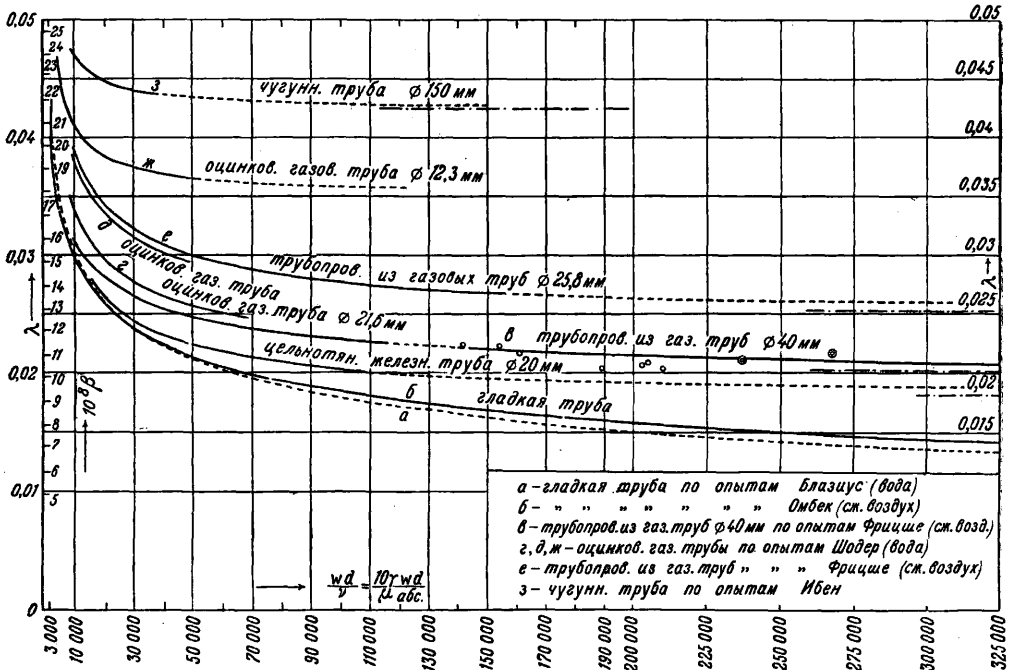
$$h = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2g} \text{ м}, \quad (3)$$

где $10\,000 \beta = \frac{\lambda}{2g}$, или $10^8 \beta = 510 \lambda$.

от w, d, γ , от внутреннего трения частиц воздуха, т. е. вязкости μ , и в большой степени от шероховатости внутренней поверхности трубопровода. Вводя значение динамическ. вязкости $\nu = \frac{\mu g}{\gamma}$, мы можем считать, что $\lambda = f\left(\frac{w \cdot d}{\nu}\right)$. Функциональная зависимость λ была определена Рейнольдсом (Reynolds) в форме:

$$\lambda = f\left(\frac{w \cdot d}{\nu}\right); \quad (4)$$

отсюда следует, что для газа и жидкости, напр. для воздуха и воды, при различных значениях w, d, ν коэфф-т λ будет одинаков в том случае, если параметр Рейнольдса $\frac{w \cdot d}{\nu}$ для воздуха будет равен параметру $\frac{w \cdot d}{\nu}$ для воды. Определяя опытным путем для отдельных сортов труб значения λ при различных значениях $\frac{w \cdot d}{\nu}$, мы получим для каждого сорта трубы кривую изменения λ , при изменении $\frac{w \cdot d}{\nu}$ не зависящую от вещества протекающего по трубе потока, т. е. одного и того же значения как для капельных жидкостей, так и для газов. Это замечательное свойство параметра Рейнольдса дает возможность объединить в одно целое результаты всех опытных работ в области течения потока по трубопроводу независимо от того, с какой жидкостью или с каким газом производились исследования. Результаты этих исследований приведены на помещенной ниже диаграмме.



Ур-ие (3) дает зависимость между падением давления в трубопроводе h , его длиной l , диам. d и скоростью w потока воздуха. По диаметру и скорости легко определяется количество воздуха, протекающего в единицу времени. Входящий в уравнение (3) коэфф. λ не является постоянным, а зависит

Изменения λ протекают по закону гиперболы. Омбек дает следующее значение:

$$\lambda = \frac{0,242}{\left(\frac{w \cdot d}{\nu}\right)^{0,328}}$$

Для определения параметра Рейнольдса необходимо знать величину вязкости μ , зави-

сящей от t° . В физике вязкость μ выражается по абсолютной системе измерений; в данном случае надо вязкость выразить в технической системе. Легко определить, что $\mu_{техн.} = \frac{1}{9,81} \mu_{абс.}$, а следовательно, $\nu_{техн.} = \frac{1}{10} \frac{\mu_{абс.}}{\gamma}$ и $\frac{w \cdot d}{\nu} = \frac{10 \cdot \gamma \cdot w \cdot d}{\mu_{абс.}}$. Значения абсолютной вязкости для воздуха даются в табл. 2.

Табл. 2. — Значения $10^7 \mu_{абс.}$ для воздуха.

Температура $10^7 \mu_{абс.}$	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
	1 750	1 820	1 886	1 940	1 995	2 040	2 080	2 120	2 160	2 200
Температура $10^7 \mu_{абс.}$	100°	110°	120°	130°	140°	150°	160°	170°	180°	190°
	2 240	2 270	2 308	2 340	2 372	2 405	2 437	2 468	2 500	2 532

Рассмотрение диаграммы показывает, что для гладких труб (цельнотянутых калиброванных) при увеличении параметра $\frac{w \cdot d}{\nu}$ коэффициент λ неограниченно уменьшается. Для труб с шероховатой поверхностью сопротивление движению потока, вызываемое неровностями стенок труб, не может исчезнуть с увеличением $\frac{w \cdot d}{\nu}$; поэтому для труб с шероховатой внутренней поверхностью с увеличением $\frac{w \cdot d}{\nu}$ коэфф-т λ будет стремиться к конечному пределу λ_∞ ; для шероховатых поверхностей кривые λ диаграммы имеют горизонтальные асимптоты (показанные на диаграмме пунктиром) на расстоянии λ_∞ от оси абсцисс. Из сказанного следует, что у-ие λ для шероховатых труб будет иметь следующий вид:

$$(\lambda - \lambda_\infty) \frac{w \cdot d}{\nu} = \text{Const.}$$

При расчете В. необходимо принимать во внимание потери давления при прохождении воздушного потока через вентили, отводы, угольники и компенсаторы; необходимо также учитывать изменения давления в местах соединения труб. Исследования Брабе (Grabée) показали, что в этих случаях давления изменяются пропорционально квадрату скорости; это падение давления м. б. выражено высотой столба $\Delta h = \xi \cdot \frac{w^2}{2g}$. Для нормальных вентилях $\xi = 6,5-7$; для угольников $\xi = 1,5-2$; для отводов в 90° , при радиусе закругления $r > 5d$, $\xi = 0$. Для расчета все местные сопротивления заменяются приведенной длиной l' трубопровода, на основе соотношения:

$$\lambda \cdot \frac{l' w^2}{d \cdot 2g} = \xi \cdot \frac{w^2}{2g},$$

откуда приведенная длина $l' = \frac{\xi}{\lambda} \cdot d$. Полученные приведенные длины суммируются с геометрич. длиной В., и по полученной суммарной длине ведется расчет.

Для очень длинных В. предположение о незначительности работы расширения проходящего по трубопроводу воздуха будет неверно. Для этого случая, при адиабатическом процессе, максимальная длина воздухопровода, при которой еще возможно осу-

ществить начальную скорость w_1 , определяется по уравнению:

$$\left(\frac{\lambda \cdot l}{d}\right)_{max} = \frac{1}{k} \left(\frac{w_1^2}{w_2^2} - 1\right) - 2,303 \frac{k+1}{2k} \lg \left[1 + \frac{2}{k+1} \left(\frac{w_1^2}{w_2^2} - 1\right)\right],$$

где $w_2^2 = g \cdot k \cdot \rho_1 \cdot v_1$ и является квадратом начальной скорости распространения звука в воздухе. При полученной длине l_{max} скорость потока воздуха в конце трубопровода будет равна скорости звука. Давление в конце воздухопровода

$$p_{min} = p_1 \cdot \frac{w_1}{w_2} \sqrt{\frac{2}{k+1} + \frac{k-1}{k+1} \left(\frac{w_1}{w_2}\right)^2}.$$

Если противодавление в конце В. будет больше p_{min} , то скорость w_1 вообще не будет достигнута. Для расчетов В. длиной от $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{4} l_{max}$ применяются обычные расчетные уравнения (2), (3) и (4). Для В. длиной до $0,8 l_{max}$ потеря давления м. б. весьма точно определена по уравнению:

$$p_1 - p = p_1 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{\lambda \cdot l \cdot w_1^2}{d \cdot g \cdot k \cdot \rho_1 \cdot v_1}}\right).$$

Лит.: Schüle W., Technische Thermodynamik, B. 1, Berlin, 1923; O m b e k H., Druckverlust strömender Luft in geraden zylindrischen Rohrleitungen, «Forschungsarbeiten», H. 158—159; B l a s i u s H., Das Ähnlichkeitsgesetz bei Reibungsvorgängen, «Z. d. VDI», 1912, p. 639; B i e l R., Über d. Druckhöhenverlust bei d. Fortleitungen tropfbarer u. gasförmiger Flüssigkeiten, «Mitt. über Forschungsarbeiten», H. 44; B r a b e e, Die Berechnung verschiedener Rohrnetze auf einheitl. Grundlage, «Z. d. VDI», 1916; Schüle W., Technische Thermodynamik, B. 2, Abschnitt 52—Über die Berechnung sehr langer Erdgasleitung, B., 1923; H ü t t e, Das Ingenieurs Taschenbuch, B. 1, B., 1925.

ВОЗДУШНАЯ ПЕСОЧНИЦА, прибор, подводящий песок к рельсам впереди ведущих колес локомотива для увеличения трения между ними. Недостаток обыкновенных песочниц заключается в том, что высыпавшийся на рельсы песок во время движения локомотива сдувается ветром. Для устранения этого заставляют песок двигаться по трубам не собственным весом, как это происходит в обыкновенной песочнице, а под действием сжатого воздуха (от тормозного компрессора). Воздушное сопло, располагаемое у песочного ящика, разрыхляет песок в ящике, засасывает в трубы и прогоняет его в распыленном виде по трубам к месту соприкосновения колес с рельсами. Для успешной работы В. п. необходимо, чтобы песок был тщательно высушен и просеян. Существует много разн. конструкций В. п. **П. Красовский.**

ВОЗДУШНАЯ ПРОСЛОЙКА, один из видов изолирующих слоев, уменьшающих теплопроводность среды. В последнее время значение В. п. особенно возросло в связи с применением в строительном деле пустотелых материалов. В среде, разделенной В. п., тепло передается: 1) путем лучеиспускания поверхностей, прилегающих к В. п., и путем теплоотдачи между поверхностью и воздухом и 2) путем переноса тепла воздухом, если он подвижен, или путем передачи тепла одними частицами воздуха другим вследствие теплопроводности его, если он неподвижен, при чем опыты Нуссельта доказывают, что более тонкие прослойки, в которых воздух может считаться почти

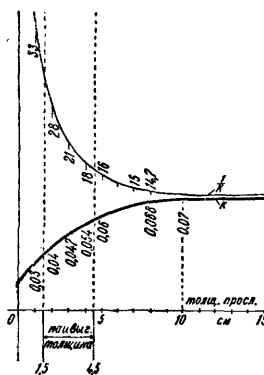
неподвижным, обладают меньшим коэфф-том теплопроводности k , чем более толстые прослойки, но с возникающими в них конвекционными течениями. Нуссельт дает следующее выражение для определения количества тепла, передаваемого в час В. п.:

$$Q = F \left(\frac{\lambda_0}{s} + \frac{1}{\frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_2} - s} \right) (\theta_1 - \theta_2),$$

где F —одна из поверхностей, ограничивающих В. п.; λ_0 —условный коэфф-т, числовые значения которого, зависящие от ширины В. п. e , выраженной в m , даны в прилагаемой табличке:

e	0	0,015	0,10	0,15
λ_0	0,02	0,035	0,07	0,07

s_1 и s_2 —коэфф-ты лучеиспускания обеих поверхностей В. п.; s —коэфф-т лучеиспускания абсолютно черного тела, равный 4,61; θ_1 и θ_2 —темпы поверхностей, ограничивающих В. п. Подставляя в формулу соответствующие значения, можно получить нужные для расчетов величины k (коэфф. теплопроводности) и $\frac{1}{k}$ (изолирующей способности) В. п. различ. толщины.



С. Л. Прохоров составил по данным Нуссельта диаграммы (см. фиг.), показывающие изменение величин k и $\frac{1}{k}$ В. п. в зависимости от их толщины, при чем наиболее выгодным участком является участок от 15 до 45 мм. Меньшие В. п. практически трудно осуществимы, а большие дают уже значительный коэффициент теплопроводности (около 0,07).

Следующая таблица дает величины k и $\frac{1}{k}$ для различных материалов, при чем для воздуха дано несколько значений этих величин в зависимости от толщины слоя.

Таблица значений коэффициентов k и $1/k$ для различных материалов.

Изолирующие материалы	k	$\frac{1}{k}$
Воздух (бесконечно тонк. слой)	0,02	50
Бумага	0,034	29,3
В ядух (толщ. 15 мм)	0,025	28,5
Пробка	0,041	24,4
Шерсть (войлок)	0,042	23,8
Шелл (очески)	0,045	22,2
Хлопок (очески)	0,054	18,5
Воздух (толщ. 40 мм)	0,0545	18,3
Опилки древесные	0,055	18,2
Диатомовая земля	0,060	16,7
Соплом	0,070	14,3
Воздух (толщ. > 100 мм)	0,070	14,3

Т. о. видно, что часто бывает выгоднее делать несколько более тонких В. п., чем применять те или другие изолирующие слои. В. п. толщиной до 15 мм может считаться изолятором с неподвижным слоем воздуха,

при толщине 15—45 мм—с почти неподвижным и, наконец, В. п. толщиной свыше 45—50 мм должны признаваться прослойками с возникающими в них конвекционными течениями и потому подлежащими расчету на общем основании.

Лит.: Прохоров С. Л., Современное строительство из пустотелых бетонных камней с железобетон. наркасом, М., 1926; Чаплин В. М., Курс отопления и вентиляции, вып. 1, М., 1924. С. Беннев.

ВОЗДУШНАЯ СЕЛИТРА, см. Селитра.
ВОЗДУШНАЯ СУШКА, см. Сушка.
ВОЗДУШНОЕ БОГАЩЕНИЕ — один из

способов разделения в струе воздуха руд или других полезных ископаемых на составляющие их минералы. Закон Риттингера, устанавливающий, что падение зерен в воде, с достаточной для практич. целей точностью, может быть принято происходящим по закону равномерного движения с постоянной скоростью, к В. о. не применим благодаря малой плотности воздуха и способности его сжиматься. Вообще говоря, разность скоростей падения зерен в воздухе ощутима лишь при условии уменьшения влияния ускорения силы тяжести; поэтому для разделения всегда применяются падение зерен в струе восходящей или горизонтальной, но не нисходящей. Вследствие затруднений при создании струи воздуха, способной поднять крупные зерна руды, обработке подвергается лишь мелочь; В. о. неприменимо для очень мелких пылевидных частиц, легко уносимых струей воздуха. На тех же принципах основывается классификация по крупности для частиц одного и того же вещества и, кроме того, обеспыливание. В том или ином случае на минеральную частицу действует сила струи воздуха, которая может быть выражена след. ф-лой:

$$P = \psi \cdot \gamma \cdot F \cdot \frac{v^2}{2g},$$

где P —сила, действующая на частицу, в кг, ψ —опытный коэфф-т, зависящий от формы частицы (для плоской поверхности он изменяется в пределах от 1 до 3), v —скорость струи воздуха в м/сек, γ —вес 1 м³ воздуха в кг ($\gamma = 1,293$ кг/м³), F —площадь сечения частицы, нормальная к направлению струи, в м², g —ускорение силы тяжести.

Под влиянием силы тяжести частица оказывает сопротивление: $G = W \cdot \delta$, где G —вес частицы, W —объем ее, δ —уд. вес. Вследствие этого частица будет поднята силой

$$R = \psi \cdot \gamma \cdot F \cdot \frac{v^2}{2g} - W \cdot \delta$$

(потерей в весе тела, равной весу вытесненного им воздуха, мы пренебрегаем вследствие ее ничтожной величины).

Если принять, что частица имеет форму шара, то

$$R = \frac{\pi d^3}{4} \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot \psi \cdot \gamma - \frac{\pi d^3}{6} \cdot \delta.$$

Для двух частиц одного и того же вещества та из них будет поднята струей воздуха выше, диаметр которой меньше; именно, если частица с диаметром d_1 будет поднята на высоту h_1 , а частица d_2 на высоту h_2 , то $\frac{h_1}{h_2} = \frac{d_1^3}{d_2^3}$.

Условие, при котором частицы двух разных минералов (диам. d и уд. вес δ и диам. D и уд. вес Δ) будут подняты на одинаковую

высоту, получится, если мы приравняем ускорения, получаемые этими частицами от силы R , зная, что $R = mj$, где m —масса тела, а j —ускорение, сообщаемое силой R :

$$R_1 = m_1 \cdot j_1 = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot \psi \cdot \gamma - \frac{\pi d^2}{6} \cdot \delta;$$

$$R_2 = m_2 \cdot j_2 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot \psi \cdot \gamma - \frac{\pi D^2}{6} \cdot \Delta.$$

Так как

$$m_1 = \frac{\pi d^2}{6g} \cdot \delta \text{ и } m_2 = \frac{\pi D^2}{6g} \cdot \Delta,$$

то

$$j_1 = \frac{3}{4} \cdot \frac{v^2}{d \cdot \delta} \cdot \psi \cdot \gamma - g$$

и

$$j_2 = \frac{3}{4} \cdot \frac{v^2}{D \cdot \Delta} \cdot \psi \cdot \gamma - g.$$

Принимая, что $j_1 = j_2$, получаем:

$$\frac{d}{D} = \frac{\Delta}{\delta} = \varepsilon_0,$$

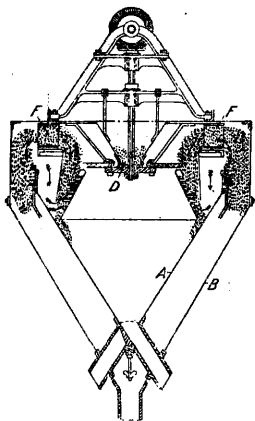
т. е. диаметры частиц, поднятых струей воздуха на одинаковую высоту, д. б. обратно пропорциональны их уд. в. Эта ф-ла весьма напоминает выражение, данное Риттингером для равнопадающих частиц, но законы падения тел в воздухе все же отличаются от законов падения тел в воде, а именно: падение тел в воздухе совершается с ускорением, по величине немного меньшим $9,81 \text{ м/сек}^2$, в то время как, по Риттингеру, в воде тела падают с постоянной скоростью. Эта формула указывает, что для возможности разделения частиц в струе воздуха по их уд. весу необходимо произвести предварительную классификацию на грохотах, шкала которой не должна превосходить указанного коэффициента ε_0 . Последний всегда меньше риттингеровского коэф-та равнопадаемости

$$\varepsilon_{\text{Ритт.}} = \frac{d}{D} = \frac{\Delta - \gamma}{\delta - \gamma},$$

где γ —уд. в. жидкости (для воды $\gamma=1$), т. е. шкала предварительной сухой классификации для в. о. более узкая, чем для мокрого.

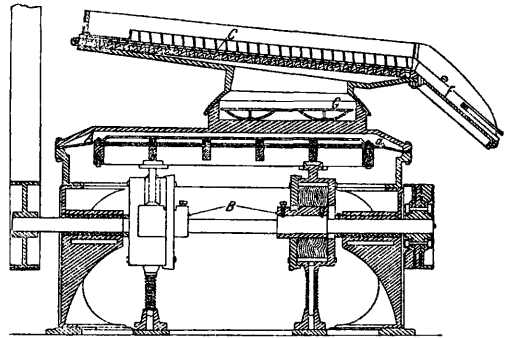
В. о. применяется главным образом для обработки сухих и мелкокрапленых руд, а также углей, для которых обработка в воде вызывает большие потери в виде шлама; в особенности в. о. может иметь значение в сухих, безводных местностях. Воздушная классификация по крупности осуществляется на различных аппаратах, в том числе на описываемом ниже сепараторе Mumford & Moodie (фиг. 1). Он состоит из двух концентрич. конусов A и B , над которыми вращается горизонтальн. диск D .

Руда из засыпной воронки выгружается на диск и здесь приобретает большую центробежную силу, разбрасывающую ее в стороны. Над этим же диском D , в цилиндрической части сепаратора, вместе с ди-



Фиг. 1.

ском вращаются лопасти вентилятора F , создающие струю воздуха, направление которой показано стрелками. Эта воздушная струя отклоняет движение частиц руды в зависимости от их величины, перенося более мелкие в наружный конус B ; более крупные остаются во внутреннем A . Каждый конус снабжен своим выгрузочным отверстием. Сепаратор имеет от 1 до 2 м в диам. и может обработать от 1 до 4 т руды в час. Для в. о. служат аппараты, конструкцией своей напоминающие отсадочные машины, и столы. Воздушная отсадочная машина Гупера (Hooper) состоит из двух частей (см. фиг. 2): нагнетательной камеры A —а и наклонного отсадочного решета C . В нагнетательной камере помещается упругая

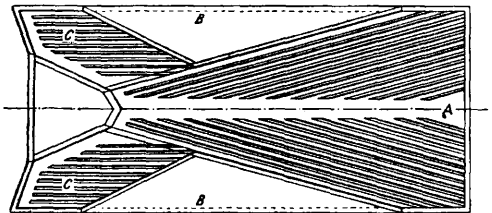


Фиг. 2.

диафрагма, получающая колебательные движения от горизонтального вала с двумя эксцентриками B . Воздух из нагнетательной камеры поступает под решето через клапан G , препятствующий обратному движению воздуха из-под решета,—т. о. осуществляется лишь нагнетание. Над решетом из деревянных планок трапециoidalного сечения натянута воздухопроницаемая материя. Под действием струи воздуха происходит расслоение обогащаемой руды так, что вниз переходят более тяжелые частицы, а вверх собираются более легкие. Для удаления разделившихся слоев концентрата и пустой породы служат два ряда, нижний и верхний, направляющих пластинок, которые образуют между собой некоторый угол и поставлены в диагональном направлении к раме отсадочного решета; поэтому материал, который скапливается в нижнем слое, идет в одну сторону, находящийся в верхнем слое—в другую и затем выгружается по желобу F , разделенному на две части. Регулировка действия отсадочной машины Гупера достигается как изменением силы струи воздуха, так и угла наклона решета. Обогащаемая руда не д. б. крупнее 2 мм и требует предварительной детальной классификации по крупности. Для обработки более крупного материала число колебаний диафрагмы берут 350 в минуту, более мелкого—450. Производительность этой отсадочной машины составляет 9—16 т в 24 ч., требуемая мощность двигателя $1\frac{1}{2}$ —2 л. с.

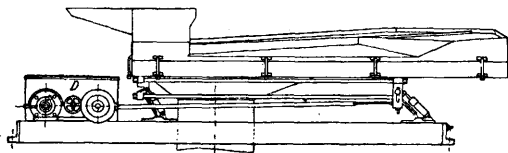
Стол Sutton (фиг. 3 и 4) находит применение гл. обр. для обогащения угля. Принцип действия его основан на расслоении

материала в струе воздуха, поступающего снизу через воздухопроницаемую материю, образующую деку стола, и на использовании различия в трении минеральных частиц о поверхность стола для направленной расщепившегося материала в разные



Фиг. 3.

стороны. Стол имеет форму **У** и снабжен образующими борозды нарифлениями, глубиной 5—2 мм; нарифления установлены на расстоянии 25—150 мм друг от друга. Поверхность стола покрывается двумя сетками: нижняя с отверстиями от 3 до 0,8 мм и верхняя—25 мм. Стол получает от приводного механизма **Д** качения в продольном направлении, которые способствуют передвижению частиц более тяжелого минерала, обладающих большим трением, в том же направлении. Более легкие частицы, занимающие верхнее положение, вследствие наклона стола в поперечном направлении,



Фиг. 4.

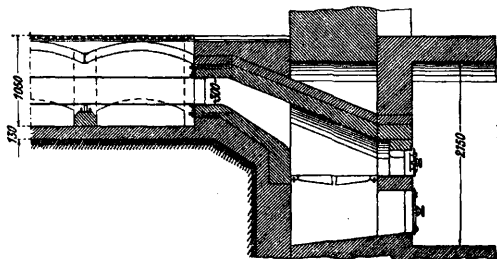
выгружаются сбоку. Обработываемый уголь предварительно детально классифицируют по крупности на грохотах и из него извлекают всю пыль. Уголь загружается через воронку, находящуюся в части стола **А**, и обогащенным выгружается по бортам **В**; полупродукт и пустая порода получаются через разветвления стола в частях **С**. Производительность этих столов превосходит производительность гидравлических и составляет для угля крупностью от 5 до 2,5 см около 60—70 т в час, а для угля крупностью меньше 1,5 мм—от 20 до 25 т в час.

Лит.: Корзухин И., Механическая обработка (обогащение) полезных ископаемых, Петербург, 1908; Чечотт Г. О., Обогащение полезных ископаемых, вып. 1, 2 и 3, Ленинград, 1924—25; Richards R., Ore Dressing, v. 2, N. Y., 1908; Richards R. H., Locke C. E. and Dray J. L., A Text-book of Ore Dressing, New York, 1925; Schennen H. und Jungst F., Lehrbuch der Erz- und Steinkohlensaufbereitung, Leipzig, 1913; «Colliery Guardian», London, 1927, July; Taggart A., Handbook of Ore Dressing, N. Y., 1927. П. Лященко.

ВОЗДУШНОЕ ОТОПЛЕНИЕ, род отопления, при котором теплоносителем является нагретый воздух, отдающий сообщенную ему теплоту непосредственно воздуху отапливаемого помещения путем смешения с ним. Различают два вида **В. о.**: местное и центральное. В первом случае нагревание воздуха для отопления производится для каждого помещения в отдельности

в самих помещениях или вне их; нагретый воздух подается по коротким воздуховодам; во втором случае нагревание воздуха производится для целого ряда помещений одного здания (редко нескольких) одновременно в одном центральном месте. Центральное воздушное отопление разделяется, в зависимости от способа передачи нагретого воздуха отдельным помещениям, на отопление с естественной циркуляцией, основанной на разности t° нагретого и охлажденного воздуха, и с побудительной циркуляцией, производимой при помощи механического двигателя—вентилятора, крыльчатого или центробежного. Далее, по роду источника получения теплоты, различают: огневоздушное (известное под наименованием «духового»), водо- и паро-воздушное отопление, а также **В. о.** с использованием теплоты отработанного пара и отходящих газов. Наконец, различают еще отопление свежим воздухом без возврата его после охлаждения в камеру его первоначального нагревания, с возвратом, или с обратной циркуляцией воздуха, и смешанное **В. о.**

Местное отопление бывает канальное и caloriferное. а) Канальное **В. о.**, или отопление боровами (если каналы кирпичные), применяемое исключительно для отопления оранжерей, относится к огневоздушному отоплению и состоит главным образом из топки, дымовых каналов для отдачи отапливаемому помещению теплоты и дымовой трубы. У основания трубы, в целях получения лучшей тяги, обычно устраивают подтопок для прогревания трубы перед началом топки после перерыва; при длинных дымовых каналах подтопок необходим. Топку располагают в углублении и снабжают колосниковой решеткой, а для продолжительной топки устраивают шахту для загрузки топлива. Дымовые каналы (один или несколько) бывают кирпичные или железные; их прокладывают с подъемом к дымовой трубе в 0,02, при чем кирпичные трубы прокладывают над полом для



Фиг. 1.

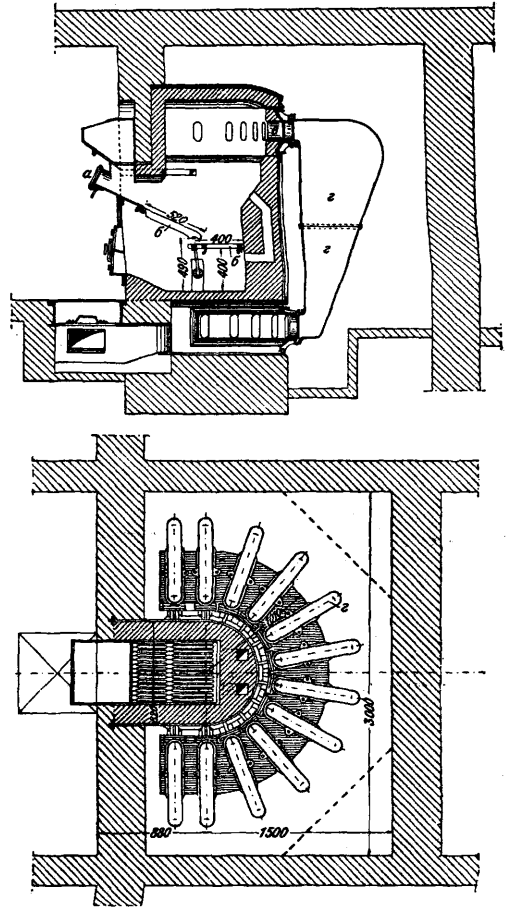
лучшей теплоотдачи, железные же—под полом, но с решеткой в полу для циркуляции воздуха. На фиг. 1 представлена топка с колосниковой решеткой и с железными дымовыми каналами (размеры в мм). Темп-ра газов при выходе из дымовой трубы должна быть не менее 200° для обеспечения тяги. Теплопередачу с 1 м^2 дымовых каналов в 1 час можно принять: для кирпичных каналов 800—1 000 Cal, для ребристых чугунных труб 1 100—1 200 Cal, для железных гладких труб—1 500 Cal. Длину одного

дымового канала делать более 35 м не рекомендуется во избежание слабой тяги; если по расчетам отопления помещения требуется большая длина, то берут несколько каналов. Канальное отопление имеет следующие недостатки: опасность в пожарном отношении и возможность проникания дыма в помещение при наличии щели в кладке, трудность регулирования нагрева, негигиеничность при железных трубах вследствие осаждения и пригорания пыли на чрезмерно нагретых поверхностях, перегревание воздуха и неэкономичность (малый КПД).

б) Калориферное В. о. относится к паро- или к водо-воздушному отоплению и состоит из системы труб или пластинок (калорифера) и вентилятора, приводимого в движение от трансмиссии или непосредственно электромотором. Калориферы располагают внутри или вне отапливаемых помещений; средой, передающей тепло воздуху, служат пар или вода, подводимые к калориферам; воздух прогоняется вентиляторами через калориферы, где он нагревается, и затем направляется для обогрева помещений. При отоплении свежим воздухом последний забирается снаружи; это обычно имеет место при одновременном устройстве отопления и вентиляции помещений; в тех случаях, когда вентиляции не требуется, применяется циркуляционное отопление, при котором воздух из помещения поступает обратно в калорифер для нагрева. Практикуется также смешанное отопление, когда, при отсутствии сильной порчи воздуха в помещении, часть его возвращается к калориферу с добавлением к нему свежего воздуха. Калориферное местное В. о. применяется для обособленных помещений и в последнее время получило большое распространение для отопления больших фабрично-заводских помещений (сборочные мастерские, фабричные рабочие залы, гаражи, котельные цехи, паровозные депо, вагонные мастерские и т. п.). В этих случаях нагревателями являются б. ч. пластинчатые калориферы системы проф. Юнкера различных конструкций, при чем обыкновенно нагревающей средой является пар. При расчете местного калориферного воздушного отопления начальная t° свежего воздуха принимается равной низшей наружной t° в данной местности; нагревание воздуха в калорифере производится до 40—50°. К достоинствам этого рода отопления относятся: легкость регулирования, гигиеничность и возможность вентилирования помещений при отоплении свежим воздухом, избыток давления в помещениях, гарантирующий от сквозняков, быстрый нагрев помещений; к недостаткам его следует отнести высокие эксплуатационные расходы, в особенности при отоплении свежим воздухом.

При центральном огне-воздушном отоплении с естественной циркуляцией воздуха («духовое» отопление) нагревательная камера с калорифером, нагреваемым непосредственно дымовыми газами от сжигаемого топлива, помещается в подвальный помещении; к калориферу подводится свежий наружный воздух и после нагревания поступает через кирпичные жаровые каналы в

отапливаемые помещения. Калориферами служат чугунные и железные нагреватели или же кирпичные с дымовыми и воздушными каналами. Первые называются калориферами малой, вторые — большой теплоемкости. На фиг. 2 (размеры в мм) показан калорифер малой емкости системы Кори: а — загрузочная воронка, б — колосниковая решетка, в — отверстия, расположенные по



Фиг. 2.

полукругу, z — ребра. При отоплении свежим воздухом теплоотдача калориферов с 1 м^2 в 1 ч. принимается: для чугунных ребристых калориферов 1 200—1 500 Cal, для чугуна и железн. гладких 1 500—2 000 Cal, для кирпичных 220—440 Cal; при циркуляционном отоплении теплоотдача берется, как при обыкновенных нагревательных приборах в помещениях. Преимущества этого вида отопления: незначительная первоначальная стоимость, дешевая эксплуатация, отсутствие нагревательных приборов в помещениях, одновременная с отоплением вентиляция помещений, простота ремонта. Недостатками его являются: зависимость от температурных условий наружного воздуха и ветра, невозможность правильного регулирования и распределения доставляемой теплоты по отдельным помещениям, чрезмерно высокая температура нагревательной

поверхности и негигиеничность. Этот способ В. о. применялся прежде в России для отопления общественных зданий; теперь он все более и более вытесняется паровым и водяным отоплением. При паро- и водо-воздушном отоплении применяются различные типы калориферов. При естественной циркуляции воздуха имеются те же недостатки, что и выше, кроме негигиеничности. Поэтому позднее стали применять побудительную циркуляцию воздуха, устранив зависимость В. о. от температурных условий наружного воздуха и ветра. В настоящее время такой способ отопления применяется также редко, и принцип его используется для целей вентилирования помещений, для подогревания наружного воздуха до t° помещений. В последнее время центральное В. о. стали опять применять для отопления небольших домов-особняков.

При расчете В. о. различают два случая: 1) задана t° наружного воздуха, и нужно определить количество доставляемого в отапливаемое помещение воздуха; 2) задано количество доставляемого воздуха (отопление с вентиляцией), а t° воздуха не указана. В первом случае применяется формула:

$$L = \frac{W \cdot (1 + \alpha t)}{0,306 \cdot (t_1 - t)},$$

где L —количество доставляемого воздуха в $\text{м}^3/\text{ч}$, W —количество доставляемой им теплоты в $\text{Cal}/\text{ч}$, t_1 —температура нагретого воздуха, t —первоначальная температура отапливаемого помещения, $\alpha = \frac{1}{273}$ —коэффициент расширения воздуха, 0,306—количество теплоты, необходимое для нагревания 1 м^3 воздуха на 1° . Во втором случае, при заданном обмене воздуха в помещении, определяется t° , до которой д. б. нагрето это количество воздуха, из ф-лы:

$$t_1 = \frac{W \cdot (1 + \alpha t)}{0,306 \cdot L} + t.$$

Размеры каналов определяются по формуле:

$$F = \frac{L}{3 \cdot 600 \cdot v},$$

где F —сечение канала в м^2 , v —скорость воздуха в $\text{м}/\text{сек}$. Сопротивление каналов рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{v^5}{2g} \gamma + \frac{v^5}{2g} \gamma \sum (R + \xi),$$

где P означает требуемый напор в $\text{кг}/\text{м}^2$ или в мм водяного столба, γ —уд. вес воздуха, g —ускорение силы тяжести = $9,81 \text{ м}/\text{сек}^2$, R —сопротивление трения воздуха, ξ —коэффициент местных сопротивлений (колен, ответвлений и т. п.). Требуемая мощность вентилятора:

$$N = \frac{L \cdot P}{(1 + \alpha t) \cdot 3 \cdot 600 \cdot 75 \cdot \eta} \text{ HP},$$

где η —кпд вентилятора (0,3—0,6). Расчет остальных величин В. о.—см. *Вентиляция*. В настоящее время воздушное отопление, связанное с вентиляцией, начинает находить широкое применение при использовании теплоты отработанного пара и отходящих газов (при котельных установках, производственных аппаратах и пр.) путем применения специально сконструированных аппаратов (см. *Экономайзер и Теплоуловитель*).

Лит.: см. *Водяное отопление*.

Н. Девятков.

ВОЗДУШНЫЕ ЗАГРАЖДЕНИЯ представляют установку на определенной высоте каких-либо препятствий, имеющих достаточное сопротивление и разрушительное действие, чтобы сбить или повредить неприятельский самолет, залетевший на подобное препятствие. Заграждения устанавливались в виде проволочных сетей различного устройства путем подъема и поддержания их в воздухе воздушными змеями и привязными аэростатами или посредством сбрасывания с самолета проволочных сетей с поддерживающими их парашютами. Подобные заграждения применялись во время войны 1914—1918 гг. в целом ряде районов, в центрах, имеющих большое промышленное значение, и состояли из отдельных или спаренных аэростатов, поднимавшихся на интервалах в 150 м один от другого на высоту 3 000 м. Скорость подъема была доведена до 10 м.

Лит.: Воздушный справочник, т. 1 и 2, Москва, 1925—26; Арндт Г., Воздушная война, Москва, 1925; Бородачев Н., Тактика воздушной обороны, Москва, 1926.

ВОЗДУШНЫЕ НАСОСЫ, см. *Насосы*.
ВОЗДУШНЫЕ ПОДОГРЕВАТЕЛИ, воздушные экономайзеры, используют тепло уходящих дымовых газов для нагревания воздуха. В нагретом состоянии воздух подается в топку котла, а иногда используется для целей сушки, отопления или вентиляции помещений. Воздушные подогреватели применяются главным образом в котельных установках.

Система включения В. п. в комбинацию отдельных элементов установки определяется в зависимости от условий данного конкретного случая. Встречаются установки, в которых В. п. включаются после водяного экономайзера или между котлом и водяным экономайзером. При наличии питательной воды с высокой t° ставят иногда только один В. п. При наличии В. п. естественная тяга бывает недостаточна, поэтому дымовые газы забираются из боров и выводятся в дымовую трубу при помощи дымососа. Почти всегда В. п. делают с обводным каналом—с тем, чтобы в случае надобности часть газов, а иногда и все газы, можно было пропустить мимо воздушного подогревателя.

Установка В. п. дает значительные выгоды. Уменьшается потеря тепла с уходящими газами, к-рая, при неблагоприятных условиях, без В. п. составляет 20—25% от общего количества тепла, внесенного в топку горящим топливом. Отнимая тепло от газов на низком t° -ном уровне за котлом или за водяным экономайзером, В. п. отдает его с подогретым воздухом на высоком t° -ном уровне в топку, благодаря чему использование тепла всей котельной установкой улучшается. В современных паротурбинных установках высокая t° уходящих газов становится нормальным явлением вследствие повышения паронапряжения котлов; поэтому установка В. п., уменьшающая потери тепла с уходящими газами, дает существенное повышение экономичности. Введение в топку горячего, а не холодного воздуха, несомненно улучшает и ускоряет процесс сгорания топлива, так как горячий воздух, проходя через слой топлива, улучшает подсушку

влажного угля, способствует более быстрому нагреву топлива до t° его воспламенения, дает возможность уменьшить избыток воздуха и потери в очаговых остатках; все это значительно увеличивает паропроизводительность котла и улучшает его кпд.

Особенно важное значение В. п. приобретает при сжигании низкосортных влажных топлив (как, например, подмосковный уголь, торф), неспособных развить в топке необходимую для удовлетворительного горения t° , а также для топлива с малым выходом летучих веществ (как, например, антрацитовый штыб), т. е. трудно воспламеняющегося. В этих случаях В. п., позволяющий осуществить т. н. горячее дутье под колосниковую или цепную решетку или же в горелки с угольным порошком при пылевидном сжигании, — безусловно необходим. Максимальный предел t° нагрева воздуха зависит от ряда условий, напр.: от t° колосниковой или цепной решетки, к-рая не должна перегреваться, от t° топочного пространства, от сорта и качества топлива и t° слоя топлива на решетке, $t^\circ_{на}$ золы и от экономич. выгоды увеличения поверхности В. п., определяемой на основании цен на топливо и стоимости $1 м^2$ поверхности нагрева В. п. Обычно t° горячего дутья не превышает $150-180^\circ$, но в нек-рых случаях она м. б. доведена до $200-250^\circ$ и выше, напр. при сжигании угольного порошка, полученного из влажного антрацитового штыба.

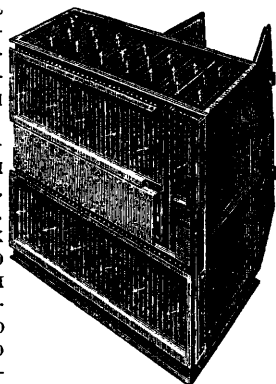
Для изготовления В. п. применяют гл. обр. железо и чугун и реже кирпич. По конструкции наиболее распространенными являются пластинчатые и трубчатые В. п., при чем пластинчатые более компактны, удобны для размещения и дешевле трубчатых. Каждая из этих систем представляет собою ряд каналов той или иной формы и размера, по которым в большинстве случаев проходят горячие газы; между каналами проходит воздух, при чем выгодно устанавливать направление движения газа и воздуха по противотoku.

Включение в котельную установку В. п. вызывает необходимость постановки не только дымососа для газов, но и вентилятора для воздуха, при чем вентилятор м. б. установлен как до В. п., так и после него. В первом случае вентилятор нагнетает холодный воздух в В. п., а во втором случае засасывает нагретый воздух из В. п. Как тот, так и другой способ имеют свои преимущества и недостатки: в первом случае вся система находится под более значительным напором, что вызывает утечку подогретого воздуха через все неплотности, а во втором — требуется вентилятор с большей подачей и большим расходом энергии. Коэфф. теплопередачи В. п., при одном и том же объеме и t° газов, увеличивается с увеличением скорости движения газов; поэтому выгодно уменьшать диаметр труб или сближать отдельные пластины В. п. с тем, чтобы довести скорость движения газов и воздуха до $8-10 м/сек$ и выше. Предел увеличения скорости ставится сопротивлением системы прохождению газов и воздуха, к-рое возрастает пропорционально квадрату скорости движения. Повышение же сопротивлений требует зна-

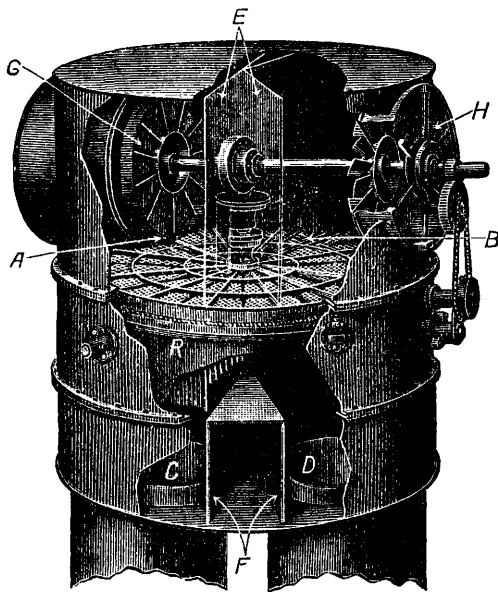
чительного увеличения затрат электроэнергии на дымосос и вентилятор, поэтому повышение скоростей как газов, так и воздуха выше определенного предела невыгодно.

На фиг. 1 показана в виде примера распространенная конструкция пластинчатого В. п. системы Стуртеван.

Оригинальной является конструкция металлч. В. п. сист. Юнгстрема (фиг. 2). Цилиндрич. кожух прибора разделен по длине оси на три части; в средней помещается медленно вращающийся ротор R , состоящий из ряда секторов; каждый сектор состоит из нагревательных элементов, выполненных из гофрированных стальных листов с прокладкой между ними гладких листов. Верхняя и нижняя цилиндрич. части воздушного подогревателя разделены перегородками E и F на четыре камеры A, B, C, D . Топочные газы



Фиг. 1.



Фиг. 2.

из котла поступают в камеру C , проходят через расположенную над камерой C часть ротора, отдавая нагревательным элементам свое тепло, проходят в камеру A и вентилятором G выводятся в дымовую трубу. Воздух засасывается вентилятором H в камеру B , проходит через нагретые каналы ротора, нагревается и через камеру D по трубопроводу идет в топку. Для того, чтобы не происходило смешивания воздуха с газами, перегородки E и F сконструированы так, что они дают перекрышку для двух соседних секторов ротора. Скорость вращения ротора устанавливается с таким расчетом

чтобы проходящий воздух совершенно охладил нагретые элементы ротора к моменту, когда они вновь вступают в камеру B цилиндра с горячими газами.

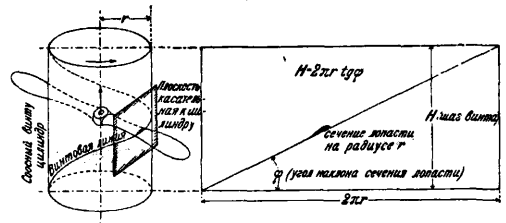
Лит.: Белоножкин А. И., Подогреватель воздуха Ф. Юнгстрема, «Вестник металлпромышленности», Москва, 1924, 4—6; Бутяков И. Н., Воздушные экономайзеры и водоподогрев промунт. паром, Москва, 1927; Гумпц В., Подогрев воздуха в котельных установках, Л., 1928; Рамзин Л. К., Ковлинский Г. Ю. и Нови Ю. О., «Изв. Теплотехнич. ин-та», М., 1925, 5—7; Шефтель А. И., Воздушные экономайзеры, «Вестн. Моск. об-ва тех. надзора» (б. «Тепло и сила»), Москва, 1925, 7; Burwick K., Die Bedeutung d. Abgasspeisewasservorwärmers u. d. Luffterhitzers für d. neuzzeitlichen Hochdruckkessel, «Die Wärme», Berlin, 1929, 4, p. 64; Finckh L., Erfahrungen mit Luffterhitzer, ibidem, 1922, 50, 1925, 1, p. 4; Hakanson u. Zander H., Temperaturen und Wärmeausnutzung in einem Lufftvorwärmer, «Z. d. VDI», 1926, B. 70, p. 471; Hudler, Bewertung der Lufftvorwärmung bei Dampfkesseleferungen, «Archiv für Warmwirtschaft», 1925, H. I; Schmöller O. H., Vorwärmung d. Verbrennungslufft, ibid., 1925, H. VI, p. 153; Schulz B., Die Vorwärmung d. Verbrennungslufft bei Dampfkesselein, «Die Wärme», 1925, 52, p. 660; Witz H. E., Die Luffterhitzer, ibid., 1925, 44, p. 553; Clarke, Air Preheaters, «Mechanical Engineering», Easton, 1925, v. 47, 3; Funk N. E., Comparative Performance of Air Preheaters, ibid., 1926, v. 48, 6; Funk N. E., A New Type of Air Preheaters, «Engineering», L., 1926, v. 122, 14. А. Морос, Ю. Носов.

ВОЗДУШНЫЙ ВИНТ, аппарат для получения силы тяги в воздухе за счет создания в этой среде нек-рого количества движения в ограниченной струе. Винт является почти единственным в настоящее время аппаратом, применяемым в области воздухоплавания и авиации.

Простейшим типом воздушного винта может служить т. н. геометрический винт, опорная поверхность которого представляет собою математическ. *винтовую поверхность* (см.). Из этой поверхности вырезают только часть, представляющую собою т. н. лопасть винта, укрепленную в ступице; ступица надевается на втулку, скрепленную с валом, вращающим В. в. Для восприятия получающихся на лопасти усилий их делают известной толщины и в сечении подобными крылообразным контурам. Чаще всего В. в. имеет 2 лопасти, реже—3 и 4. Материалом для изготовления лопастей служат сталь, легкие сплавы и дерево. Наиболее распространенными являются деревянные В. в., но в последнее время получают распространение металлические винты, которые бывают двух типов: сплошные, из одного куска металла (дуралюминия), и полые, из листового металла, с заваренными или склепанными швами и внутренними диафрагмами. В последнем случае лопасти приклепываются к ступице или привертываются при помощи муфты. Иногда сама ступица служит втулкой и надевается прямо на вал мотора.

Параметры, определяющие геометрич. размеры В. в., называются его геометрич. характеристиками. Главной геометрич. характеристикой винта является его диаметр D . В авиации величина диаметра винтов обычно заключается между 2 и 3 м. Другой геометрической характеристикой В. в. является шаг. Шагом винтовой поверхности называется проекция (на ось) пути точки, двигающейся по этой поверхности на неизменном расстоянии от оси, за один оборот. Поверхность воздушного винта

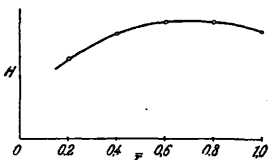
обычно отличается от винтовой поверхности тем, что сечения лопастей плоскостями, касательными к соосному винту цилиндрам, имеют форму, применяемую в крыльях аэроплана (см. *Аэродинамика*), которые иногда делаются вогнутыми; следовательно, можно



Фиг. 1.

говорить лишь о том, что сечения лопастей будут касаться соответствующей винтовой линии. Таким образом в каждом сечении лопасти можно найти соответствующий этому сечению шаг винта, который будет через угол φ наклона лопасти выражаться равенством (фиг. 1): $H = 2\pi r \operatorname{tg} \varphi$.

Если каждое сечение лопасти В. в. касается одной и той же винтовой поверхности, то такие винты называются винтами с постоянным шагом, так как значение шага в каждом сечении лопасти остается постоянным; если в каждом сечении лопасти значение шага разное, то такие винты называются винтами с переменным шагом. Закон изменения шага по лопасти зависит от конструкции винта; обычно от ступицы шаг винта увеличивается, достигает своего наибольшего значения и к концу лопасти уменьшается (фиг. 2). Для удобства сравнения В. в. с переменным шагом их характеризуют так наз. условным шагом, к-рый вычисляется в сечении на радиусе $0,75 R$, где R —радиус винта. Для удобства расчетов и обозначений очень часто воздушный винт характеризуют относительным шагом h , относя величину абсолютного шага к диаметру данного воздушного винта, т. е. $h = \frac{H}{D}$.



Фиг. 2.

Правыми называются В. в., вращающиеся по стрелке часов, если смотреть по направлению движения, левыми же—вращающиеся против часовой стрелки. В. в., установленный спереди самолета, называется тянущим, при установке же сзади, за крыльями (вернее, за мотором),—толкающим. Для обычных авиационных моторов, имеющих правое вращение, тянущие В. в. будут правого вращения, а толкающие—левого.

Другим элементом, характеризующим геометрич. формы винта, является ширина лопасти. Обычно форма лопасти такова, что ширина ее по радиусу переменна. Для сравнения подобных по форме винтов определяют относительную ширину лопасти, являющуюся отношением наибольшей ширины

к диаметру, т. е. $b = \frac{b}{D}$. * Размеры ступицы задаются по втулке данного мотора, к которому предназначается воздушный винт.

Перечисленные геометрич. характеристики определяют только общий характер В. в., более же полно его форма определяется помощью чертежа, на к-ром нанесены не только общие формы, но также и величина и форма сечений. В воздушных винтах лопасть вычерчивают в двух проекциях и на одной проекции, представляющей вид винта с его рабочей стороны, наносят сечения под углом, равным углу наклона лопастей. Обычно

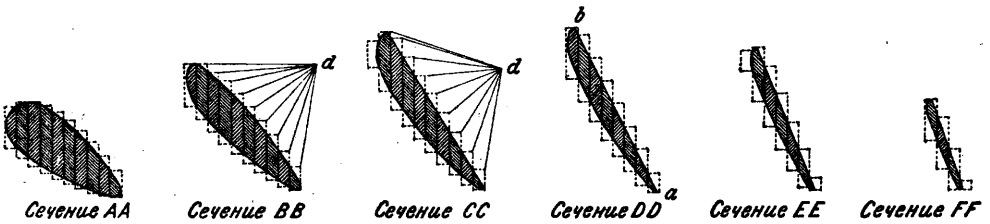
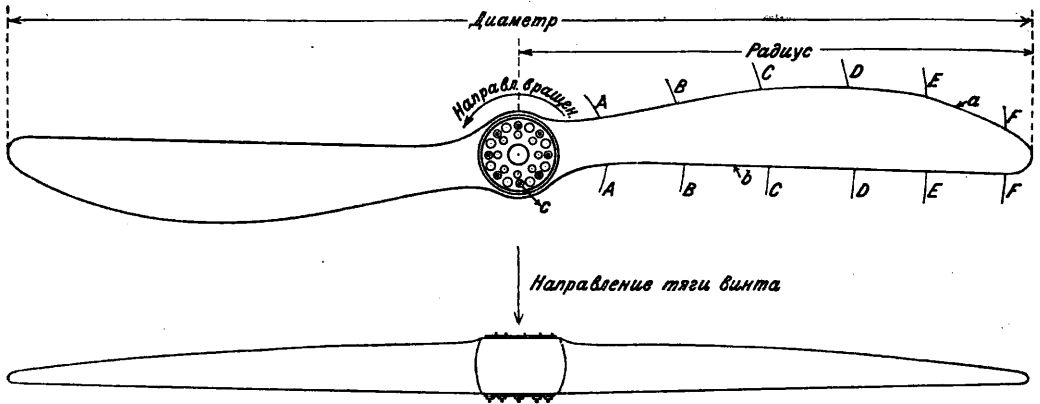
между шагом винта и поступью называется абсолютным скольжением:

$$S = H - H_a.$$

Обычно рассматривается не абсолютное, а относительное скольжение, отнесенное к шагу винта, т. е.

$$s = \frac{H - H_a}{H} = 1 - \frac{H_a}{H},$$

к-рое дается в процентах. В зависимости от типа аэроплана скольжение меняется в довольно широких пределах, начиная от отрицательного скольжения в несколько процентов до 40—50% у тихоходных аэропланов.



Фиг. 3.

каждую лопасть делят на пять или десять частей и радиусы взятых сечений выражают в относительных единицах; это отношение $\frac{r}{R}$ называется относительным радиусом и обозначается r . Так. обр. эти относительные радиусы могут служить также вместо номеров сечений. Так как В. в. имеют сравнительно узкие лопасти, то на чертеже обычно наносят сечения плоскостью, касательной к данному соосному цилиндру с относительным радиусом r , которые и вводят при теоретических расчетах.

Если представить себе винт ввинчивающимся в воздух, как в твердую гайку, то за один оборот он продвинется на расстояние, равное шагу H . Однако, вследствие податливости воздуха, винт за один оборот пройдет меньший путь. Если через V обозначить скорость движения В. в., а через n_a —число его оборотов в секунду, то за один оборот он продвинется на расстояние $H_a = \frac{V}{n_a}$, называемое поступью винта. Разность

Если двигать винт со скоростью шага, то направление движения каждого сечения (в случае винта с постоянным шагом) совпадет с хордой сечений, т. е. угол атаки сечения будет равен нулю; однако такое сечение все же будет иметь некую подъемную силу, проекция которой на ось В. в. составит некоторую тягу, и лишь при некотором отрицательном угле атаки эта проекция будет равна нулю.

Путь, пройденный винтом за один оборот при нулевой тяге, называется динамическим шагом винта H_d . Относя скольжение к динамич. шагу, получим динамическое скольжение:

$$s_d = 1 - \frac{H_a}{H_d}.$$

Динамический шаг всегда больше геометрического. Скольжение и динамический шаг применяются в качестве характеристик при расчетах воздушного винта сравнительно редко. Относя поступь к диаметру винта, получаем относительную поступь $\lambda = \frac{V}{n_a \cdot D}$, которая играет довольно видную роль при расчете винтов.

* В настоящей статье буквы, набранные жирным шрифтом, не обозначают векторов.

При вращении В. в., на которое тратится некоторая мощность T (кгм/сек), создается сила тяги. Если при этом В. в. движется со скоростью V (м/сек), то он, следовательно, отдает полезную мощность T_1 , равную произведению силы тяги на скорость, т. е. $T_1 = P \cdot V$. Полезная мощность всегда бывает меньше затрачиваемой на вращение, т. е. поглощаемой, т. к. при превращении энергии имеются нек-рые потери—трение, вихреобразование и потери в отходящей струе. Отношение η полезной мощности к затраченной называется кпд В. в., т. е.

$$\eta = \frac{T_1}{T} = \frac{P \cdot V}{T} \quad (1)$$

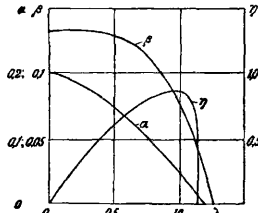
Т. о. тяга винта м. б. выражена так:

$$P = \frac{\eta \cdot T}{V} \quad (2)$$

Если N —мощность, поглощаемая В. в. (в РР), то тяга в кг выражается так:

$$P = \frac{\eta \cdot N \cdot 75}{V} \quad (2')$$

Надо заметить, что кпд винта меняется с изменением скорости. При поступательной скорости равной нулю, η также равен нулю (фиг. 4); поэтому эта ф-ла при $V=0$ дает неопределенность.



Фиг. 4.

В. в., работающий без поступательной скорости, называют рабочим на месте, в отличие от гребного винта, имеющего поступательную скорость V . Для проверки теорий винта, а также для составления диаграмм, по которым можно было бы подбирать винты, производят испытания воздушного винта, разделяющиеся на две категории: испытание моделей и испытание в натуру. Как и при испытании крыльев, в настоящее время наиболее распространенным способом является испытание моделей В. в. в аэродинамической трубе. Испытание В. в. в натуру на аэроплане производится как при помощи некоторых искусственных методов, так и при помощи динамометрической втулки (см.), которая дает возможность находить в полете силу тяги и вращающий момент. При испытании модели последняя помещается в аэродинамическую трубу, при чем измеряются мощность, потребляемая на вращение, тяга, скорость потока и число оборотов винта; число оборотов дают примерно такое, чтобы характеристика опыта (см. *Аэродинамика*) сохранилась б. или м. одинаковой, как и в большом винте. При этом необходимо вывести те зависимости, которые имеют место при переходе от модели к натуре, т. е. выяснить закон подобия. Для перехода от модели к натуре необходимо, чтобы соотношение скоростей поступательной V и окружной U на соответствующих радиусах подобных винтов было одно и то же, т. е. $\frac{V}{U} = \text{Const}$. Окружная скорость на всех радиусах пропорциональна окружной скорости на конце лопасти:

$$U = 2\pi R n_s.$$

Таким образом необходимо соблюсти условие

$$\frac{V}{U} = \frac{V}{\pi \cdot n_s \cdot D} = \text{Const},$$

или

$$\frac{V}{n_s \cdot D} = \lambda = \text{Const},$$

т. е. при переходе от одного винта к другому, ему подобному, необходимо, чтобы относительная поступь была одна и та же. Для охарактеризования работы подобных винтов служат т. н. формулы подобия, которые выводятся на основании правила однородности формул механики и имеют вид: для тяги

$$P = \alpha \rho n_s^2 D^4; \quad (3)$$

для мощности

$$T = \beta \rho n_s^3 D^5. \quad (4)$$

Здесь коэфф-ты α и β называются коэффициентами тяги и мощности винта и зависят от относительной поступи $\lambda = \frac{V}{n_s D}$. Подставив в ф-лу кпд (1) значение входящих величин по ф-лам (3) и (4), имеем:

$$\eta = \frac{P \cdot V}{T} = \frac{\alpha}{\beta} \lambda. \quad (5)$$

Коэффициенты α , β и η , нанесенные на диаграмму в зависимости от λ , дают полную картину действия данного винта (фиг. 4). В некоторых случаях вместо мощности, потребной на вращение винта, рассматривают вращающий момент M , через который мощность выражается следующим образом:

$$T = M \cdot \Omega = M \cdot 2\pi n_s,$$

где Ω —угловая скорость вращения винта. Ф-ла подобия для момента будет иметь вид:

$$M = \frac{\beta \cdot \rho \cdot n_s^3 \cdot D^5}{2\pi n_s} = \mu \rho n_s^2 D^5;$$

здесь μ называется коэффициентом момента и выражается равенством:

$$\mu = \frac{\beta}{2\pi}.$$

Иногда пользуются еще другой формой характеристики, вводя в ф-лы не число оборотов, а поступательную скорость V , именно:

$$P = \alpha_1 \cdot \rho \cdot D^2 \cdot V^2$$

и

$$T = \beta_1 \cdot \rho \cdot D^2 \cdot V^3.$$

Но эти формулы не так удобны для пользования, как первые.

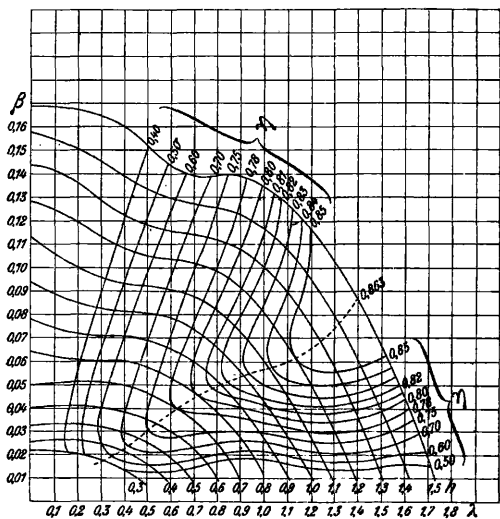
Наиболее простой формой подбора В. в. к самолету является подбор их по моделям, испытанным в аэродинамической трубе. Для наиболее рационального выбора следует иметь возможно большее число испытаний различных винтов. Это приводит к систематич. испытанию т. н. семейств винтов, т. е. ряда винтов, в которых изменяется какой-нибудь один параметр. Обычно за такой параметр принимают шаг винта,—тогда в семействе будут винты, сходные по своим формам, но имеющие разные шаги. Если шаг данного семейства по лопасти переменный, то для каждого винта семейства шаг изменяется на каждом сечении лопасти пропорционально. Для общности диаграмм за параметр семейства принимают обычно относительный шаг h . Характеристику всего семейства наносят на диаграмму в виде сетки, поперечные линии которой будут относиться

к одинаковому кпд. По такой сетке можно подбирать В. в. следующим образом. Имея задание подобрать винт с мощностью мотора

строения этой характеристики дан в ст. Аэродинамика, Расчет самолета. Еще проще ее можно найти, пользуясь логарифмическ. диаграммой семейства винтов, вычертив на отдельной кальке в том же масштабе значения мощностей, соответствующих различным числам оборотов. Ориентируя эту кальку так, чтобы расчетная точка соответствовала выбранному для нее диаметру, и передвигая ее по оси абсцисс (скорости), получим характеристику данного В. в. и мотора. Обычно семейства В. в. испытываются изолированными; на самом же деле воздушный винт почти всегда работает в присутствии какого-либо тела—фюзеляжа, gondoly, и, следовательно, при подборе винта необходимо уметь учитывать эти влияния (см. *Аэродинамика*).

1. Теории В. в. Теории В. в. разделяются на две больших группы: I. Теории, рассматривающие винт как целое, не входя в его индивидуальные особенности, и основанные на применении общих теорем механики; к таким теориям относится теория идеального пропеллера (см. *Пропеллер*), по которой нельзя рассчитывать винт, т. к. она не дает связи между определенной формой лопасти и вызванным этой лопастью потоком. II. Теории, основанные на рассмотрении изолированного элемента лопасти и вызванного им эффекта в потоке. К этим теориям относятся теория Юрьева-Сабинина, данная в 1911 г. и после повторенная Глауертом в 1923 г. в Англии, и вихревые теории винта Н. Е. Жуковского и Бетца-Прантля. Т. к. указанные теории второй группы дают почти совпадающие между собой результаты, то ниже изложена лишь вихревая теория гребного винта, данная проф. Н. Е. Жуковским, как наиболее разработанная в смысле методики приложения ее к расчету винта.

При вращении винта с числом оборотов n_s в сек. или угловой скоростью Ω лопасти набегают на воздух с определенной линейной скоростью, т. н. окружной скоростью, разной на различных радиусах. Если винт имеет еще поступательное движение, то эти окружные скорости лопастей U складываются с поступательной скоростью V , и, следовательно, каждая точка лопасти по отношению к внешнему неподвижному пространству будет описывать винтовую траекторию. Кроме т. н. внешних скоростей элемента—окружной и поступательной—имеются еще скорости, вызванные самим винтом: это — скорость подсаживания v , т. е. осевая, добавочная u общей скорости движения В. в., за счет к-рой создается количество движения, обуславливающее наличие тяги винта, и приращение окружной скорости, получаемое в виде замедления вращения среды по отношению к лопасти. Фиг. 6 представляет скоростный мн-к элемента лопасти: U —окружная скорость, V —скорость движения винта, θ —угол наклона лопасти, v и u —вызванные осевая и окружная скорости, W и W_1 —кажущаяся и действительная относительные скорости. При работе винта на месте



Фиг. 5.

N HP, диаметром D м, числом об/м. n при скорости V м/сек, мы можем найти значения

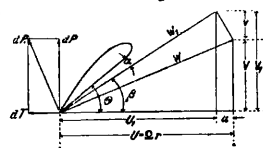
$$\beta = \frac{75N}{\rho \cdot \pi^2 \cdot D^5} \text{ и } \lambda = \frac{V}{n \cdot D}; \text{ по диаграмме (фиг. 5)}$$

можно найти определенную точку, соответствующую винту (с определенным относительным шагом), дающему на заданной скорости определенный кпд η и, следовательно, определенный коэфф. тяги, получаемый по

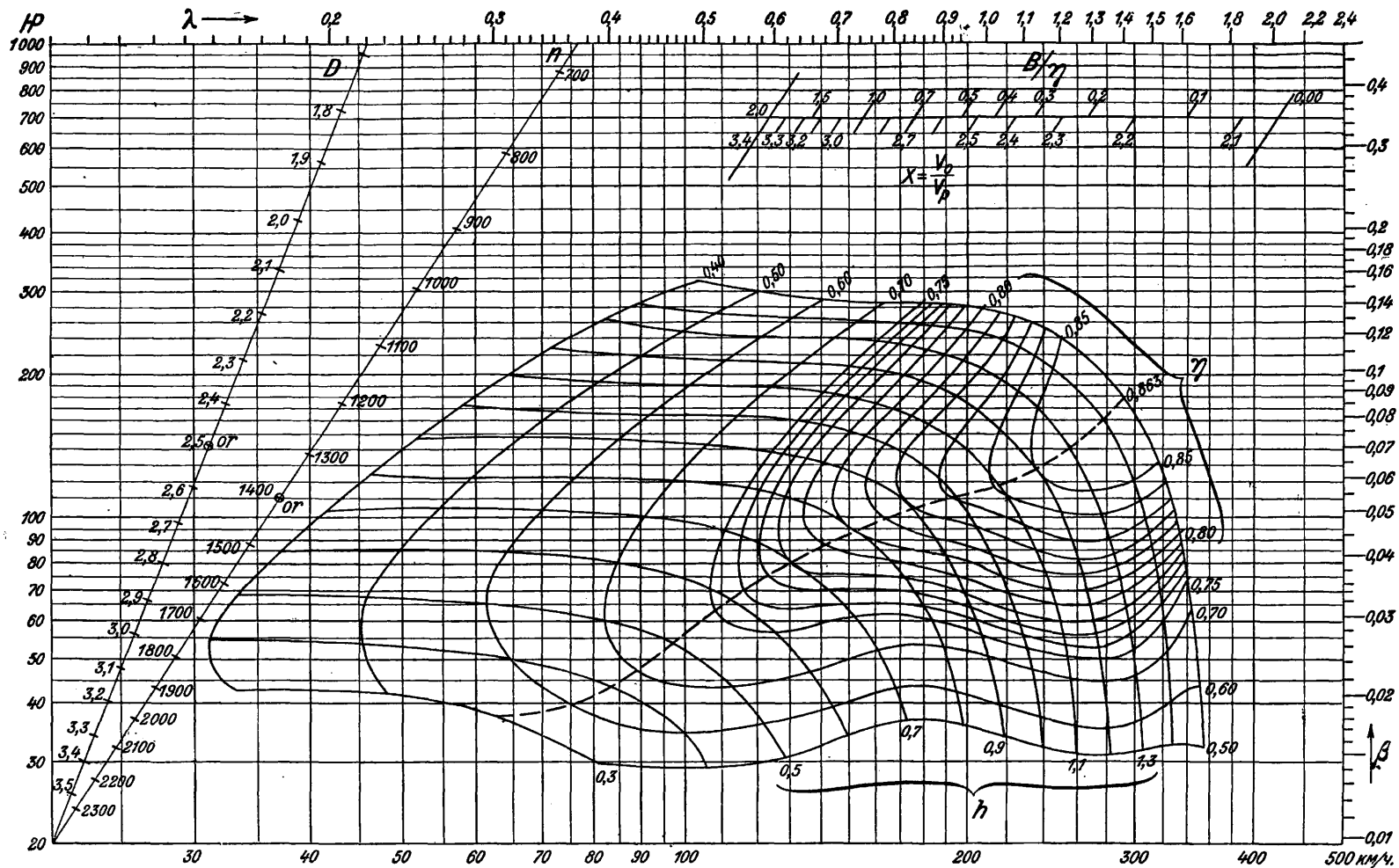
$$\text{ф-ле (5): } \alpha = \frac{\beta \cdot \eta}{\lambda}, \text{ а отсюда можно найти и самую тягу по формуле (3).}$$

Задаваясь другими диаметрами, можно подобрать из данного семейства винт, дающий на данной скорости наибольший кпд. Если эта точка попадает между кривыми, то следует интерполировать значение относительного шага. Описанный подбор винта можно гораздо проще делать при помощи так наз. *логарифмических диаграмм* (см.) (фиг. 7). Первоначально винт рассчитывают на определен. скорость, т. н. расчетную, к-рую обычно принимают как среднюю арифметическую из наибольшей скорости и экономической для данного аэроплана, при чем на расчетной скорости подбирают такой винт, к-рый давал бы наибольший кпд; на меньших и на больших скоростях кпд будет несколько меньше. Если винт подбирается на специальное задание, наприм. на большую скорость или, наоборот, на малую скорость для большей скороподъемности аэроплана, то следует соответствующим образом изменять расчетную точку к большему или меньшим скоростям.

Так как моторы, приводящие в движение винты на аэропланах, обладают тем свойством, что их мощность меняется с числом оборотов, то характеристика винта, поставленного на аппарат, зависит от данного мотора, и поэтому здесь приходится говорить о характеристике винтомоторной группы. Основной способ построения



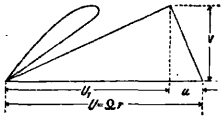
Фиг. 6.



Фиг. 7.

поступательной скорости винта V совсем не будет, и останется только скорость подсаживания v (фиг. 8).

Та конфигурация скоростей, к-рая имеется вокруг вращающегося и движущегося винта, называется полем скоростей. Т. к. величина этих скоростей обуславливает величины внешних сил, развиваемых винтом (силу тяги и силу сопротивления лопасти, которая и дает момент на валу винта), то задачей теории винта и является нахождение



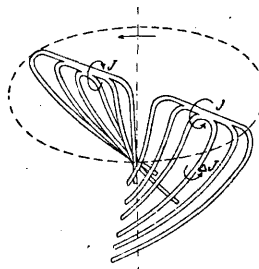
Фиг. 8.

для данного винта поля скоростей, а по ним и внешних сил, а с другой стороны, — нахождение по заданным внешним силам поля скоростей и такой формы лопастей, которая создает это поле. Чтобы найти вызванные винтом скорости, необходимо связать вызванный винтом поток с его лопастями, т. е. найти такие условия, при которых каждой лопасти соответствовал бы определенный вызванный ею поток.

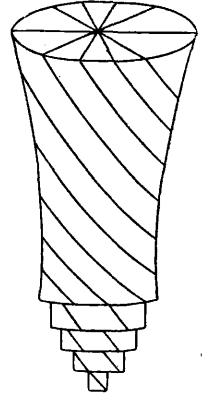
Вопрос теории винта усложняется тем, что, как было указано выше, каждое сечение лопасти имеет различные скорости; поэтому приходится рассматривать отдельно движение каждого элемента лопасти, получаемого, если рассечь лопасти винта двумя близкими соосными цилиндрами с радиусами r и $r+dr$, находить вызванный каждым элементом поток и потом интегрировать по всем элементам. Рассматривая каждый элемент лопасти, приходится уподоблять его элементарному крылу, имеющему скорость W по отношению к внешней среде. Такое крыло будет давать как подъемную силу, так и лобовое сопротивление, которые находят экспериментальным путем (см. *Аэродинамика*). С другой стороны, можно найти вызванный винтом поток или на основании общих теорем механики или рассматривая поле скоростей, вызванное той системой вихрей, которую создает вращающийся винт. Приравнявая в том и в другом случае соответствующие, выраженные ф-лами, величины, характеризующие поток, можно получить ур-ие связи лопасти с потоком. Так. обр. теории В. в. все же опираются на эксперимент, так как охватить сопротивление крыла в потоке полностью теоретически пока не представляется возможным. Т. к. элемент лопасти рассматривается бесконечно узким, не имеющим свободных концов, а работающим лишь как часть крыла, то работа такого элемента будет аналогична работе его в плоскопараллельном потоке, и поэтому сопротивление этого элемента надо брать, как для соответствующего крыла бесконечного размаха (см. *Индуктивное сопротивление*). На этот элемент будет действовать некоторая сила сопротивления dR , которую можно разложить на две составляющие: по оси — dP , элементарную силу тяги, и по перпендикулярному к ней направлению — dT , элементарную силу сопротивления. Умножая последнюю на соответствующий радиус r , получим момент на оси от этой элементарной силы. Интегрируя по всей лопасти, можно найти полную тягу и момент.

В основу вихревой теории гребного винта взято положение, что скоростное поле вокруг вращающегося и движущегося винта управляется вызванными лопастями вихрями присоединенными, т. е. идущими по лопасти, и свободными, исходящими из присоединенных и движущимися в потоке за винтом. Эти вихри образуются за счет разности скоростей в двух смежных сечениях лопасти. В общем случае с лопастей винта сходит вихревая пелена, которая образует в струе винта поверхность, близкую к винтовой. Внутри лопасти винта эти вихри идут в виде воображаемых, т. н. присоединенных вихрей, к-рые замыкают т. о. появляющиеся на лопастях свободные вихри и далее переходят в вихревой столб, идущий по оси винта. Т. о. при рассмотрении поля вокруг винта можно совершенно не принимать в расчет лопасти винта и считать, что в среде имеются лишь одни вихри (фиг. 9). Свободные вихри, при известных соотношениях своих параметров, будут стационарны, и можно доказать, что они будут направлены по линиям токов относительного движения.

Исследовать влияние вихрей на скоростное поле можно двояким путем: или в относительном движении лопасти находить истинные, вызванные вихрями, скорости или, рассматривая вихри в абсолютном или относительном движении, находить вызванные средние скорости (см. *Вихревая теория*). Первая задача представляет большие трудности и пока, по видимому, полностью еще не решена. В СССР проф.



Фиг. 9.

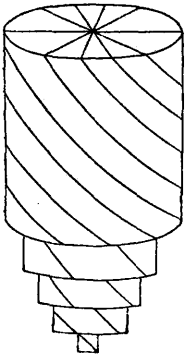


Фиг. 10.

Юрьев сделал попытку исследовать винт в относительном движении и найти истинные скорости, исходя из действия системы двух вихревых усов во концах лопастей и центрального вихревого столба; однако интегрирование полученных уравнений представляет большие трудности. В вихревой теории находятся вызванные системой указанных вихрей средние скорости потока. Т. к. вихревые шнуры как присоединенные, так и свободные при вращении винта становятся в различные положения относительно внешнего пространства, то задачу о нахождении поля можно свести к действию ряда вихревых слоев и вихревого доньшка, при чем, вследствие малого промежутка времени, протекающего между прохождением двух смежных вихревых шнуров (в особенности при многолопастных винтах), движение можно считать установившимся (фиг. 10).

Скорость потока за винтом получает полное свое приращение вдали от винта, в плоскости же винта получается только половина этого приращения (см. *Протеллер*). Таким образом струя за винтом получается сжатой, и поэтому упомянутые выше вихревые слои имеют форму некоторых поверхностей вращения, переходя, однако, за винтом в цилиндрический поток. В виду того, что для гребных винтов сжатие струи сравнительно невелико (наибольшим оно будет при работе винта на месте) и поток сравнительно быстро переходит в цилиндрический, влияние же удаленной части вихрей также невелико, — можно приближенно принять, что поверхности вращения вихревых слоев, образованных рядом вихревых шнуров, суть цилиндрические поверхности (фиг. 11). Этим значительно упрощается весь математический анализ явления.

Задавая то или иное распределение циркуляции вдоль лопасти, мы будем получать соответственные интенсивности цилиндрич. вихревых слоев, а следовательно, и определенное в каждом случае поле средних скоростей. В данной теории рассматривается влияние каждого цилиндрич. вихревого слоя, вихревого доньшка и центрального вихря, и находятся вызванные ими средние скорости. При циркуляции, постоянной вдоль лопасти, имеется лишь один вихревой цилиндрический слой с радиусом, равным радиусу винта; этот слой вызывает определенную осевую скорость в потоке винта (постоянную по радиусу). Для упрощения формул вихревой теории вводятся т. н. о т в л е ч е н н ы е обозначения, а именно: для радиуса $r = \frac{r}{R}$,



Фиг. 11.

для скорости потока $V = \frac{v}{2 \cdot R}$, для циркуляции $J = \frac{i \cdot J}{4\pi \cdot 2 \cdot R^2}$, для ширины лопасти $b = \frac{i \cdot b}{4\pi \cdot R}$, для тяги винта $P = \frac{P}{2\pi \cdot \rho \cdot 2 \cdot R^2}$, для мощности, поглощаемой винтом, $T = \frac{T}{2\pi \cdot \rho \cdot 2 \cdot R^2}$.

Согласно выводам вихревой теории, вызванные винтом скорости выражаются след. образом (фиг. 6):
о́кружная $u = \frac{J}{r}$; (6)
осевая скорость v находится из следующего уравнения:

$$v(V + v) = J \left(1 - \frac{1}{r^2} J \right) + 2 \int \frac{1}{r^2} J^2 dr. \quad (7)$$

Последний член учитывает влияние центробежных сил; поправка эта очень невелика, и можно с вполне достаточной для практики точностью этот член совершенно отбросить. Больше того, для целей практики можно принять следующую формулу для нахождения скорости v :

$$v(V + v) = J(1 - J). \quad (7')$$

Эта ф-ла является точным решением уравнения (7) для случая постоянной циркуляции по лопасти. Ур-ие связи лопасти с потоком получается путем связывания циркуляции с характеристиками лопасти — шириной и коэффициентом подъемной силы — и имеет вид:

$$J = C_y \cdot b \cdot W_1. \quad (8)$$

Это ур-ие получаем, приравнявая выражение подъемной силы по теореме Жуковского выражению подъемной силы по обычной формуле, через абсолютный коэффициент C_y (см. *Аэродинамика*).

Элементарная сила тяги и мощность, потребляемая элементом сечения лопасти, найдутся из следующих соображений. По теореме Жуковского, распространенной им на случай кольцевого потока, подъемная сила, т. е. сила, перпендикулярная направлению скорости, получается умножением циркуляции на плотность и на среднюю геометрич. скорость подходящей и отходящей от лопасти струи; направление этой силы находится, если повернуть вектор этой скорости на прямой угол в сторону, обратную циркуляции. Лобовое сопротивление профиля (профильное сопротивление) можно найти опытным путем:

$$R_x = \mu R_y.$$

Спроектируем подъемную силу профиля и лобовое сопротивление на два направления: на ось винта и на касательную к окружности. Компоненты первой силы найдутся, если отнести ее соответственно к скоростям U_1 и V_1 :

$$2J U_1 dr \text{ и } 2J V_1 dr.$$

Принимая во внимание предыдущее равенство, найдем:

$$\frac{dP}{dr} = 2J(U_1 - \mu V_1)$$

и

$$\frac{dQ}{dr} = 2J(V_1 + \mu U_1),$$

или

$$\frac{dP}{dr} = 2J(U_1 - \mu V_1) \quad (9)$$

и

$$\frac{dT}{dr} = 2J(V_1 + \mu U_1)r, \quad (10)$$

где dT — элементарная мощность, поглощаемая винтом. К-д будет выражаться т. о.:

$$\eta_r = \frac{V \cdot dP}{dT} = \frac{U_1 - \mu V_1}{V_1 + \mu U_1} \cdot \frac{V}{r}, \quad (11)$$

при чем $\mu = \frac{C_p}{C_y}$, где C_p — профильное сопротивление данного сечения или, что одно и то же, лобовое сопротивление дужки, соответствующей бесконечному удлинению. Ф-рмулы (9) и (10) м. б. заменены обычными коэфф-тами, выражающими работу гребного винта (см. выше), т. е.:

$$\alpha' = \frac{da}{dr} = \frac{d}{dr} \left(\frac{P}{\rho \cdot n^2 \cdot D^4} \right) = \frac{\pi^2}{2} \cdot \frac{dP}{dr},$$

$$\beta' = \frac{d\beta}{dr} = \frac{d}{dr} \left(\frac{T}{\rho \cdot n^2 \cdot D^5} \right) = \frac{\pi^4}{2} \cdot \frac{dT}{dr},$$

$$\eta_r = \frac{\alpha'}{\beta'} \cdot \lambda,$$

где $\lambda = \frac{V}{n \cdot D} = \pi \cdot V$. Подставив сюда значение для $\frac{dP}{dr}$, $\frac{dT}{dr}$ и J , получим:

$$\alpha' = \pi^2 \cdot C_y \cdot b \cdot W_1^2 \cdot \cos \beta (1 - \mu \operatorname{tg} \beta), \quad (12)$$

$$\beta' = \pi^4 \cdot C_y \cdot b \cdot W_1^2 \cdot r \cdot \sin \beta (1 + \mu \operatorname{ctg} \beta), \quad (13)$$

или, так как

$$W_1 = W \cdot \cos \Delta\alpha = r \cdot \frac{\cos \Delta\alpha}{\cos \gamma},$$

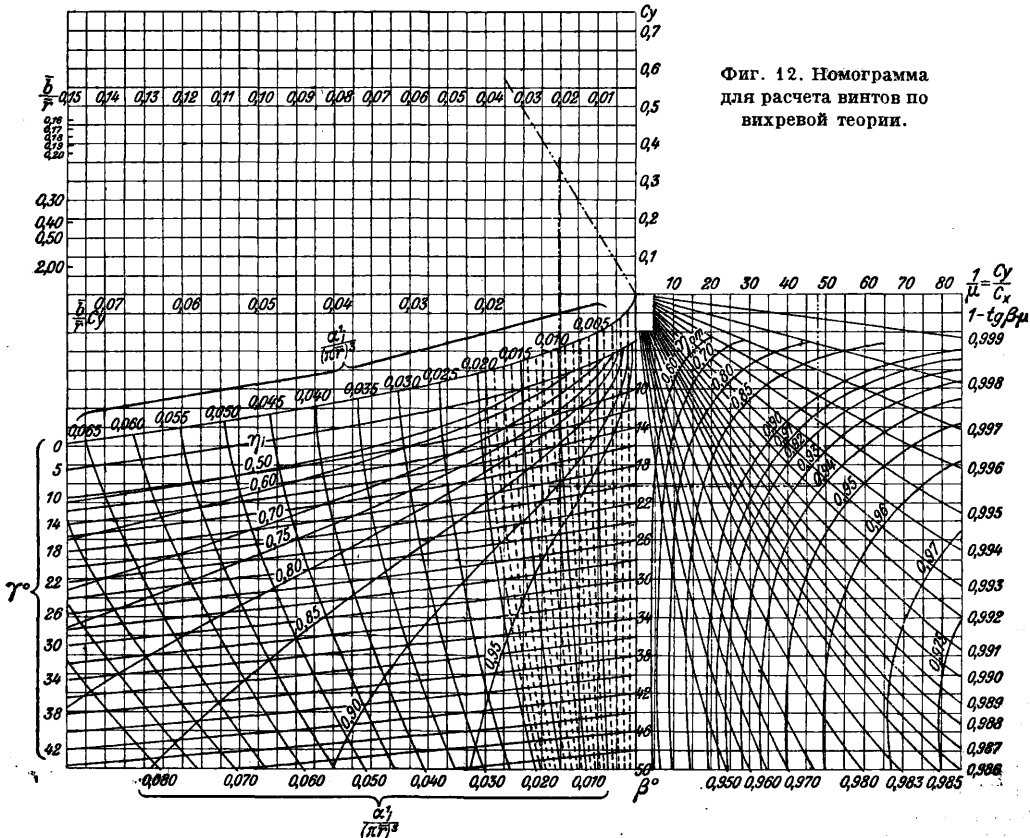
то

$$\alpha' = \pi^2 \cdot C_y \cdot b \cdot r^2 \cdot \frac{\cos^2 \Delta\alpha}{\cos^3 \gamma} \cdot \cos \beta (1 - \mu \operatorname{tg} \beta),$$

$$\beta' = \pi^2 \cdot C_y \cdot b \cdot r^2 \cdot \frac{\cos^2 \Delta\alpha}{\cos^3 \gamma} \cdot \sin \beta (1 + \mu \operatorname{ctg} \beta),$$

$$\eta_r = \frac{\alpha'}{\beta'} \cdot \lambda = \frac{1 - \mu \operatorname{tg} \beta}{1 + \mu \operatorname{ctg} \beta} \cdot \operatorname{tg} \gamma.$$

винта. Поверочный расчет по номограмме (фиг. 12) делается следующим образом. Из чертежа винта м. б. найдены: 1) $\frac{b}{r} = \frac{ib}{4\pi r^2}$; 2) относительная толщина сечения лопасти $c = \frac{\delta}{b}$; 3) угол наклона лопасти (фиг. 7) $\theta = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{h}{\pi r}$, где h —высота подъема лопасти. Для каждого радиуса находим: $\gamma = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{V}{\Omega r} = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{\lambda}{\pi r}$.



Фиг. 12. Номограмма для расчета винтов по вихревой теории.

Для идеального случая, когда $\mu = 0$, будем иметь:

$$\alpha'_i = \pi^2 \cdot C_y \cdot b \cdot r^2 \cdot \frac{\cos^2 \Delta\alpha}{\cos^2 \gamma} \cdot \cos \beta,$$

$$\beta'_i = \pi^2 \cdot C_y \cdot b \cdot r^2 \cdot \frac{\cos^2 \Delta\alpha}{\cos^2 \gamma} \cdot \sin \beta = \pi \cdot r \cdot \alpha'_i \cdot \operatorname{tg} \beta,$$

$$\eta_{r_i} = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \beta}.$$

или

$$\alpha' = \alpha'_i (1 - \mu \operatorname{tg} \beta), \quad (14)$$

$$\beta' = \beta'_i (1 + \mu \operatorname{ctg} \beta) = \pi r \cdot \alpha'_i \cdot \operatorname{tg} \beta (1 + \mu \operatorname{ctg} \beta), \quad (15)$$

$$\eta_r = \eta_{r_i} \cdot \eta_{r_{om}}, \quad (16)$$

$$\text{где } \eta_{r_{om}} = \frac{1 - \mu \operatorname{tg} \beta}{1 + \mu \operatorname{ctg} \beta}.$$

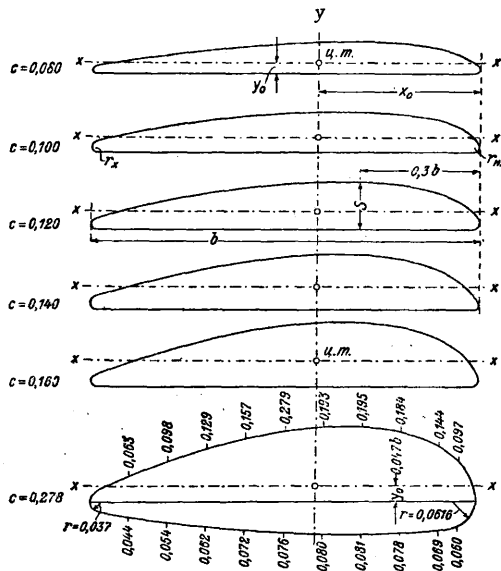
При помощи ф-лы (15) и пользуясь специально составленными номограммами (предложенными Г. Кузминым), можно чрезвычайно быстро произвести расчеты винтов—как поверочные на все режимы работы, т. е. для разных λ (см. выше), так и расчет нового

Имея характеристику сечения (C_y в функции α) для бесконечного удлинения, начерченную на прозрачной бумаге, находим по номограмме $\frac{\alpha'_i}{(\pi r)^2}$, η_{r_i} , $\eta_{r_{om}}$ и $(1 - \mu \operatorname{tg} \beta)$ след. образом: 1) проводим в верхнем левом углу прямую, пользуясь масштабом $\frac{b}{r}$; 2) путем проб находим угол атаки α профиля, задаваясь сначала этим углом и соблюдая условие $\alpha + \beta = \theta$, при чем угол β находится по нанесенному на номограмме масштабу. Для найденного угла атаки находим по номограмме величины $\frac{\alpha'_i}{(\pi r)^2}$ и η_{r_i} , а по аэродинамической характеристике данного сечения и значение $\frac{1}{\mu} = \frac{C_N}{C_P}$. По найденному уже углу β и значению $\frac{1}{\mu}$ находим из правой стороны диаграммы значения $\eta_{r_{om}}$ и $(1 - \mu \operatorname{tg} \beta)$. Т. о. можно вычислить величины:

$$\alpha' = \frac{\alpha'_i}{(\pi r)^2} (\pi r)^2 (1 - \mu \operatorname{tg} \beta), \beta' = \frac{\alpha'_i \lambda}{\eta_r} \text{ и } \eta_r = \eta_{r_i} \cdot \eta_{r_{om}}.$$

Определив для нескольких радиусов эти величины, можно построить диаграммы найденных величин по r и после интегрирования уравнений этих кривых получить общую тягу и мощность, а также и общий кпд всего винта по формуле $\eta = \frac{\sigma}{\beta} \cdot \lambda$.

Чтобы спроектировать В. в., необходимо иметь семейства винтовых профилей, у которых



Фиг. 13.

были бы известны их аэродинамич. характеристики. На фиг. 13 показано такое семейство В. в. Обычно для семейства вычисляют все необходимые для расчета винта данные, именно: момент инерции профилей относительно двух осей, площадь профиля и т. п. Форма лопасти, при определенной на каждом радиусе ширине, с аэродинамическ. стороны большой роли не играет; она влияет лишь на деформацию лопасти. Наиболее распространенной является лопасть симметричной формы или немного откинута в сторону вращения или в обратную сторону.

Расчет винта на прочность играет видную роль в проектировании винта, так как материал его бывает всегда сильно нагружен. Особенностью этого расчета является зависимость качеств винта от его прочности; поэтому при проектировании винта приходится, из-за требования прочности, ставить некоторую границу в повышении качества. Следовательно, аэродинамич. расчет винта тесно связан с расчетом его на прочность. Т. к. момент около оси наибольшей жесткости играет малую роль в расчете винта, то можно принять (фиг. 7), что винт изгибается только силой, нормальной к оси наименьшей жесткости; приближенно за эту силу можно принять силу тяги; тогда на каком-нибудь радиусе a коэффициент изгибающего момента выразится так:

$$r_a = \frac{2i \cdot M_a}{\rho \cdot n^2 \cdot D^4} = \int_a^1 (r-a) \alpha' dr, \quad (17)$$

а изгибающий момент на радиусе a для каждой лопасти будет:

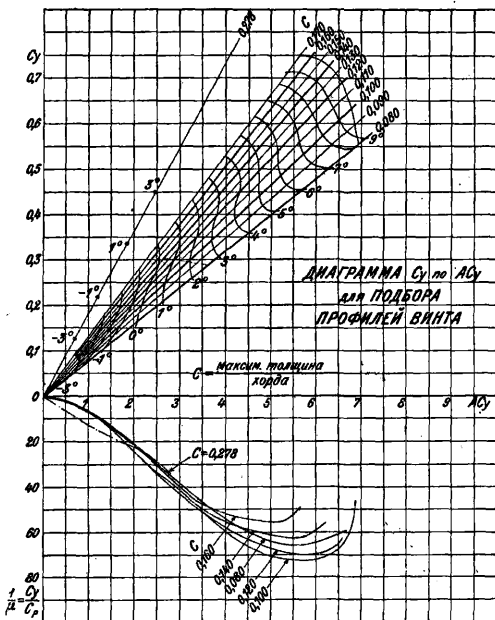
$$M_a = \frac{\rho \cdot n^2 \cdot D^4}{2i} \int_a^1 (r-a) \alpha' dr, \quad (18)$$

где i — число лопастей.

Модуль сечения винта W м. б. представлен в таком виде: $W = \left(\frac{b}{A}\right)^3$, где A — некоторый коэфф., зависящий от очертания профиля, а b — ширина лопасти в данном сечении. Если подставить в формулу $\frac{M}{k} \leq W$ (где M — изгибающий момент в сечении и k — допустимое напряжение в кг/см²) значение модуля через коэфф. A , то получим: $\sqrt[3]{\frac{M}{k}} \leq \frac{b}{A}$,

или $A \cdot C_y \leq b \cdot C_y \sqrt[3]{\frac{k}{M}}. \quad (19)$

Это ур-ие показывает, что только тот профиль прочен, который удовлетворяет этому неравенству. При построении для данного семейства винтовых профилей диаграммы коэфф-тов C_y в зависимости от величины $A \cdot C_y$ (фиг. 14) необходимо для аэродинамич. подбора сечений иметь в виду неравенство (19).



Фиг. 14.

Подставив в него значение b , через отвлеченные его обозначения, получим:

$$A \cdot C_y \leq \frac{2D}{i} \cdot \pi \cdot r \cdot \frac{b}{r} \cdot C_y \sqrt[3]{\frac{k}{M_a}}. \quad (19')$$

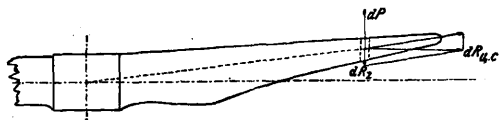
Кроме изгибающих сил на лопасть действует еще центробежная сила, которая на радиусе a равна

$$U^2 \cdot \frac{\gamma}{g} \int_a^1 \sigma \cdot r dr,$$

и напряжение от центробежных сил будет

$$U^2 \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\int_a^1 \sigma \cdot r dr}{a}$$

По большей части центробежной силой пользуются в качестве разгружающей силы изгиба лопасти. Если лопасть винта откинута немного вперед (по направлению движения винта) от плоскости вращения основания лопастей у ступицы (фиг. 15), то от центробежных сил появляется некоторая составляющая dR_z , противоположная элементарным



Фиг. 15.

силам тяги dP . В деревянных воздушных винтах общее напряжение от изгиба и растяжения принимают для расчетной скорости не более 250—300 кг/см².

Проектирование винта (кроме расчетных операций, сильно упрощенных вышеуказанной номограммой) выражается: 1) выбором соответствующего распределения циркуляции; 2) подбором дужек на соответствующем радиусе, удовлетворяющих условию (19); 3) приданием лопастям винта определенной формы в плане; 4) вычерчиванием винта и сглаживанием всех получившихся неплывных переходов, однако таким образом, чтобы не изменить значительно первоначального задания. Обычно после проекта делается еще поверочный расчет винта, чтобы определить, насколько в периоде проектирования пришлось отойти от задания. В случае большого расхождения приходится делать некоторые поправки.

Ход проектирования В. в. следующий: 1) выбрав расчетную скорость винта и задавшись диаметром (наивыгоднейший диаметр лучше всего находить предварительно по логарифмическим диаграммам серий испытанных винтов), находят значение коэффициента мощности β мотора и относительную поступь λ :

$$\beta = \frac{75N}{\rho \cdot n_s^3 \cdot D^5}, \quad \lambda = \frac{V}{n_s \cdot D};$$

2) определяют предполагаемую тягу, приближенно находя КПД винта по формуле $\eta = \eta_i \cdot \eta_{ом}$, где η_i — идеальный, а $\eta_{ом}$ — относительный КПД, выражающиеся ф-лами:

$$\eta_i = \frac{2}{1 + \sqrt{1 + \frac{b}{\pi} \cdot \frac{\eta_i \cdot \beta}{\lambda}}} \left(1 - \frac{4}{\pi^2} \cdot \frac{\eta_i \cdot \beta}{\lambda} \right); \quad \eta_{ом} = \frac{1 - 2\mu \cdot \frac{\lambda}{\eta_i \cdot \pi}}{1 + \frac{2}{3}\mu \cdot \frac{\lambda}{\eta_i \cdot \pi}}$$

коэфф. μ можно принимать равным 0,03—0,04; по этим формулам значения находят путем проб, задаваясь различными значениями η ; 3) по найденному η находят $\alpha = \frac{\eta \cdot \beta}{\lambda}$; 4) задаются каким-либо законом распределения циркуляции по лопасти, обычно постоянным (это тип В. в. НЕЖ) или эллиптическим; 5) распределяют тягу по лопасти, приближенно определяя значение элементарной тяги на каждом радиусе по формуле:

$$\alpha' = \frac{\pi^2}{2} \left(r - \frac{J}{r} \right) 2J,$$

однако так обр., чтобы общая тяга равнялась найденной в п. 3; 6) вычисляют значение $\frac{\alpha'}{(\pi r)^2}$ и $\gamma = \arctg \frac{\lambda}{\pi r}$ для каждого радиуса;

7) находят по номограмме значения $\frac{b}{r} C_y$, β и η_r ; 8) вычисляют по формулам (17) и (18) ν и M_a на каждом радиусе, а также и напряжение k ; 9) подбирают на каждом радиусе дужки из серии таким образ., чтобы удовлетворить найденному в п. 7 значению $\frac{b}{r} C_y$, а также и неравенству (19) (фиг. 13), т. е. находят значение b ширины лопасти и угла атаки α ; 10) находят на каждом радиусе значение угла наклона лопасти $\theta = \beta + \alpha$; 11) вычисляют центробежные силы, определяют, насколько они при вычерченном положении лопасти разгружают лопасть, и находят общее напряжение лопасти на каждом радиусе.

Здесь был дан ход расчета изолированного В. в.; влияние фюзеляжа обыкновенно принимается только в замедлении скорости набега на винт, т. е. в уменьшении расчетной скорости. В случае винтов tandem принимается, что задний винт не влияет на передний, влияние же переднего на задний выражается в увеличении скорости набега. Эта скорость или приближенно определяется по теории идеального пропеллера или находится из расчета переднего винта.

Лит.: Жуковский Н. Е., Вихревая теория гребного винта, «Труды Отд. физ. наук О-ва люб. ест., антроп. и этнографии», М., 1912, т. 16, вып. 1, М., 1914—15, т. 17, вып. 1—2; Юрьев Б. Н., Возд. гребные винты (пропеллеры), «Труды ЦАГИ», Москва, 1925, вып. 10; Ветчинкин В. П., Теория гребных винтов, М., 1926; Александров В. Л., Вихревая теория проф. Н. Е. Жуковского и расчет по ней гребных возд. винтов, «Техника возд. флота», М., 1928, 3; Кузьмин Г. И., Номограмма расчета гребного винта по «вихревой теории» Н. Е. Жуковского, там же, 1927, 2, стр. 95; Пирок ура Г. Ф., Возд. винты, Харьков, 1927; Watts H. C., The Design of Screw Propellers, L., 1920; Park W. E., A Treatise on Airscrews, L., 1920; Fage A., Airscrews in Theory and Experiment, Edinburgh, 1920; Helmbold H., Die Betz-Prandtl'sche Wirbeltheorie d. Treibschraube und ihre Ausgestaltung z. technischen Berechnungsverfahren, «Werft, Reederei, Hafen», Berlin, 1926, Jg. 7, N. XXIII, XXIV; Glaupert H., An Aerodynamic Theory of the Airscrew, «Aeronautical Research Committee, Reports and Memoranda», London, 1922, 786. В. Александров.

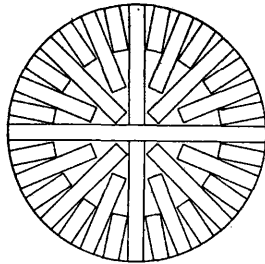
II. Производство В. в. деревянных. Громкие напряжения, к-рым подвержены лопасти В. в., а также зависимость его КПД от точности выполнения, предъявляют к производству особые требования, к-рые должны гарантировать: 1) достаточную крепость В. в., 2) неизменяемость его формы, 3) статич. и динамическую уравновешенность, 4) точность обработки. Первое достигается применением лесных материалов, обладающих высокими технич. качествами и имеющими коэфф. крепости на изгиб не ниже 700 кг/см² и на сжатие не ниже 400 кг/см². Помимо этого, дерево, идущее на изготовление В. в., д. б. прямослойным, абсолютно здоровым, без сучьев и трещин. Наиболее широкое применение имеют красное дерево, орех, ясень, клен, красный бук; реже применяются дуб, ольха, карагач. Не исключается возможность применения и др. пород дерева, удовлетворяющих технич. требованиям, представляемым к авиационной древесине. Деревянный В. в., как и всякое изделие из дерева, имеет тот недостаток, что под влиянием атмосферной влажности в нем может произойти коробление лопастей, вследствие чего появляются

в работе вибрации, нарушающие плавность работы мотора и вызывающие опасные напряжения в частях самолета; для устранения этого в процессе производства принимается ряд мер, предохраняющих В. в. от коробления. Сюда относятся:



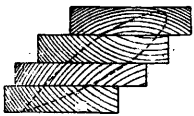
Фиг. 16.

1) применение досок, подверженных меньшему короблению, а именно: досок, расположенных ближе к сердцевине кряжа *б* (фиг. 16) или выпиленных радиально (фиг. 17); но радиальная распиловка в применении к производству В. в. целесообразна только при больших диаметрах кряжей (400 мм и выше), вообще же дает малый процент выхода пиленого материала и обходится дорого, почему в винтовом производстве и не получила широкого применения; 2) склейка В. в. из досок толщиной от 10 до 25 мм; теоретич. возможность почти полного устранения коробления соответствующим подбором и расположением досок, имеющих стремление коробиться в разные стороны (фиг. 18), практически неосуществима; 3) выдержка полуфабрикатов В. в. в производственных помещениях с целью придать им равномерную влажность; 4) предохранение В. в. от поглощения атмосферной влаги путем лакировки поверхности дерева и покрытия водонепроницаемым составом всех дыр, просверленных в винте.



Фиг. 17.

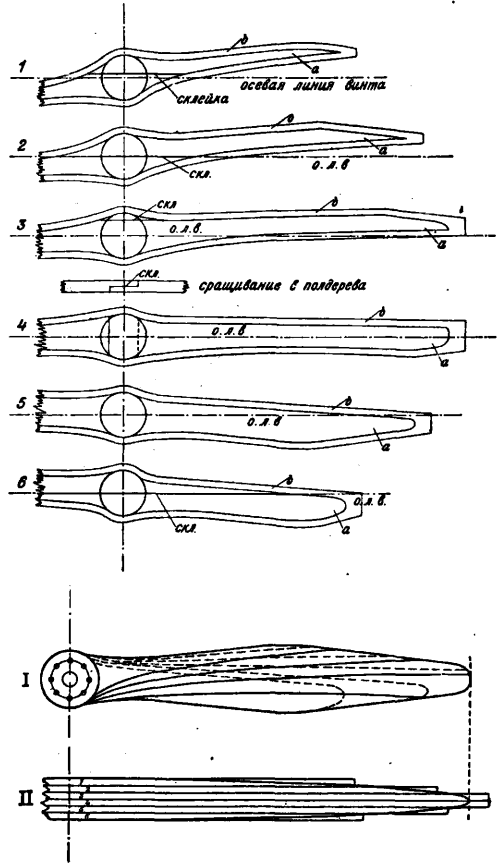
Производственный процесс. 1) По рабочему чертежу определяются минимальные размеры отдельных досок, необходимые для получения соответствующего профиля в каждом сечении винта (фиг. 19). К теоретически определенным размерам прибавляется от 5 до 15 мм по ширине и до 100 мм по длине (запас на обработку), и по таким шаблонам производится разметка досок и выпиловка. Такой метод заготовки полуфабрикатов позволяет сократить дальнейшую обработку и увеличить пропускную способность сушилок. В целях рационального использования материала допускается как долевая, так и поперечная склейка отдельных досок, при чем число досок, имеющих поперечную склейку, д. б. не более трех на винт, при обязательном чередовании с цельными досками. Поперечное сращивание делается в полдерева. Поперечку может итти лишь отборный испытанный материал, удовлетворяющий во всех отношениях «техническим условиям». При разметке направление волокон древесины должно располагаться параллельно осевой линии В. в., имеющейся на каждом шаблоне.



Фиг. 18.

2) Сушка. Долгое время считалось, что наивысшие технические качества, а также наименьшую склонность к короблению, имеет лесной материал естественной сушки, но

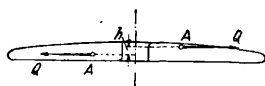
длительность этого процесса (5—6 лет), требующая громадных оборотных средств, заставила обратиться к научному исследованию и усовершенствованию процессов искусственной, интенсивной сушки дерева. В современных усовершенствованных сушилках, при продолжительности сушки от 8 до 25 дней (в зависимости от породы, первоначального состояния и размеров заготовки), возможно получить материал с влажностью 8—13% (допускаемая влажность при производстве В. в.). Тем не менее технич. качества (в отношении хрупкости и коробления) материала, пропускаемого через сушилки непосредственно после распиловки, ниже, чем у материала естественной сушки, и поэтому при производстве В. в. применяется комбинированный метод сушки: не менее 6 месяцев естественной сушки для всех пород (за исключением ореха, для которого естественная



Фиг. 19.

сушка д. б. не менее 12 месяцев) и последующая искусственная сушка. Для естественной сушки как территория лесного склада и сушилки, так и метод укладки материалов должны обеспечивать равномерную сушку и гарантировать невозможность заражения и загнивания древесины. Конструкция сушилок для дерева, идущего на изготовление воздушных винтов, должна допускать самую широкую регулировку режима сушки в отношении температуры, влажности и скорости циркуляции воздуха (см. Сушилки).

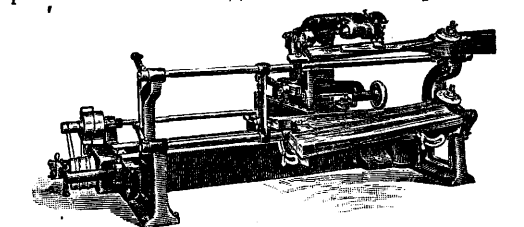
3) Пропущенные через сушилки заготовки выдерживаются в производственном помещении в течение 7 дней для того, чтобы влажность материала уравнилась с влажностью помещения, выравниваются до толщины, указанной на чертеже, с точностью $\pm 0,1$ мм, сортируются с отбраковкой дефектных заготовок и поступают на комплектную сборку и балансировку на центрах; последняя операция весьма существенна, т. к. имеет целью достижение динамич. уравновешенности винта, к-рая получается только в том случае, если центры тяжести лопастей располагаются в одной плоскости. При неоднородном материале возможны расположение центров тяжести *A*, как указано на фиг. 20, и действие центробежных сил *Q* с эксцентриситетом *h*. Такой В. в. при работе будет вибрировать. Балансировкой на центрах по весовым данным статическ. неуравновешенности определяются заготовки, имеющие неоднородную древесину, и при комплектной сборке такие заготовки компенсируются следующей заготовкой с аналогичной неуравновешенностью противоположной лопасти.



Фиг. 20.

4) Скомплектованные заготовки выверяются, цинуются и поступают в склейку, при к-рой д. б. соблюдено правильное относительное расположение отдельных заготовок и совпадение всех осевых линий. Склейка производится горячим способом (с подогревом заготовок на паровых плитах или в специальных камерах) желатиновым клеем высшего качества, выдерживающим при испытании на скалывание не менее 100 кг/см^2 и не понижающим крепости склейки при размачивании в воде склеенных образцов в

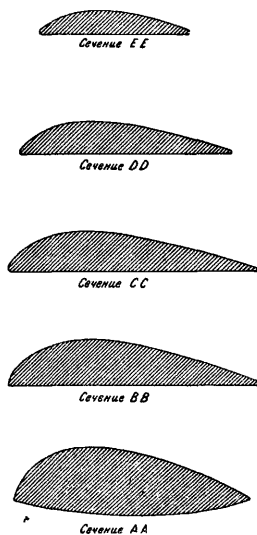
течение 30 ч. при $t^\circ 15^\circ$ более чем до 65%. Чистый желатиновый клей удовлетворить требованиям водоупорности не может, и последняя достигается химическими примесями, составляющими секрет фирм, выпускающих специальные сорта клея. Удовлетворителен для склейки В. в. герман. клей марки «Нахтигаль». Склеенный В. в. прессуется в струбниках или в специальных прессах в течение 24 ч. Давление пресса д. б. около $1,5 \text{ кг/см}^2$. После склейки до пуска в следующую операцию выдержка должна быть не менее 10 дней.



Фиг. 21.

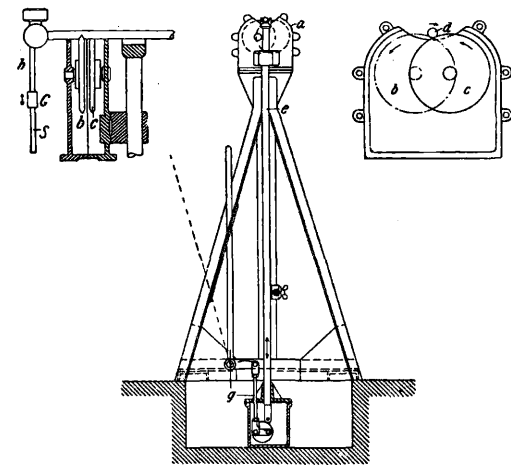
В последующих операциях производится постепенная обработка В. в. с применением нижеследующих шаблонов, обеспечивающих точность выполнения винта по чертежу: 1) шаблон для фрезировки кромок, который в точности соответствует общему виду вин-

та в плане; 2) шаблоны для обдирки винта на копировальных станках (фиг. 21), выпускающих винты с припуском в 1,5—2 мм; 3) шаблоны профилей винта в 5—6 контрольных сечениях, к-рыми руководствуются при ручной окончательной обработке винта (фиг. 22); 4) боковые шаблоны для разметки и проверки правильн. положения кромок винта относительно горизонтальной плоскости. От правильности профилей и положения кромок зависит шаг В. в.; здесь разрешается допуск +2%, и поэтому операция окончательной обработки В. в. должна производиться с особой тщательностью. Для достижения статической балансировки винта, проверяемой на чувствительном балан-



Фиг. 22.

сирном станке, разрешается снимать стружку до 1,5 мм по всей длине лопасти с нерабочей стороны. Балансирн. станок (фиг. 23) состоит из следующих частей: *a*—корпус для укрепления роликов; *b* и *c*—ролики; *d*—ось, на к-рой монтируется винт; *e*—вспомогательная штанга для плавного опускания винта на ролики; *g*—эксцентриковый механизм для

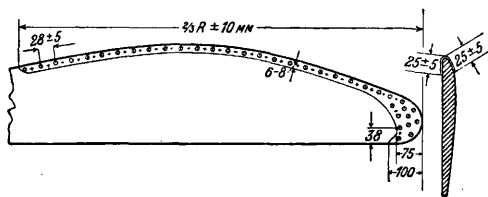


Фиг. 23.

опускания винта; *h*—рычаг; *G*—передвижной груз для балансировки винта; *S*—стрелка для выверки симметричности лопастей.

Выбалансированный винт поступает в лакировку, при чем разрешается любой метод лакировки, выдерживающий следующие испытания: диск $\varnothing 150 \text{ мм}$, толщиной 25 мм. с закруглен. краями (радиус закругления 12,5 мм), изготовленный из того же дерева, что и винт, лакируется по методу, принятому для производства, и, точно взвешенный,

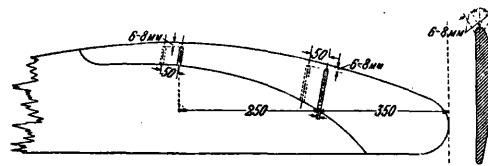
погружается в воду на 8 дней; через каждые 24 часа образец взвешивается, и к концу восьмого дня его вес не должен увеличиться более чем на 2,5 г, что соответствует 6 мм



Фиг. 24.

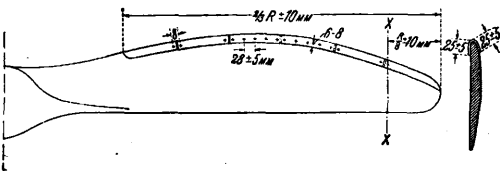
на 1 см². Один из удовлетворительных способов лакировки следующий: В. в. олифится, грунтуется мастикой, кроется масляным лаком, шлифуется, затирается спиртовой смесью шеллачного лака с политурой и вторично покрывается масляным лаком. Между каждой операцией лакировки д. б. достаточный интервал для сушки. Общая продолжительность лакировки ок. 10 дней.

Для предохранения кромок винта от повреждения брызгами воды (у гидросамолетов и при полетах во время дождя) и песком или комьями земли и снега (при разбеге перед взлетом и при посадке) производится



Фиг. 25.

оковка лопастей латунью или дуралюминием толщиной 0,6 мм для сухопутных самолетов и 0,75 мм для гидросамолетов. Из ряда применяем. форм овок (фиг. 24—26) наилучшими являются оковки, позволяющие лопастям воздушного винта свободно гнуться при работе (фиг. 26). Для гидросамолетов применяется сплошная оковка концов лопастей. Оковка крепится или медными шурупами (фиг. 27) или сквозными медными или



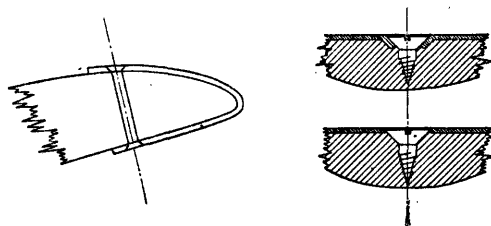
Фиг. 26.

дуралюминиевыми заклепками диам. 2,5—3 мм, при чем головки запаиваются оловом. После оковки оковка зачищается напильниками и шлифуется наждаком. Во избежание вздутия оковки от попадания воздуха на концах лопастей в оковке просверливаются 3—4 отверстия диам. 2—3 мм.

При производстве четырехлопастных В. в. должна быть соблюдаема строгая перпендикулярность осей отдельных лопастей. Сложность производства, упаковки и транспортировки этих В. в. привела к тому, что цельные четырехлопастные винты в большинстве случаев заменяются двумя

двухлопастными винтами, спаренными под прямым углом на одной общей втулке.

Характеристика з-да массового производства В. в. В основных своих элементах такой завод не имеет существенных отличий от правильно поставленного и оборудованного деревообделочного завода. Необходимо хорошо поставленное сушильное хозяйство для естественной и искусственной сушки и основные цеха: деревообделочный, столярный и лакировочный с добавлением специального цеха по оковке винтов. Специальное оборудование состоит: из копировальных станков, к-рые должны устанавливаться попарно, чтобы иметь возможность одновременной обработки рабочей



Фиг. 27.

и нерабочей стороны лопасти В. в. без смежных шаблонов; сверлильных расточных—для рассверливания винтов под втулки; балансирных станков; прессов для склейки; специальных тумб для обработки винтов. Подсчет потребного оборудования и количества основных рабочих производится на основании след. норм обработки 1 В. в. (в часах):

Ленточные пилы	1,5
Строгальные станки по дереву	1,7
Фрезерные станки по дереву	0,7
Циркулярные пилы	0,5
Сверлильные станки	0,85
Копировальные станки	1,45
Шлифовальные станки	0,5
Столярная обработка	26,75
Лакировочная отделка	7,2

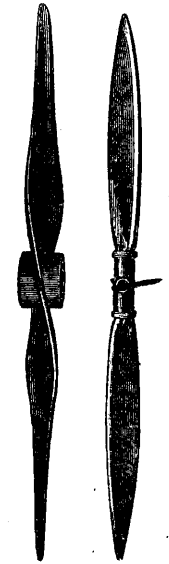
В основание расчета сушилок и емкости лесных складов принимается средний расход лесного материала в 0,35 м³ на 1 воздушный винт.

В. Малынич.

III. Металлические В. в. Металлич. В. в. за последнее время получили большое распространение вследствие лучшего их сопротивления атмосферным условиям и возможности в некоторых случаях их ремонта после механических повреждений.

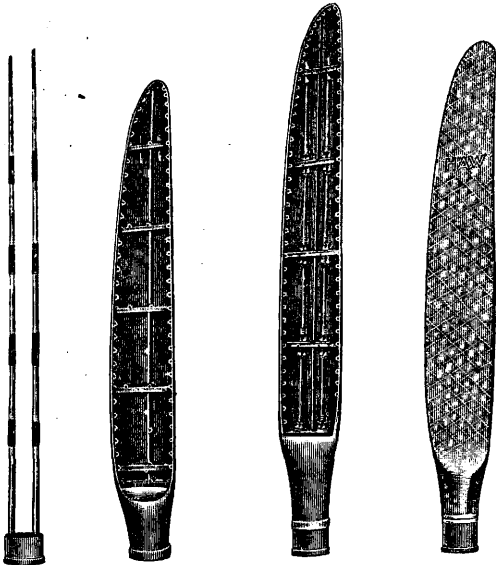
Наиболее распространены следующие системы металлических В. в.: 1) Америк. винты Р и да (фиг. 28), изготовляются из одного куска литого дуралюминия в виде плоской болванки, к-рой затем путемковки, выкручивания и обработки придают форму двухлопастного винта. Ступицы этих винтов обычно похожи на ступицы деревянных винтов и бывают как деревянные, так и металлические. Эти винты широко распространены в америк. гражданской и военной авиации. 2) Винты Технич. отдела америк. воздушного флота (фиг. 29), имеют съемные лопасти. Первые образцы этих винтов были изготовлены в 1922 году. Винт состоит из стальной ступицы, сделанной из двух половин, образующих гнездо для разъемных лопастей. В каждую половину вставляется разъемная муфта, скреп-

ляющая обе половины и надеваемая на вал мотора. Каждому мотору соответствует только определенный просвет муфты, самая же ступица не меняется; поэтому, имея набор различных муфт, можно одним и тем же винтом пользоваться для самых разнообразных моторов. Особенностью конструкции этих винтов является использование зажимных колец ступицы для вертикального уравнивания винта. Это достигается передвижением болта с ушками около ступицы по оси лопасти. Такая ступица, известная под названием расщепленной, заменила цельную в виду дешевизны, большей легкости сборки и уравнивания винта. Эти винты введены на снабжение многих самолетов американск. сухопутной и морской авиации. Химич. состав материала этих винтов: меди 3—5%, магния 0,3—0,5%, алюминия 94—95%; уд. вес 2,85; t° ковки, обработки и калки 460—475°. Механич. свойства: коэфф. крепости на растяжение 35—40 кг/мм^2 , предел упругости 20—30 кг/мм^2 , удлинение 15—20%, H_{Br} 80—100. 3) Немецкие винты Хава (фиг. 30), со съемными тонкими полыми дуралюминиевыми лопастями и стальной ступицей. Ступица имеет съемную коническ. насадку на носок мотора, пригоняемую по типу и мощности мотора, и составляется из



Фиг. 28 и 29.

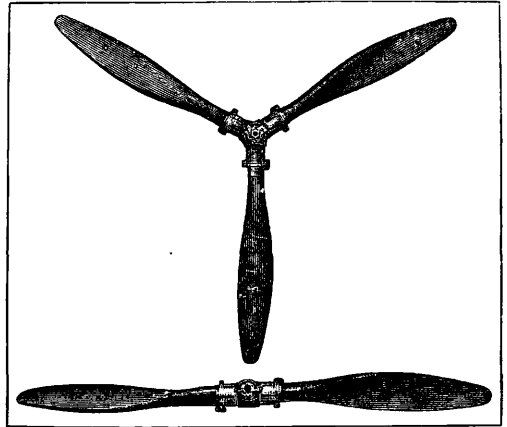
двух половин цилиндрич. трубы, в которую закладываются заплечиками концы лопастей, зажимаемые в ней хомутами на болтах. Закрепляющийся конец лопасти представляет собою стальную шайбу с заплечиками, от которой по длине лопасти идут два стальных



Фиг. 30.

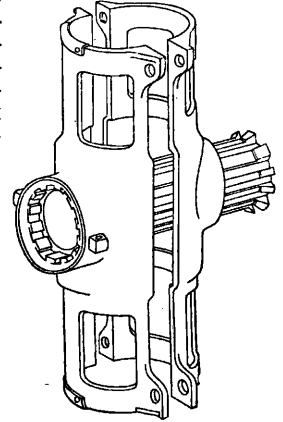
стержня равного сопротивления. На эти стержни насаживаются для жесткости 5—6 нервюр, входящих составными частями в одну отливку с тыловой нерабочей стороной лопасти; толщина стенок 6—7 мм. По

рабочей стороне лопасти этот каркас покрывается листовым дуралюминием толщиной в $1\frac{1}{2}$ мм, приклепанным по кромкам и нервюрам дуралюминиевыми заклепками. 4) Английские винты Лейтнера-Уотса (фиг. 31), изготовляются не из алюминия, а из стали. Каждая лопасть делается полый, из листовой стали, при чем необходимо уменьшение толщины достигается слоистой конструкцией, которая, к тому же, поглощает вибрацию. Лопасти легко и точно регулируются и имеют большой диапазон шага. Их установка производится так же, как и в других системах со съемными лопастями. Ступица представляет собою стальную, цилиндрическую трубу, состоящую из двух половин (фиг. 32). Лопасти винта вставляются в ступицу и затягиваются болтами. Такие ступицы изготовляются для 2-, 3- и 4-лопастных винтов.



Фиг. 31.

Лит.: Крейсон П., О металлических винтах, «Вестн. возд. флота», М., 1925, 12; его же, Металлич. винты, «Техника возд. флота», М., 1928, 5; «Aviation», N. Y., 1927, 30/V; «Flight», L., 1927, 42, 1926, 52; «Flugpost», B., 1926, 26, 1927, 22. П. Крейсон.



Фиг. 32.

ВОЗДУШНЫЙ ЗМЕЙ, см. *Змей воздушный*.

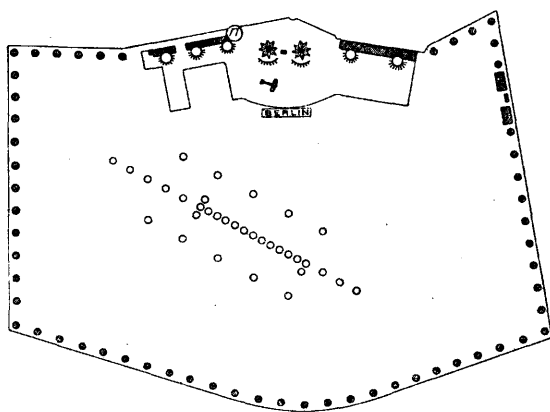
ВОЗДУШНЫЙ ПОРТ, название аэродромов 1-го класса (см. *Аэродром*), имеющих особое государственное значение. Воздушные порты обычно бывают узловыми или конечными пунктами воздушных линий и находятся при крупнейшей городской центрах. Наилучшие в отношении оборудования В. п. в настоящее время: берлинский В. п.—Темпельгоф (в непосредствен. близости от города), парижский В. п.—Ле-Бурже

и лондонский В. п. — Кройдон (оба последние удалены от города на 12—13 км).

Берлинский В. п. Темпельгоф (см. схему) принадлежит об-ву Berliner Flughafen-Gesellschaft и обслуживается в настоящее время (1927 г.) 12 воздушных линий, из которых главные: на Амстердам—Лондон, на Париж, на Кенигсберг—Москву, на Штеттин—Стокгольм, на Мюнхен—Вену. Он имеет размеры: 1200—1400 м в направлении З.—В. и 1000 м в направлении С.—Ю.; ширина свободной зоны 300—500 м, кроме сев. направления, где свободные подходы закрыты постройками. Ангары имеют размеры: 2—по 88×30×12 и 2—по 60×30×12 м. Расстояние В. п. от центра города—4 км, сообщение поддерживается автобусами, трамваям, подземной ж. д. и специальными автобусами общества воздушного сообщения Luft-Hansa. Радиостанция мощностью 2 kW системы Телефунен с незагорающими колебаниями; позывные—АЕХ, на радиомачтах—красные неоновые маяки. Управление движением самолетов находится в ведении специальной «воздушной полиции».

В. п. должен иметь: 1) большую и ровную площадь для лётного поля, разме-

ВОЗДУШНЫЙ ПОРТ



● красные маяки, указывающие направление ветра (4 м в 8 Б)

● неоновые трубки для обозначения взлета

○ освещенные площадки перед ангарами

→ световые указатели (ветер)

○ посадочные огни (на взлетно-посадочной полосе и красные)

■ отгорожения

⊙ прожектор

BERLIN выполненный в земле обозначительный знак, размер 150×20 м

ром не менее 1200—1000 м², с открытыми подходами со всех сторон и удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к аэродрому 1-го класса; 2) большие постоянные теплые ангары (см.), обычно железной или железобетонной конструкции, с освещением и механически открываемыми воротами; 3) бензино- и маслохранилища (обычно подземные) с достаточно многочисленными выводами к местам заправки самолетов бензином и маслом; 4) склады технического имущества, необходимого для эксплуатации самолета; 5) мастерские для ремонта самолетов, моторов и оборудования, со станками для испытания моторов, оборудованием для проверки приборов, устанавливаемых на самолете, и с площадкой для устранения девиации компасов; 6) систему сигнализации для обеспечения посадки, взлета и маневрирования самолетов как днем, так и ночью (указатели ветра, сигнальная мачта, звуковая сигнализация, ракеты, костры, дымовые сигналы и т. п.); 7) опознавательные знаки и название В. п., нанесенные большими буквами на земле или на крышах строений; 8) световое оборудование для ночных полетов (аэрмаяки, сигнальные огни, посадочные знаки, передвижные и неподвижные прожекторы для освещения посадочной площадки, предупредительные красные огни на всех строениях, мачтах и других препятствиях, окружающих аэродром, по-

граничные огни, световые ракеты и т. д.; в последнее время применяются неоновые трубки, дающие красный свет при очень низком расходе тока); управление всей системой освещения концентрируется в одном пункте; 9) метеорологическую станцию, ведущую непрерывное наблюдение за погодой в районе всех воздушных линий, связанных с данным В. п.; метеорологич. сведения, получаемые как из собственных наблюдений станции, так и из других городов, наносятся на большую наглядную карту, и в нек-рых В. п. каждому пилоту вручается перед отлетом карточка погоды с последними данными и прогнозом на предстоящий день; 10) развитую систему связи как проволочной, так и беспроволочной, телефонной и телеграфной, соединяющую В. п. как с обслуживаемым им городом, так

и с другими городами и аэродромами, расположенными на проходящих через В. п. воздушных линиях; двусторонняя радиосвязь позволяет поддерживать сообщение как с землей, так и с самолетами; на ней базируется и служба погоды и непрерывное наблюдение за прибывающими и улетающими самолетами; местонахождение последних наносится дежурными по воздушному порту на большую стенную карту; для облегчения ориентировки

в воздухе применяется радиопеленгация (делаются также опыты с путеводным электрическим кабелем системы Лота).

Необходимой принадлежностью В. п. является также вокзал с помещениями для администрации и канцелярий В. п., комнатами для ожидания пассажиров, конторами, справочными бюро и билетными кассами обществ воздушных сообщений, отделением воздушной почты, таможенной, помещениями для милиции, багажными отделениями, с оборудованием для приема, взвешивания и сортировки груза и багажа, с комнатами для отдыха пилотов, с ванными и душами, с буфетом или рестораном для публики, с уборными, гаражем и другими службами. Перед вокзалом обычно устраивается цементированная площадка, на которую подаются самолеты для посадки пассажиров и размещения грузов (перрон). Вокзал д. б. связан с городом хорошей дорогой и, по возможности, средствами механического транспорта, не исключая даже ж.-д. ветки. Если в В. п. допускается устройство публичных полетов и состязаний, то для публики устраиваются трибуны. Как правило, В. п. должен быть огражден со всех сторон от доступа посторонних лиц. Наконец, В. п. должен иметь постоянную организацию медицинской помощи (лазарет или околоток) с постоянным дежурством автомобиля скорой помощи, пожарную охрану, противопожарное об-

орудование и постоянную охрану территории, складов и строений.

В. п. специального назначения: а) для гидросамолетов—отличаются наличием, вместо лётного поля, гидроаэродрома, б) для управляемых аэростатов—должны иметь свободное от препятствий и сравнительно ровное поле, размером в длину и ширину около трех длин аэростата, т. е. для крупных современных аэростатов ок. 700—800 м, элинг для хранения и ремонта аэростата с причальной мачтой, газодобывательной установкой и газохранилищем, команду для ввода и вывода корабля, а также соответствующие вокзальные помещения и службы. Впрочем, в настоящее время крупных В. п. для гидросамолетов и для управляемых аэростатов, аналогичных В. п. сухопутной авиации, еще нигде нет, и тип их не вполне установлен.

Достаточная свободная площадь для В. п. в непосредственной близости к городским центрам является насущной потребностью современного воздушного транспорта. В поисках разрешения этого вопроса появляются многочисленные проекты механизации взлета и спуска самолетов с сокращением до минимума разбега и пробега посредством всевозможных катапульт (см.) и тормозов. В. п. с такими приспособлениями предполагается устраивать на крышах домов или на специальных помостах в центре города. Пока этот тип В. п. не вышел еще из стадии проектирования. То же самое относится и к проектам устройства пловучих В. п. для океанских воздушных сообщений.

Лит.: Вегенер А., Аэродромы, Москва, 1924; Хрипин В., Андреев Е. и Тулупов Н., Аэродромы сухопутной и морской авиации, Москва, 1925; Grosser Luftverkehrs-Atlas von Europa, Berlin, 1927. В. Вишнев.

ВОЗДУШНЫЙ ТРАНСПОРТ, перевозка пассажиров, почты и грузов на воздушных судах—самолетах и управляемых аэростатах. Регулярный В. т. производится между определенными пунктами по установленному расписанию, а эпизодические полеты совершаются без расписания.

В настоящее время в странах, владеющих воздушн. флотом, преобладает пассажирский В. т., который служит одновременно и для почтовых перевозок. Грузового В. т. еще совершенно не существует, и он лишь отчасти выполняется на почтово-пассажирских воздушных судах. Основное преимущество В. т.—быстрота, основной недостаток—дороговизна. При сравнении В. т. с сухопутным и морским необходимо отметить еще следующие моменты: 1) возможность передвигаться по прямому направлению (на больших расстояниях—по дуге большого круга), 2) возможность пересекать сухопутные и водные участки без перемены транспортных средств и 3) гибкость в изменении маршрутов.

Средняя скорость В. т.: на самолетах 130—160 км/ч, 1 200—1 600 км в сутки без ночных полетов, 2 500—3 000 км в

сутки при ночных полетах; на управляемых аэростатах 80—110 км/ч, 1 800—2 500 км в сутки (по проектам). Максимальная скорость транспортных самолетов достигает 215 км/ч, а специальных гоночных самолетов—512 км/ч. Проходимое расстояние без спуска: на самолетах в среднем 500—700 км, на управляемых аэростатах (по проектам трансокеанских линий)—до 4—5 тыс. км. Тем не менее, выигрыш времени В. т. дает только на расстояниях свыше определенной длины: на коротких линиях выигрыш целиком поглощается доставкой пассажиров из города на аэродром и обратно. Для воздушных линий, конкурирующих с железной дорогой, минимум протяжения составляет ок. 300—400 км. На линиях, превышающих 1 500 км, экономия времени по сравнению с ж.-д. может быть получена только при ночных полетах; в противном случае перерыв полета на ночь может свести выигрыш к нулю. Проблема ночных полетов имеет для В. т. огромное значение, особенно в странах З. Европы и С. Америки с густой жел.-дор. сетью. За последние годы ряд линий оборудован для ночных полетов. Табл. 1 показывает сравнительный выигрыш времени на разных линиях В. т.

Регулярность В. т. сильно страдает от метеорологических причин (туман, мгла, плохая видимость) и от механических дефектов (порча мотора и оборудования). В летний сезон нарушение регулярности по метеорологическим причинам составляет лишь 1—2% всех полетов, в осенние и зимние месяцы оно сильно повышается, а на зиму значительная часть воздушных линий совершенно закрывается. Нарушение регулярности по механическим причинам дает от 1 до 5%, в среднем—2½% от числа начатых полетов, т. е. на каждые 20—100 (в среднем 40) полетов, в зависимости от

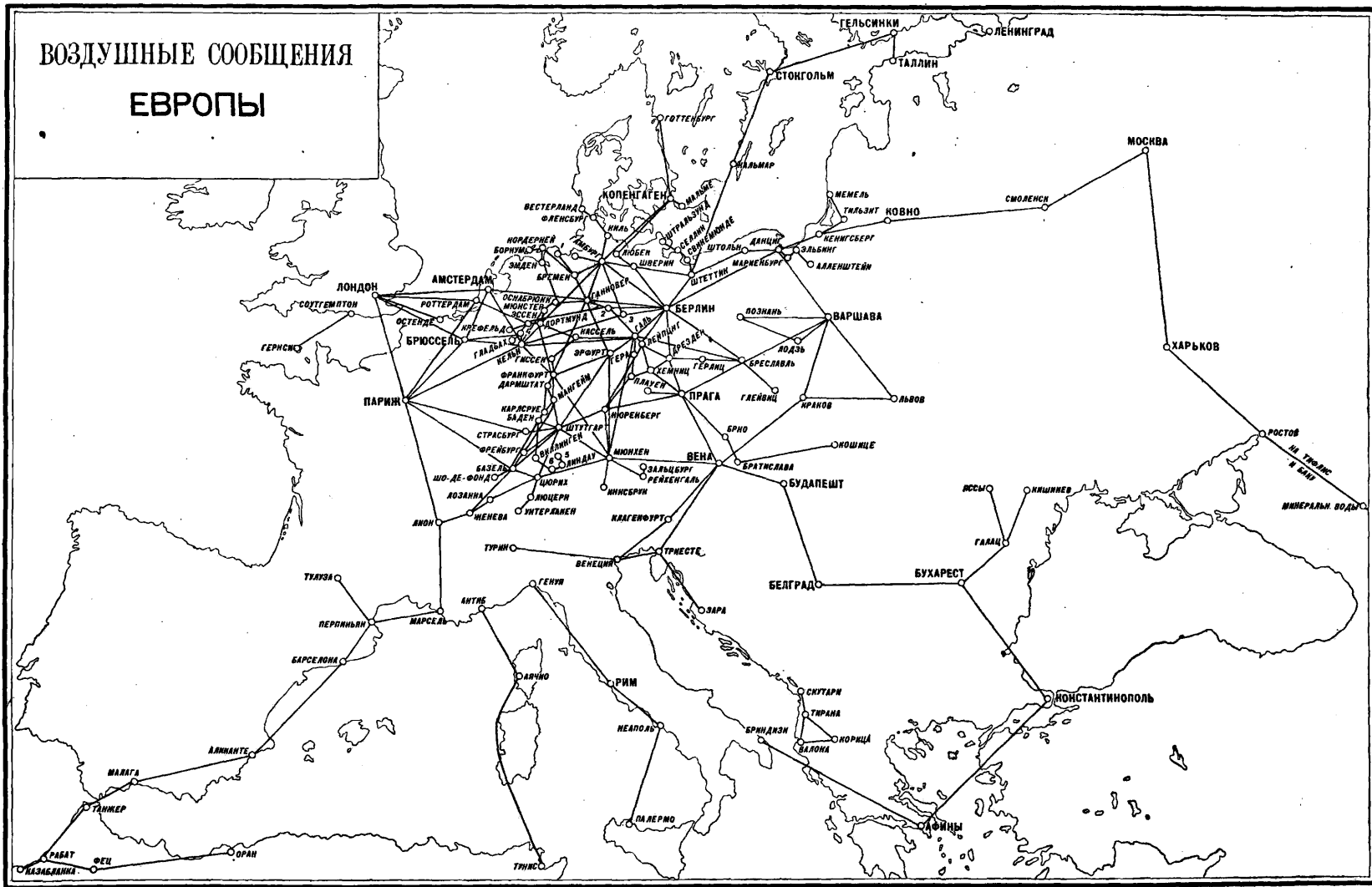
Табл. 1.—Сравнительная продолжительность путешествий на воздушных линиях и земным путем.

Линии	Длина в км	Продолжительность путешествия	
		на самолете	земным путем
Париж—Лондон . .	375	2½ ч.	7½ ч. (ж. д. и парохол)
Москва—Берлин . .	1800	22 ч.	42 ч. (ж. д.)
Нью Йорк—С.-Франциско	4300	34 ч. (с поч.пол.)	100 ч. (ж. д.)
Чарджуй—Хива . .	405	3 ч.	4—7 суток (пароход), 14—20 суток (нараван)
Верхнеудинск—Урга	600	5 ч.	4 суток (автомоб.)

характера линии, ее длины и качества материальной части, приходится 1 перерыв полета или вынужденная посадка. Применение многомоторных самолетов повышает регулярность В. т., хотя и в этом случае возможность вынужденных посадок в пути не исключена, и на протяжении воздушной линии все же необходимо иметь некоторое количество запасных посадочных площадок.

Развитие воздушной сети. Первые регулярные воздушные линии возникли в 1918 году в С. Ш. А. (опытная почтовая линия

ВОЗДУШНЫЕ СООБЩЕНИЯ ЕВРОПЫ



Фиг. 1.

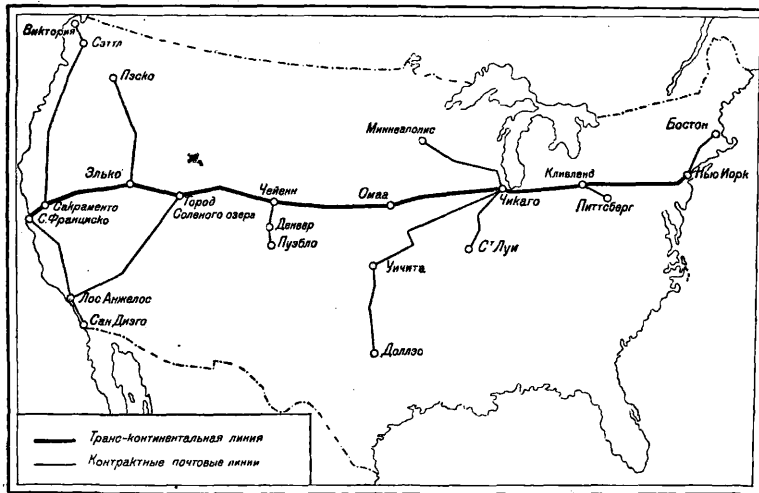
Нью Йорк—Вашингтон) и Германии (военно-почтовые линии на оккупированной территории Украины). В 1919 г. возник ряд линий почтово-пассажирского сообщения во Франции, Германии и Англии. Пока все линии работают на самолетах. На управляемых аэростатах типа «Цепелин» работала пробная линия в Германии в 1919 г. В СССР, после нескольких опытов воздушн. сообщения на самолетах старых военных типов в 1918—1921 годах, открыто с 1 мая 1922 г. почтово-пассажирское и грузовое сообщение Москва—Кенигсберг (1 200 км) смешанного Русско-германского общества воздушных сообщений, сокращенно «Дерулуфт». В августе и сентябре того же года работала линия Москва—Новгород общества «Авиакультура» во время всесоюзной ярмарки. В начале 1923 г. образовались акц. общества «Добролет» (Всесоюзное об-во добровольного возд. флота) и «Укрвоздухпуть» (Украинское об-во возд. сообщений). Оба об-ва развили значительную сеть воздушных линий. Третье об-во «Закавиа» (Закавказское об-во гражданской авиации), возникшее в том же году, ликвидировалось в 1925 г. В настоящее время (начало 1928 г.) сеть воздушных линий в СССР составляет 7 400 км и

ответвлением Прага—Варшава («Междунар. комп. возд. сообщ.», с участием румын. и венгер. капитала) и колониальные линии: Тулуза—Казабланка—Даккар с ответвлением на Алжир и Тунис и намеченным продолжением на Ю. Америку (об-во «Латекоэр»). Англия имеет в Европе всего ок. 1 500 км возд. линий, связывающих Лондон с главными столицами континента. В колониях



Фиг. 3.

Англия ведет большую работу по подготовке сети «имперских» воздушных путей как на самолетах, так и на управляемых аэростатах. Из проектируемого воздушного пути Лондон—Индия—Австралия пока регулярно работает только участок Каир—Багдад—Басра (общество «Имперских возд. путей»). Остальные страны Европы имеют частью национальные, частью смешанные об-ва воздушных сообщений, обычно субсидируемые государством и эксплуатирующие сравнительно небольшие линии местного значения. В С. Ш. А. с 1920 г. начала



Фиг. 2.

эксплуатируется тремя обществами: Добролет, Дерулуфт и Укрвоздухпуть. Мировая сеть воздушных линий в 1927 г. достигла протяжения около 65 000 км; из них на Европу приходится около 40 000 км (фиг. 1). Наиболее обширную сеть, объединенную об-вом «Германск. возд. Ганза» (Deutsche Luft-Hansa) имеет Герма-

работать воздушная почтовая линия Нью Йорк—С.-Франциско (4 300 км), пересекающая всю страну (см. фиг. 2). С 1924 г. она работает и днем и ночью и электрифицирована на протяжении более 2 200 км. Кроме названной здесь работают еще 17 воздушных линий по контракту с почтовым ведомством. Протяжение всей сети С. Ш. А. к концу

1927 г. достигло 15 600 км. Большинство американских линий работает круглый год. Из других внеевропейских линий следует отметить бельгийские линии в Конго, герм. на гидросамолетах в Колумбии (Ю. Америка) и австралийские линии, достигшие в 1927 г. протяжения свыше 4 000 км.

Воздушные линии СССР. 1) Добролет, после опытов воздушного сообщения на линиях Москва—Нижний—Казань и Севастополь—Ялта, с 1925 г. сосредоточил свои усилия на окраин. линиях, дающих очень большой выигрыш во времени, в местностях, лишенных нормальн. механического транспорта. В 1927 г. Добролет содержал линии в Ср. Азии: Ташкент—Самарканд—Термез—Дюшамбе, 930 км, и Чарджуй—Хива—Ташауз—Чимбай, 480 км (фиг. 3).

сленные линии, кроме азиатских, работают только в летнее время, азиатские же линии действуют почти весь год, с небольшими перерывами в зимние месяцы.

Современное состояние. Средства В. т. На современных воздушных линиях работают, кроме небольшого числа приспособленных военных самолетов, три категории почтово-пассажирских самолетов: а) исключительно почт., небольших размеров, с моторами 150—400 HP, без пассаж. кабины (гл. обр. на америк. линиях); б) пассаж. самолеты и гидросамолеты средней мощности, одномоторные, 200—500 HP; в) большие пассаж. самолеты и гидросамолеты с 2, 3 и 4 моторами, общей мощностью от 600 до 1 300 HP. Наиболее применяемые типы приведены в табл. 2. Самолеты малой мощности, ниже

Табл. 2. — Транспортные самолеты.

Тип самолета	Конструкция	Число мест (включая пилота)	Мотор и мощность	Полная нагрузка (включая пилота и горючее) в кг	Макс. скорость в км	Страна постройки
Одномоторные:	Юнкерс 13	6	БМВ 185 HP	635	165	Германия
		6	Юпитер 400 HP	1 000	190	Франция
	Дорнье-Меркюр	8	БМВ 450—600 HP	1 250	177	Германия
	Фоккер Ф. 7-а	10	Юпитер 400 HP	1 600	185	Голландия
Многомоторные:	Фоккер Ф. 7-3 м	11	Райт, 3 по 220 HP	1 700	190	Голландия и С. Ш. А.
		11	Юнкерс, 3 по 280 HP	2 300	175	Германия
	Хендлей-Педж 10	16	Непир, 2 по 450 HP	2 600	165	Англия

В конце 1927 г. открылись регулярн. рейсы по линиям Фрунзе—Алма-Ата, 240 км, и Ташкент—Термез—Кабул, 1 140 км. В Забайкальи действует линия того же общества: Верхнеудинск—Урга (в Монголии), в 600 км, с намеченным продлением до Пекина. О даваемой этими линиями громадной экономии времени дает понятие табл. 1. 2) Укрвоздухпуть в 1927 г. эксплуатировал ежедневную линию Москва—Баку, 2 510 км, через Харьков—Ростов—Минерал. Воды—Грозный. Открыто продление этой линии до Пехлеви (Энзели, Сев. Персия) для смыкания с персидско-германской линией Юнкерса Пехлеви—Тегеран. 3) Дерулуфт в 1927 г. работал на линии Москва—Кенигсберг—Берлин, протяжением в 1 800 км. Перечис-

70 HP, в регулярном В. т. не применяются и служат пока только для спорта. Самолеты от 70 до 150 HP в отдельных случаях применяются на коротких линиях (подъездных путях), а также при отдельных полетах по найму (такси). Управляемые аэростаты (дирижабли) для воздушных линий находятся в постройке в Англии и Германии и принадлежат к типу жестких (система «Цепелин»). Объем их от 100 до 150 тыс. м³; число моторов 5—7; общая мощность их до 3 000 HP; скорость 110—120 км/ч; мест для пассажиров 100, полная коммерческая нагрузка 20—30 т.

Статистич. данные о В. т. Работа воздушных линий в главн. странах З. Европы характеризуется данными табл. 3 и 4.

Табл. 3. — Объем воздушных перевозок в З. Европе.

Государства	Годы	Пройдено за год тыс. км	Число рейсов	Перевезено за год		
				пассажиров	грузов и багажа в т	почты в т
Германия	1926	6 141	ок. 19 000	56 000	642	300
	1927	9 208		102 681	1 400	500
Франция	(по сент. вкл.) 1926	5 207	15 652* (этапов)	18 861 (пассаж.-этапов)	1 067 (т-этапов)	594 (т-этапов)
Англия	1925—1926	1 391	4 461	14 675	456	—

* Для французских линий принята система исчисления пассажир-этапов и т-этапов.

Табл. 4.—Франц. колониальная линия (почтовая) Тулуза—Казабланка.

Годы	Перевезено писем	Годы	Перевезено писем
1919	9 120	1923	2 958 000
1920	182 000	1924	4 026 000
1921	327 000	1925	7 502 000
1922	1 407 000		

Объем работы возд. линий СССР, хотя и уступает еще масштабу западно-европейскому, но обнаруживает за последние годы быстрый и регулярный рост (см. табл. 5).

Табл. 5.—Линейные полеты в СССР (по регулярным линиям).

Работа В. т.	1922 г.	1923 г.	1924 г.	1925 г.	1926 г.	1927 г.	Всего за 6 лет
Пройдено км.	166 800	377 710	541 000	894 000	1 313 000	1 817 900	5 110 900
Перевезено пассажиров	486	1 433	2 618	3 398	4 035	7 079	19 049
Перевезено грузов и почты в кг	18 000	27 800	48 300	76 700	84 500	170 400	425 700

Безопасность В. т. Как видно из табл. 6, число аварий на В. т. по сравне-

8) организация метеорологической службы; 9) организация радио-телефонной и др. видов связи по линии; 10) организация снабжения материалами и запасными частями. Маршрут выбирается, по возможности, допускающий безопасную посадку в пути. Длина этапов, проходимых без спуска, определяется применительно к качествам выбранных самолетов, с учетом неблагоприятных ветров и продолжительности дня в разное время года. При этом обязательно предусматривается запас ок. 100 км на этап; длина этапов редко превосходит 800 км. Посадочные площадки на случай вынужденного спуска намечаются через каждые 50—70 км и снабжаются отличительными знаками, видимыми сверху. График движения составляется на основании средней крейсерской скорости данного самолета, которая проверена на опыте (обычно на 15—20 % ниже максимальной скорости). Число самолетов на линии определяется в зави-

Табл. 6.—Статистика воздушных катастроф.

Государства	Число полетов	Пройденный путь в км	Число аварий со смертельными случаями	В среднем 1 авиарии	
				на число полетов	на число км
Англия (1922—26 гг.)	18 000	5 630 000	3	6 000	1 878 000
Германия (1926 г.)	19 000	6 141 000	2	8 000	3 070 000
СССР (1925—27 гг.)	—	4 000 000	2	9 500	2 000 000

На азиат. линиях об-ва Добролет, при пройден. пути в 1 1/2 млн. км, не было ни одного убитого и даже ни одного легко раненого.

нию с ж. д. еще велико, и степень безопасности недостаточна. Впрочем строго объективного сравнения на основе статистики дать нельзя, так как В. т. еще не достиг такого масштаба и не носит массового характера. По статистике российских ж. д. за 1913 г., 1 убитый пассажир приходился на 1 300 000 перевезенных пассажиров или на 825 000 пройденных поездо-километров. Т. о. по отношению к числу пройденных км В. т. для пассажиров уже сейчас может по безопасности равняться с ж. д., но по отношению к числу перевезенных пассажиров число аварий на В. т. во много раз больше, чем на сухопутном.

Проектирование воздушных линий. Организации возд. линии предшествует составление техн. проект, организационной и эксплуатационной сметы. В технический проект входят: 1) установление маршрута, определение этапов и составление графика движения; 2) расчет числа самолетов и моторов; 3) установление типов технического оборудования; 4) расчет лётного персонала (пилоты, бортовые механики и борт-радиотелеграфисты); 5) расположение и оборудование аэродромов и посадочных площадок; 6) проекты построек на аэродромах и площадках; 7) проект светового оборудования для ночных полетов;

симости от допускаемой лётной нагрузки и равняется числу км, проходимых по линии в месяц, деленному на допустимую лётную нагрузку в месяц на самолет, плюс число запасных самолетов. Последние имеются обычно по 1 на конечных пунктах плюс по 1 на каждые 1 000—1 500 км пути. Лётная нагрузка на самолет составляет нормально 8 000—12 000 км в месяц. Летчик обычно прикреплен к определенному самолету и имеет одинаковую с ним лётную нагрузку, т. е. 60—90 часов полета в месяц. При мер: длина линии—2 000 км, число рейсов—по 6 в неделю в каждую сторону, всего 52 рейса в месяц; скорость, в среднем, 150 км/ч; число летчиков и рабочих самолетов $\frac{2\ 000 \times 52}{90 \times 150} \approx 7$ или 8, запасных самолетов 3; всего самолетов 10—11. Число моторов в запасе принимается обычно в 100 % от числа установленных на самолетах. Срок амортизации моторов 700—1 000 часов работы; для самолетов 2 000—3 000 часов полета, или в среднем 3—4 года.

Экономия В. т. Стоимость воздушной перевозки на самолетах выше всех других видов транспорта (см. табл. 7). На одномоторном самолете, мощностью 200—400 HP (4—6 пассажиров), 1 км полета обходится в 1 р.—1 р. 70 к. При ежедневных рейсах круглый год стоимость ближе к низшему пределу, при редких же рейсах она сильно возрастает. Крупные самолеты дают относительно более дешевый транспорт, но только при обеспеченности достаточно большой нагрузкой, что пока еще бывает редко. Для управляемых аэростатов пока еще нет проверенных на практике цифр стоимости, а для строящихся больших управляемых аэростатов в 100 000—150 000 м³ ожидается себестоимость в 5—10 к. с пассажир-километра и 50 к.—1 р. с ткм. Причины высокой

Табл. 7.—Стоимость различных видов транспорта.

Средство транспорта	1 ткм	1 пасс.-километр
Воздушн. (самолет): а) себестоим. при 100% загрузки б) существ. тарифы	2—3 р. 1—1½ р.	16—35 к. 8—15 к.
Ж.-д.	Мал. скор. 1—2 к. Больш. » 10—20 к.	III кл. 1—2 к. I кл. 3—5 к.
Морской транспорт (на дальн. расст.).	0,1—0,4 к.	Каюта I кл. 6—12 к.

стоимости транспорта на существующих самолетах: а) относительно малая грузоподъемность (2—3 пасс. на каждые 100 ПР); б) дороговизна самолетов и моторов, изготавливаемых пока в небольшом числе; в) короткие сроки амортизации самолетов и моторов; г) дороговизна горючего; д) высокая страховка; е) большой % накладных расходов вследствие слабого использования материальной части во времени (неполный год и малая часть суток). Сравнение себестоимости В. т. с размерами принятых тарифов показывает, что В. т. пока везде убыточен. Убыточность еще возрастает из-за недогрузки, имеющего место на многих линиях. Дефицит во всех государствах покрывается правительственными субсидиями. Размеры их за 1926 г.: во Франции—около 5 млн. р., в Германии—ок. 9 млн. р., в Англии—ок. 2,3 млн. р.; сверх того государства бесплатно предоставляют для В. т. земное оборудование (аэродромы, освещение и т. п.). Наиболее рентабельным грузом является почта, оплачиваемая по 4—7 р. за 1 ткм, но ее количество еще недостаточно для загрузки воздушных линий. Развитие воздушной почты представляет ныне наиболее верный путь к безубыточности В. т. Пассажиры и грузы могут окупать расходы только на линиях, к-рые проходят в бездорожных местностях, как, например, средне-азиатские линии Добролета и некоторые колониальные линии, где фактически уже теперь большая часть эксплуатационных расходов покрывается доходами; в недалеком будущем подобные линии станут рентабельными. Технич. прогресс самолето- и дирижаблестроения сулит в ближайшие десятилетия значительное удешевление В. т., достижение полной рентабельности его и понижение тарифов для пассажиров и почты приблизительно до железнодорожного уровня. Параллельно с этим предвидится повышение регулярности, быстроты и комфорта воздушного транспорта и, как результат, огромное расширение области его применения.

Лит.: Гвайта Е. И., Воздушный транспорт за границей и в России, М., 1924; Смоллин А., Гражданский возд. флот, М.—Л., 1925; Петерский И. С., Некоторые вопросы организации воздушных линий, Москва, 1923; Власка А., Transport Aviation, New York, 1926; Вонпо О., L'aviation commerciale, P., 1926; Kennedy T., Introduction to the Economics of Air Transportation, New York, 1926. В. Вишнев.

ВОЗДУШНЫЙ ФЛОТ, совокупность летательных средств—аэропланов, аэростатов, дирижаблей, объединенных в определенные войсковые единицы для решения военных задач в наступательной и оборонительной войне. Громадное значение В. ф. для военных операций вызвало развитие и усовершен-

ствование его в войну 1914—18 гг. За четыре года войны число самолетов главнейших держав возросло в 20—25 раз, а наличный остаток в 1918 г. составлял в Англии 22 000, во Франции 20 000, в Германии 18 000 самолетов.

Основными задачами воздушного флота являются: 1) борьба с воздушными силами противника (нападение на самолеты противника, охрана своих стратегич. пунктов, узловых станций ж. д., з-дов военного снаряжения и т. д.); 2) содействие операциям сухопутных сил (сопровождение пехотных атак, корректирование стрельбы артиллерии, связь между войсковыми соединениями, и т. д.); 3) содействие морскому флоту (разведка пути и сопровождение морского флота, нападение на флот противника, бомбометание и пр.).

Сухопутные самолеты, по их конструкции, роли и применению, делятся на три группы. Истребители: одноместные самолеты (моторы 300—450—600 ПР) для воздушного боя, с большой горизонтальной скоростью (240—270 км/ч), максимальной быстротой подъема (в течение 11 минут на высоту 5 000 м), высоким потолком (7 000—8 000 м), достаточным вооружением (2—4 пулемета), наилучшей маневренностью и управляемостью и запасом горючего на 2 ч. Разведчики: дву- или трехместные самолеты, со скоростью до 200—250 км/ч и с грузоподъемностью 750—1 000 кг, вооружением не менее 2 пулеметов, с фотоаппаратом, радиоприемником,—служат для разведки на фронте и в тылу противника; запас горючего на 5—6 ч. Бомбовозы (бомбардировщики)—самолеты с большой грузоподъемностью, служат для производства воздушных налетов с целью бомбардировки тыла противника (см. Бомбовоз). Морские самолеты, или гидросамолеты, в зависимости от конструкции и применения, м. б. разделены на такие же три группы.

Характеристики самолетов, находящихся на вооружении в странах Западной Европы и в Соединенных Штатах Америки, приведены в таблице на ст. 253—254.

Бюджет В. ф. в различ. государствах, начиная с 1920/21 г., постепенно увеличивается. В настоящее время (начало 1928 г.) на первом месте по количеству и конструктивным качествам самолетов и моторов стоит Франция, где численность личного состава В. ф. определяется в 37 480 чел., т. е. составляет около 9% общей численности армии: боевой состав авиационных частей—до 1 500 самолетов; в военное время В. ф. будет увеличен не менее чем в 10 раз. Применение аэростатов и дирижаблей в военном деле, гражданской авиации и воздушном транспорте—см. Аэростат, Воздушное плавание, Дирижабль и Воздушный транспорт.

Лит.: Воздушный справочник, т. 2, М., 1926; Татарченко Е., Воздушный флот Британской империи, М., 1924; его же, Воздушный флот Америки (С.-А. С. Ш.), М., 1924; Ортлиб, Воздушный флот в прошлом и будущем, перевод с французского, М., 1924; Арндт Г., Воздушная война, перевод с немецкого, Москва, 1925; Jane's «All the World's Aircraft», London, 1927. А. 3.

Характеристики самолетов, находящихся на вооружении в странах Западной Европы и С. Ш. А.

Государства и названия фирм	Марки	Применение самолетов	Материал	Год постройки	Мотор и мощность в HP	Скорость в км/ч	Потолок в м
Англия							
Глочестершайр	Гриб Глостер Флайкетчер Вульчур DH-38	Истр.	Дерево	1924	Ягуар, 350	242	7 000
Фери		»	»	»	Непир, 450	266	—
Викнерс		»	»	»	Юпитер, 420	—	—
Де-Хевилленд		Разв.	»	»	Непир, 450	226	—
					»	200	7 500
Италия							
S.I.A.I. Савойя	S-57	Истр.	»	»	Испано, 300	255	5 000
Фиат	—	»	»	»	» 320	275	8 000
Савойя	S-57bis	Разв.	»	»	» 300	235	5 500
С. Ш. А.							
Бьюнг	PW-9	Истр.	Смеш.	»	Кертис, 400	274	8 500
Кертис	PW-8	»	»	»	» 420/460	290	7 500
Райт (Дуглас)	SDW-1	Разв.	Дерево	»	Райт, 675	—	—
Чехо-Словакия							
Авиа	BH-19	Истр.	Смеш.	»	Испано, 300	250	5 000
Военно-авиаци. мастер. (Смолик)	SM-8	»	»	»	Непир, 450	355	7 000
Аэро	A-12	Разв.	»	»	Майбах, 260 Вальтер, 220 Перун, 240	200	8 000
Франция							
Априо	HD-31	Истр.	»	»	Сальмсон, 550	315	6 000
Блерио	Спад 51	»	»	1923	Юпитер, 420	235	9 000
Ньюпор	44.CI	»	Дерево	1925	Лоррен-Д. 450	265	7 500
Брегэ	XIX.A2	Разв.	Металл	1924	Лоррен, 400/450	—	—
Потез	XXV	»	Смеш.	»	Испано, Лоррен, } 450	230	7 200

ВОЗМОЖНАЯ РАБОТА, виртуальная работа, см. *Работа утружен сил.*

ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛЕСА, процесс замены отмирающих или вырубаемых деревьев и насаждений новыми поколениями. Этот процесс может протекать или в порядке естественной замены старых поколений новыми или же путем искусственной их замены (посадки и посевы леса). В первом случае В. л. носит название естественного возобновления, во втором—искусственного. В зависимости от того, в какой момент наступает В. л.—до или после срубki леса, различают предварительное или последующее возобновление леса. Как особую разновидность последующего возобновления необходимо отметить В. л. главными породами естественным или же искусственным путем после того как вырубленная площадь покроется второстепенными породами и они достигнут определенного развития.

Естественное В. л. зависит главн. обр.: 1) от урожайности семян в возобновляемых насаждениях; 2) от характера их распределения по вырубаемой площади; 3) от состояния почвы и степени ее подготовки для восприятия опадающих семян и 4) от наличия условий, благоприятных для прорастания семян и для дальнейшего развития и роста всходов. Все эти моменты в значительной степени могут быть регулируемы путем рационально произведенной рубки леса (отсюда: «рубка леса»—синоним его «возобновления»). Предварительное естественное В. л. применяется для не боящихся тени древесных пород, всходы которых в открытых местоположениях подвергаются повреждению заморозками и солнцелюком, а вместе с тем сравнительно хорошо переносят отенение материнского полога. Последующее

естественное возобновление наиболее пригодно для быстрорастущих, светолюбивых древесных пород, с часто повторяющимися урожаями хорошо разносимых ветром легких семян (сосна, береза, осина и т. п.). При затяжном характере процесса естественного возобновления приходится прибегать к ряду мероприятий, способствующих ускорению этого процесса («воспособление естественному возобновлению»); к ним относятся: 1) оставление на вырубке площадки равномерно распределенных семенных деревьев; 2) сдирание травянистого и мохового почвенного покрова и подстилки, особенно, если она мощная и имеет сильную кислотную реакцию; 3) разрыхление поверхностного слоя почвы; 4) уборка остатков заготовки и 5) при недостатке семян, продуцируемых насаждениями, подсев таковых; в последнем случае мероприятия переходят в искусственное лесовозобновление.

Искусственное возобновление разделяется на В. л. посевом семян и В. л. путем производства посадок леса сеянцами или саженцами древесных пород. Посевы, как более приближающиеся к естественным условиям, несколько предпочтительнее посадок, но их применение ограничивается наличием благоприятных условий для дальнейшего развития всходов (влажный климат и влажная почва). Посевы леса производятся как под пологом насаждений, так и на вырубках. Посадки леса характеризуются тем, что посаженные растения предварительно воспитываются в особых питомниках и затем высаживаются на вырубках, под пологом леса, а иногда на уже заранее заросших второстепенными породами вырубках—в прорубаемых коридорах или на вырубке средних зарослей площадки.

Основным моментом, характеризующим В. л., является возобновительный период, т. е. то время, в течение которого на месте срубленного леса создается новое насаждение. При естественном возобновлении возобновительный период колеблется от 3 до 20 и более лет; при искусственном возобновлении этот период может быть доведен до нуля. См. *Лесоводство*.

Лит.: Морозов Г. Ф., Рубки возобновления и ухода, 3 изд., М.—Л., 1927; Яшинов Л. И., Краткий курс лесоведения и общего лесоводства, стр. 113—208, Казань, 1926; Гейер К., Лесовозращение, перевод с немецкого, стр. 135—155 и 456—498, СПб., 1898. **Н. Нобранов.**

ВОЗРАСТ ЖИВОТНЫХ важен при оценке их хозяйствен. годности. Лошади и крупный рогатый скот созревают к 4—5 годам, овцы и свиньи — к 2—4 годам. После сформирования животные дают наибольший расцвет продуктивности в продолжение 4—5 лет, а потом наступает их угасание. Предельный срок пользования животными колеблется в зависимости от условий содержания и эксплуатации их. В среднем, корову невыгодно содержать после 11—12 лет, лошадь — после 16—18 лет, овцу — после 8—9 лет, свинью — после 7—8 лет. Для племенных целей самки могут оставаться в хозяйстве и дольше, если еще плодоносят; самцы, в особенности высококачественные, содержатся в хозяйствах: лошади — до 25 лет, быки — до 12 лет, бараны и боровы — пока они сохраняют способность к оплодотворению. Определяется В. ж.: для молодняка по появлению и стиранию молочных зубов, у взрослых по появлению и стиранию постоянных зубов; у коров возраст определяется по рогам.

Лит.: Придорогин М. И., Экстерьер. Опенка сельскохозяйственных животных по наружному осмотру, 6 изд., М., 1927. **Е. Лискин.**

ВОЙЛОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, вальдильно-войлочное производство. Шерстяные изделия готовятся в виде тканей, получающихся путем переплетения нитей, и в виде войлоков, образующихся сцеплением и переплетением свободных волокон шерсти. Получение шерстяных вальеных изделий и составляет задачу В. п. Продуктами последнего являются: строительные, седельные, подхомутные, подошвенные, бурочно-обувные, драпировочные и технич. войлоки, вальеная обувь и шляпы.

Войлочное производство делится на: ручное и механическое. Ручное производство войлоков постепенно уступает место более высокому по качествам продукции механическому, вырабатывающему грубые и тонкие войлоки. Производство войлоков состоит из следующих основных стадий обработки: 1) смешивания шерсти, 2) трепания шерсти, 3) расщипывания смеси, 4) чесания расщипанной смеси, 5) свойлачивания, 6) валки и промывки войлоков, 7) крашения и промывки крашенных войлоков и 8) просушивания войлоков.

Шерсть для войлоков. Для изготовления войлоков употребляется мериносовая шерсть, камвольные мериносовые очесы, грубая и полугрубая овечья шерсть осенней и весенней стрижки, поярковая шерсть ягнят, козий и заячий пух, низкокачественная коровья, конская и собачья шерсть, зольная грубая шерсть и угары шерсти.

Рунная шерсть служит главн. образом для придания войлоку крепости и связи, а короткая шерсть в виде очесов и угаров употребляется лишь как дополнительный материал к тому или иному виду рунной шерсти.

Строительный войлок должен обладать слабой теплопроводностью, выдерживать незначительное натяжение и быть мало подверженным гниению; содержание различных сортов шерсти здесь таково: грубой шерсти — 30%, шерсти низкого качества — 55%, короткой шерсти (угары) — 15%. Седельный войлок должен иметь большую плотность, хорошо противостоят истиранию и вместе с тем быть довольно мягким; его состав следующий: грубой шерсти — 65%, шерсти низкого качества — 20%, угаров — 15%. Подхомутный войлок д. б. достаточно прочным на разрыв, гибким, мягким и иметь относительно небольшую толщину; его состав: грубой шерсти — 60%, шерсти низкого качества — 40%. Подошвенный войлок, при толщине в 5—10 мм, должен быть плотно уваленным и водонепроницаемым; для этого его обрабатывают веществами, повышающими водонепроницаемость; его состав: грубой шерсти — 65%, камвольных очесов — 30%, короткой шерсти — 5%. Бурочно-обувной войлок вырабатывается на Кавказе в виде косматой бурки; взятую для его изготовления шерсть после нек-рого свойлачивания обкладывают сверху слоем длинной шерсти, слабее сваливающейся, чем вся остальная масса шерсти. Когда полотно войлока увалится достаточно плотно, длинная шерсть висит на нем в виде отдельных косичек. Изготавливается бурочный войлок из чистой черной шерсти и редко — белой; имея толщину около 3 мм, он является весьма плотным и упругим и предназначается для пошивки теплой зимней обуви: мужских и дамских бот, бурок, галош и пр.; рекомендуется следующий состав: мериносовой шерсти или козьего пуха — 50%, англ. мериносовых очесов — 50%. Драпировочный войлок заменяет ткань. Он д. б. тонким, крепким и с внешней стороны почти ничем не отличается от сукна; для его выработки употребляются мериносовая шерсть и ее камвольные очески. Технич. войлок для кардоленты вырабатывается из смеси мериносовой шерсти, очень высоких сортов кроссбредной шерсти и мериносовых и кроссбредных оческов. Склеенный с бумажной тканью войлок идет под наборку стальными иглами, образующими вместе с бумажным полотном и войлоком кардную ленту. При этом рекомендуются следующие смеси (в %):

1) Сунов. меринос. мытой шерсти качества А	35
Мериносовых оборов и обножки	15
Средне-тонких мериносовых камвольных англ. оческов	50
2) Мериносовых оборов и обножки	50
Англ. камвольных мериносовых оческов среднего качества	50
3) Мытой кроссбредной полугрубой короткой шерсти	50
Кроссбредных англ. камвольных оческов	50

Три этих рецепта смесок применяются соответственно для выработки тонкого (бегунного), более толстого (валичного) и толстого (барабанного) кардолентных войлоков. Технический войлок идет кроме того на изоляцию трубопроводов и т. п.

Смешивание шерсти. Смешивание шерсти состоит в том, что по заданному рецепту отбирают отдельные виды и сорта шерсти; каждый вид шерсти делят на равное число порций (конечно, различных по весу для разных видов); отдельные порции определенного сорта шерсти разбрасывают по полу помещения равномерным слоем; затем на этот слой набрасывают шерсть другого вида и т. д., пока весовое количество отдельных видов и сортов шерсти, указанное в рецептуре смеси, не будет отвешено и уложено в указанном порядке; наконец, производят равномерное перемешивание различных видов и сортов шерсти.

Трепание шерсти. После смешивания шерсть подвергают трепанию, сущность которого состоит в разрыхлении ее, вспушивании, удалении из нее пыли и твердых примесей в виде кусочков земли, мелких камешков и пр. Между трепанием грубой шерсти и мериносовой есть разница, заключающаяся в видах применяемых трепальных машин, конструкция которых в войлочном и суконном производствах одинакова. Потери при двух пропусках отдельных видов шерсти через трепальную машину типа завода Сайкс (Sykes) указаны в таблице.

Потери при пропусках шерсти через трепальную машину типа завода Сайкс.

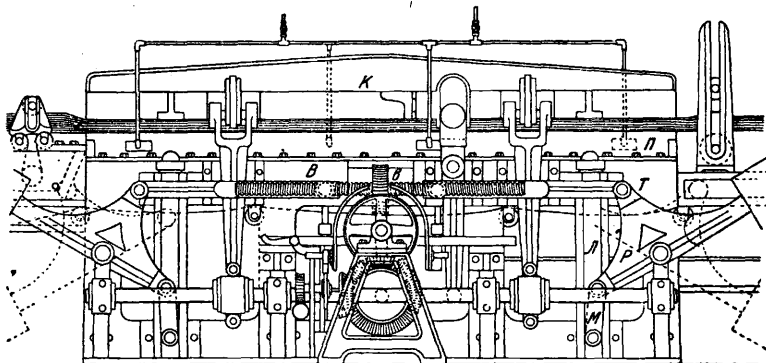
Наименов. шерсти	Состояние шерсти	Потери веса в %	Выход очич. шерсти в %
Бухарская	перегонная	20,5	79,5
Русская	мытая	10	90
Ордовая	перегонная	11,5	88,5
Коровья	грязная	22	78
Собачья	грязная	21	79

Расщипывание шерсти. Протрепанная смесь передается к щипальной машине; на ней она расщипывается, т. е. разделяется на ряд мелких клочков, что обыкновенно сопровождается растягиванием и распрямлением волокон. Щипальные машины в войлочном производстве те же, что и в суконном производстве.

Кардное чесание шерсти. Расщипанная шерсть поступает в чесание, которое сопровождается: а) максимальным разрыхлением шерсти, заключающимся в разделении волокон из пучков на ряд связанных между собою шерстинок; б) предельно возможным распрямлением волокон; в) равномерным перемешиванием коротких и длинных, грубых и тонких волокон. Все это, вместе взятое, сообщает волокнам шерсти большую подвижность и лучшую равномерность распределения. Расчесывание шерсти происходит на чесальных машинах, которые употребляются в В. п. в виде машин двухпеньерной, а иногда и однопеньерной сис-

темы, но всегда с холстонастиральным прибором (см. *Кардочесальная машина*). Машина состоит из самовеса, авантрена и главного барабана со всеми действующими при нем основными органами чесальной машины. На холстонастиральном приборе счесанные ватки с пеньером накладываются одна на другую и идут по решетке к холстонастиальному прибору, который и осуществляет настилку ватки на решетку при помощи роликов. Решетка, кроме того, имеет еще поступательное движение, позволяющее наложить на нее ватку подводить к скалке, на которую ватка наматывается и образует холст длиной до 40—50 м.

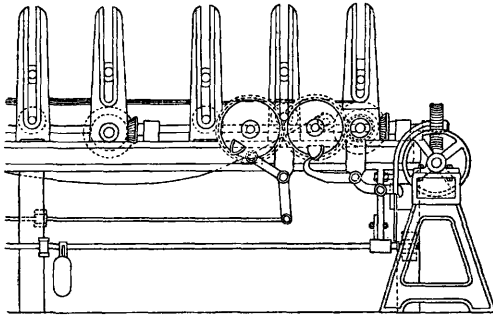
Свойлачивание войлоков. Под свойлачиванием войлока понимается его уплотнение на свойлачивающих машинах, сопровождающееся предварительным уваливанием войлока, т. е. сближением и перемещением волокон, происходящим под воздействием на них давления, влаги и тепла. В войлочном производстве лучшей свойлачивающей машиной является плиточная машина англ. системы, наиболее производительная из всех существующих свойлачивающих машин. На такой машине можно свойлачивать 4 войлока, для чего устроено 16 сматывающих и наматывающих приборов. Впереди первого и между всеми остальными холстами имеются валики с намотанными на них полотнами. Таких полотен на валиках 4 и одно общее бесконечное подвижное полотно, идущее под нижним холстом и внизу машины. Холсты при работе машины передвигаются вместе с полотнами и между ними. Основная и рабочая часть машины—средняя ее часть (фиг. 1), производящая свойлачивание и уплотнение войлока. Основным рабочим органом средней части машины являются верхняя плита *К* и нижняя плита *Л*. Большие грузы укреплены с двух сторон машины по два на каждой стороне. Грузы закреплены на концах рычагов *Р*, имеющих неподвижную ось вра-



Фиг. 1.

щения. Рычаги *Р* имеют форму треугольника, в одной вершине которого к рычагам подвешены грузы, в другой—рычаги соединены тягой *М* с длинной ползушкой *Л*, в третьей—к ним присоединены винтовые тяги *Т*. Винтовые тяги являются полыми цилиндрами с внутренними нарезками, соответствующими правой и левой нарезкам винта *в*, несущего

на середине длины червячное колесо. Первый период работы машины заключается в поднятии плиты *К*. Происходит это поднятие плиты следующим образом: винт *в* получает от червячного колеса движение, которое начинает вывертывать его правую и левую нарезки из нарезок *В* в тягах *Т*. При этом тяги *Т* начинают удаляться от червячного колеса, и рычаги *Р* с грузом приходят в движение. Правая часть машины (фиг. 2)



Фиг. 2.

производит наматывание обработанных холстов и прошедших с ними полотен. При этом процессы сматывания, движения, свойлачивания и наматывания холстов происходят периодически. Машина приводится в действие при помощи четырех работающих от привода ремней, из которых три предназначены для средней части машины, а четвертый—для правой ее части.

Уваливание войлоков. Уваливание, или валка, имеет целью придать уваливаемому войлоку установленные размеры и плотность. В русской практике вальные машины для войлоков носят название стиральных машин. При работе свойлачивающих машин происходит изменение размеров войлока гл. обр. по его толщине, а при работе вальных машин—по всем направлениям. Уплотненный на свойлачивающей машине войлок небольшого размера свертывают в виде цилиндра и перевязывают прочной англ. крученой бечевой, а при длине в 20—50 м он складывается мелкими складками, затем обертывается кругом своим концом и перевязывается также крепкой английской бечевой в 3—4 местах и вдоль всего свертка. Подготовленные к валке уплотненные холсты закладывают по 2—3 штуки в молотовую вальную машину (фиг. 3). Когда холсты будут заложены в машину, она приводится в действие путем перевода ремня с холостого шкива *Ш* на рабочий отводкою *О*. Шкивы *Ш* и маховик *Б* сидят на валу, представляющем продолжение оси коленчатого вала, колена *В* которого (посаженные под углом в 180°) приводят в движение и действуюе шатуны *Е* и молоты. Молоты подвешены к оси, расположенной над машиной на подшипниках *М*₁, *М*₂, *М*₃. Шатуны *Е* работают на сжатие, ибо они производят давление на молоты, которые прижимают к дверке *Д* заложенные в машину холсты. Молоты наносят периодически плавные удары по войлокам и поставлены по отношению к ним так, что во время работы холсты переворачиваются. Иногда два или

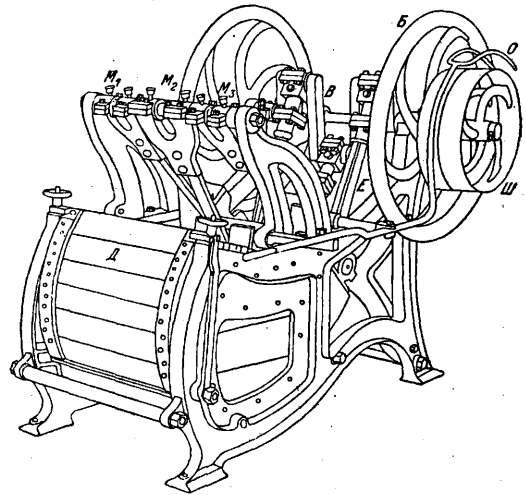
три шатуна действуют на один сплошной деревянный молот, будучи поставлены под одним углом. Действие молотов на холсты продолжается около часа.

Перед пуском вальной машины в ход войлок смачивают подогретым (до 55°) раствором серной кислоты крепостью в 2—4° Вё. Над войлоками устраивают трубку с рядом отверстий, из которых все время течет теплая вода, промывающая в процессе работы уваливающийся войлок. Продолжительность промывки, а в случае надобности и нейтрализация серной кислоты за счет прибавления раствора соды—назначаются в зависимости от требующейся чистоты промывки войлока.

Крашение войлоков. При крашении войлоков по наиболее дешевому способу могут быть применены кислые красители; особенно прочным является хромовое крашение. Крашение войлоков производится помощью красильных машин и аппаратов, после чего войлоки промываются и в дальнейшем поступают на просушивание на сушильных рамах.

Просушивание войлоков. Просушивание войлоков является дорогим процессом обработки, т. к. на это затрачивается большое количество пара. Следует считать, что в войлоке содержится влаги до 50% его веса. Войлоки просушиваются на выдвижных натяжных сушильных рамах, в суконом производстве применяющихся для просушивания ворсовых товаров. После просушивания войлок обрезается и маркируется, а затем поступает на склад, откуда направляется в продажу.

По статистическим данным, размеры производства войлоков и кошмы в 1921 году по Центрально-промышленному району



Фиг. 3.

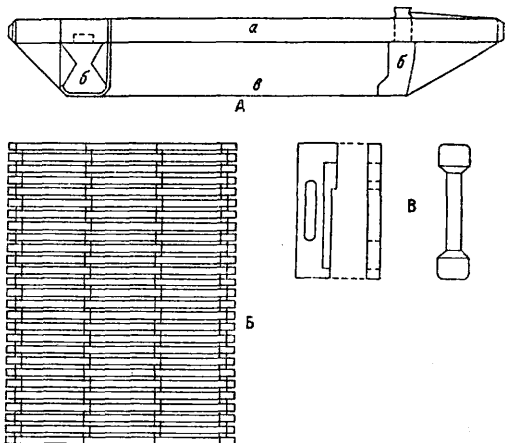
определяются следующими цифрами (в кг): Костромская губерния—505 000, Московская—313 100, Нижегородская—830 000, Тверская—360 600, Ярославская—1 270 000; всего—3 278 700 кг.

Лит.: Канарский Н. Я., Шерсть и ее обработка, т. 1, ч. 1, Москва, 1923; Bortfeld K., Die Hutmacherkunst, Lpz., 1912; Handbuch der Damenfilz-Fabrikation, Berlin, 1916. Н. Канарский.

Валяная обувь. Валяную обувь (за исключением фетровой) можно разделить на две группы: толстый (двойной) сапог и тонкий (чесанки). Толстый валяный сапог работает из трех слоев шерсти, при чем допускается более грубая шерсть; он стоек, не перегибается и имеет плотную подошву; предназначается для ношения зимой без галош в сухое время. Тонкий сапог работает из двух слоев шерсти менее грубой; он не так массивен, как толстый, сравнительно мягок и легко перегибается; предназначается для ношения с галошами. К толстой обуви относятся еще валяные туфли, ботинки и галоши. Каждая группа делится по цвету на обувь: серую натуральную, черную натуральную и крашеную. По форме сапоги делятся на следующие виды: 1) сапог длинный с прямым коленом, 2) длинный с кривым коленом, 3) сапог с обыкновенным голенищем. Каждый вид, в свою очередь, разбивается соответственно длине следа на подвиды.

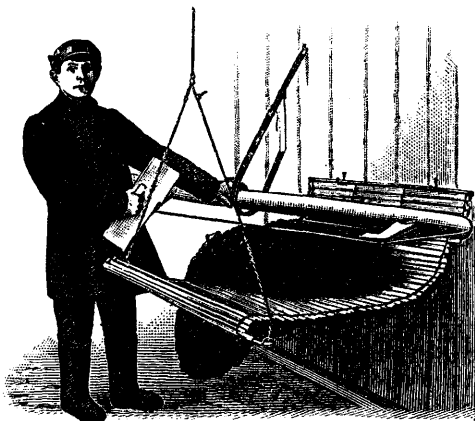
Шерсть для валяных сапог. На изготовление валяной обуви идет грубая и полугрубая овечья шерсть, к которой добавляют небольшое количество коровьей двумоечной шерсти, получаемой с кожевенных эдов. Лучшей овечьей шерстью для производства считается так наз. местная шерсть от северных пород короткохвостой овцы: поярок, летняя и осенняя. Эти виды шерсти идут на верхний лицевой слой сапога. Затем идут шерсти с длиннохвостых русских овец. Из них особенно пригодна для валенок сталинградская шерсть. На второй слой идут кавказские шерсти: карачевский поярок, карачевская осенняя, горская. Кроме того употребляются для той же цели маличевая шерсть, весенняя и осенняя, получаемая из Крыма, и бухарская с каракульских овец. На третий слой, а где не хватает местных сортов шерсти — и на второй слой, идут ордовые шерсти с разных пород степных курдючных овец. Из привозных овечьих шерстей в сапоговальном производстве употребляется персидская шерсть, монгольская и китайская. Коровья шерсть в сапоговальном деле употребляется только двумоечная первой группы, т. е. вятская, свердловская, сарапульская, уфимская, петропавловская и сибирская. Для фетровой обуви идут мериносовая шерсть, козий пух и камвольные очесы. Для производства валенок обыкновенно употребляется или немтытая шерсть, или перегонная (мытая на живых овцах), или же мытая кустарным способом в холодной проточной воде. Шерсть с жиропотом лучше свойлачивается, а потому при поступлении в производство она подвергается только разборке, очистке от репы и сора без предварительной промывки. Разобранная шерсть идет в смеску, а затем смеска шерсти поступает на трепальную машину и на чесальную (о процессе трепания и чески шерсти см. выше). Среди кустарей-валяльщиков сохранился еще прежний, первобытный способ разрыхления шерсти — они бьют ее на решетке струной, натянутой на лучок. Струну посредством ударов по ней бойка («катишки») заставляют вибрировать над шер-

стью, находящейся на решетке, вследствие чего отдельные клочки шерсти приходят в колебательное движение. Сор и пыль при этом отскакивают от шерсти и проваливаются под решетку, волокна шерсти отделяются друг от друга, и шерсть в разрыхленном виде сползает на занавеску, а затем на пол. Лучок (фиг. 4, А) состоит из гладкого



Фиг. 4.

шеста *а* толщиной 4,5 см и длиной приблизительно 140 см, большой и малой кобылок *б* и натянутой через них жильной струны *в*. Струны для битья шерсти готовят из бараньих кишек и бывают толщиной 3—5 мм. Кобылки в местах соприкосновения со струной обтягивают сыромятной кожей, а струну обвивают ниткой. Решетка (фиг. 4, Б), около 125 см дл. и 105 см шир.,

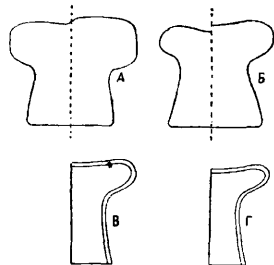


Фиг. 5.

одним концом прикреплена к стене, а другим подвешена к потолку с неким наклоном в левую сторону, где к решетке прикрепляют занавеску из грубого холста или даже рожи. Над решеткой с помощью кольца и ремня прикреплен к стене лучок. Боек (фиг. 4, В) делают из твердого дерева — клена, ясеня, дуба, в виде дощечки с вырезом для захватывания рукой и с выступом для ударов по струне или в виде колодушки с двумя утолщениями по концам. Все устройство изображено на фиг. 5. В один

час шерстобит может набить от $\frac{3}{4}$ до 2 кг шерсти в зависимости от ее сорта и качества. Струной разбивают быстро и хорошо только местные осенние и летние овечьи шерсти и коровью шерсть. Длинноволосяя и сальная шерсть разбиваются плохо. Работа на лучике очень тяжела из-за массы выделяющейся пыли.

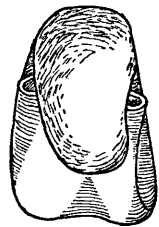
Изготовление валяных сапог. Катка (образование первоначальной формы, свойлачивание). Сначала производят закладку сапога. Для этого берут холст длиной 5—6 м и шириною 1,5—2 м, называемый по валом, расстилают один конец его на катальном столе и обрызгивают водой. Затем на смоченную поверхность холста настилают ровным слоем распушенную или расчесанную шерсть первого слоя в количестве, необходимом для одного сапога. Разостланный слой имеет форму буквы Т, в которой концы поперечин соответствуют двум частям разрезанной головки сапога (фиг. 6, А). Настланный слой носит название «полки». По своему размеру полка превосходит готовый сапог в $2\frac{1}{2}$ —3 раза; одна часть полки несколько больше другой. После настилки полку обрызгивают водой, а затем слегка прижимают и притирают притирочной доской, отчего слой шерсти несколько уплотняется.



Фиг. 6.

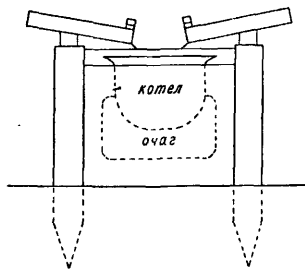
Далее полку завертывают вместе с холстом в трубку, так что образуется спираль из холста и шерсти. Свернутую трубку катальщик придвигает к краю стола, а на холст рядом с первой полкой настилает вторую и закатывает в ту же трубку. Так поступают до тех пор, пока не будет израсходована вся дневная порция шерсти. Полученный сверток называется кубарем. Катальщик, покончив с настилкой и закатав все полки в кубарь, начинает катать последний на столе руками или на полу ногами, производя на него давление. В результате укатывания шерсть свойлачивается. В процессе катания рабочий 3—4 раза развертывает кубарь, просматривает полки, исправляет разорвавшиеся места и сбившуюся шерсть и всякий раз завертывает его с противоположного конца. По окончании катки, когда полки становятся достаточно плотными, их вынимают из холста, ошипывают по краям и выравнивают, придавая надлежащие размеры (фиг. 6, Б). Следующая операция—сращивание полки в колпак (первоначальная форма сапога). Для этого полку складывают вдвое так, чтобы меньшая ее часть легла на большую, к-рая должна выступать из-под наложенной на нее части на 3—5 см (фиг. 6, В). Выступающий край загибают на верхнюю меньшую часть полки, смочив предварительно место сросстки водою и притирая загнутый край доской (фиг. 6, Г). После сросстки катальщик обкладывает головку колпака и $\frac{2}{3}$ голенища вторым слоем шерсти более низкого каче-

ства. Толщина обкладываемого слоя постепенно убывает от носка к верху голенища. Затем шерсть смачивают водою и притирают доской. Колпаки один за другим раскладывают в повале и завертывают в кубарь, который подвергают катке, как и в первый раз, но более продолжительной. За время катки 3—4 раза кубарь развертывают, колпаки перекладывают, придавая им другое положение и наблюдая за тем, чтобы их стенки не сцепились одна с другой. Для этого внутрь колпаков просовывают руку и разделяют одну стенку от другой. Иногда для этой же цели вкладывают внутрь колпака лекало из холста и клеенки. Когда сросстка выкатана, т. е. второй слой хорошо соединился с полкой, катальщик начинает «платить» колпак. Для этого его свертывают «на кокуру» («вкрест»), т. е. расправляют след и голенище и складывают их друг с другом (фиг. 7). После этого на носок, след, пятку и задник накладывают третий слой шерсти с загибом на верхнюю часть головки, а также ставят заплатки и в других местах, где есть тонины. «Выплаченные» колпаки кладут в холст и завертывают в кубарь, который опять подвергают катке. За время катки его развертывают 6—8 раз, колпаки просматривают, если нужно—исправляют и перекладывают в другое положение. Когда, благодаря катке, колпак становится достаточно плотным, т. е. не разрывается при умеренном растяжении руками, он считается готовым и выворачивается; при этом первый слой шерсти, бывший внутри, оказывается снаружи.



Фиг. 7.

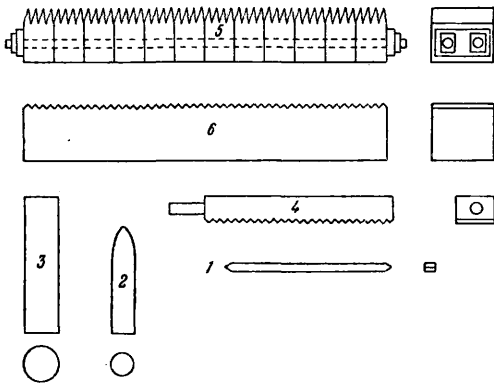
Валка или стирка. Чтобы придать сапогу надлежащую крепость, войлок нужно уплотнить, т. е. сблизить его волокна настолько, чтобы чешуйки каждого волоса сцепились с чешуйками других волос. Это достигается валкой или стиркой. Перед валкой колпак «закупорошивают»—квасят в холодном 2—3%-ном растворе серной кислоты; обычно берут от 7 до 10% купоросного масла по отношению к весу чешуйчатой шерсти, израсходованной на изготовление данной партии. Кваска делается в небольшом деревянном чане. Цель квашения—увеличить способность шерсти к свойлачиванию. Стирка происходит на спец. полках (фиг. 8)—длинных (2—3 м)



Фиг. 8.

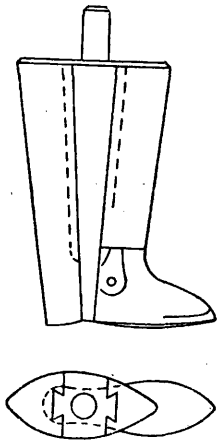
досках шириною 50—60 см, которые укреплены на прочном станке с наклоном внутрь станка. Между досками оставляют прозор в 20—30 см, под которыми помещают чугунные котлы для горячей воды емкостью 60—70 л каждый, вмезанные в кирпичные очаги. Рабочие-стирщики помещаются по обе стороны станка. При ручном

стире употребляются следующие инструменты (фиг. 9): 1—стирочный аршин—железный брусок, заостренный по концам, квадратного сечения в 1 см^2 , длиной 30—35 см; 2—деревянный круглый валик длиной 180—225 мм, диаметром 45—50 мм, утончающийся к одному концу; 3—растка—деревянный круглый валик 60—80 мм в диаметре, длиной 40—45 см; 4—валек для раскатки—доска с поперечными



Фиг. 9.

рубцами и ручкой—подобен вальку для белья; 5—острая рубчатка—брус квадратного сечения, набранный из дубовых пашек с острыми зубцами, стянутых болтами; 6—тупая рубчатка—такой же брус из цельного дерева с тупыми зубьями. Выстиранные сапоги насаживают на колодку. Колодка (фиг. 10) состоит из четырех частей: носка и переднего, среднего и заднего клиньев. Стирщик сначала замачивает колпак в горячей воде, затем свертывает его валиком и катает по полке, сильно нажимая на него руками. От времени до времени сапог разворачивают, смачивают горячей водой и свертывают в другом направлении. После нескольких таких приемов стирщик расправляет сапог и, разложив его на полке, начинает стирать, смачивая горячей водой. Стирка происходит в разных направлениях с двух сторон. От стирки сапог садится, «устирывается» и уменьшается в объеме. С уплотнением стираемого сапога стирщик вкладывает



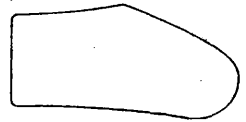
Фиг. 10.

внутрь сапога железный стирочный аршин и работу продолжает вместе с ним. Когда сапог сядет почти до нормальных размеров, его подвергают раскатке на чижке, к-рый вкладывают внутрь в носок, и на валике, вкладываемом в голенище. Раскатка делается вальком. После раскатки сапог обтирается на острой рубчатке, для чего стирщик засовывает руку внутрь сапога и трет им по рубчатке различными ме-

стами. Обтертый сапог надевают на колодку, при чем его предварительно намачивают в горячей воде. Насаженный на колодку сапог обтирается еще раз на тупой рубчатке. Затем его чистят пемзой с острыми краями, чтобы сбить шерстяной ворс, и промывают в холодной воде. После промывки колодки с сапогами для обтекания ставят на пирамиды голенищами вниз. Далее следует сушка в особых печах или камерах. Высушенный сапог снимают с колодки, чистят пемзой, черной смазывают маслом (отсвечивают), клеймят, сортируют, шивают в пары и отправляют на склад.

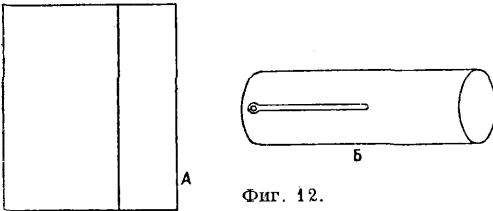
К р а ш е н и е. Если вырабатывается крашеный сапог, крашение производят до стирки в колпаках. Для крашения применяют кислотные анилиновые красители. Колпаки красят целой партией в чугунном котле. Сначала в котел наливают воду и нагревают ее до $60\text{--}70^\circ$. Краску разводят в отдельном ведре в количестве, зависящем от веса окрашиваемой партии колпаков (напр. для черной краски $3\frac{1}{2}\text{--}4\frac{1}{2}\%$). Раствор из ведра вливают в котел и доводят жидкость до кипения. После этого в кипящую жидкость загружают подлежащую окраске партию и продолжают кипятить все вместе 45—60 м., переворачивая колпаки деревянными шестами для получения ровной окраски. Затем в котел вливают предварительно разведенное в воде купоросное масло в количестве 3—5% от веса партии. Кипятят опять 20—30 м. до тех пор, пока вся краска не впитается в колпаки и жидкость не станет прозрачной. По окончании крашения колпаки выкидывают для обтекания на решетку, а затем отправляют в стирную. Описанным способом, который называется выворотным, работает сапог в Нижегородском и Кинешемском районах. В остальных местах колпак не выворачивается, вследствие чего насталила полки делается не ровным слоем, а с утолщением тех мест, к-рые должны быть особо плотными в готовом сапоге, т. е. следа, пятки, носка, задника. Выкатка такой полки занимает больше времени, чем при ровной полке. Сростка производится так же, как и в выворотном сапоге, но колпак не обкладывают шерстью, а вместо этого и вместо платки кладут слой шерсти на след и пятку под вторую, лежащую сверху, половинку полки. Сверху же полки кладут только заплату для задника. Сапоги, работающиеся без выворачивания (казанские, вятские, ярославские и калязинские), плотнее и тяжелее по весу, чем сапоги выворотные.

Выработка валяных туфель почти одинакова с выработкой сапог. Разница состоит лишь в форме закладываемой полки, а следовательно, и колпака (фиг. 11). Отмятые, очищенные и отсвеченные маслом туфли обрезают, оставляя козырек на отверстие для надевания ноги. Подобно туфлям делают и валяные ботинки. Галоши вырабатываются несколько иначе: полку насталивают в виде четырехугольника (фиг. 12, А); к одному краю его (приблизительно на $\frac{1}{3}$



Фиг. 11.

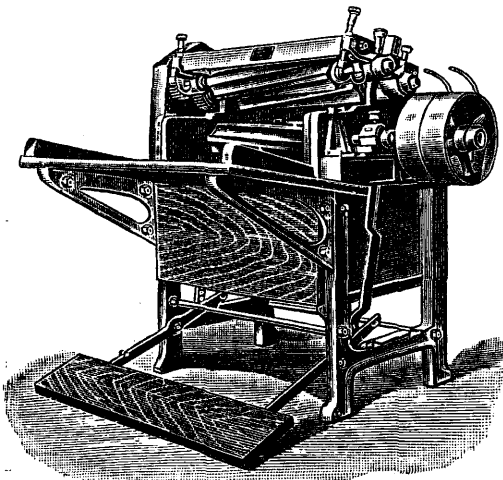
площади полки) шерсть настиляется толще. После уплотнения полку наворачивают на куклу—обтянутый холстом деревянный цилиндр, на конце которого вставлена спица



Фиг. 12.

(фиг. 12, Б). Толстая часть полки, к-рая будет подошвой, должна приходиться на стороне, противоположной спице. Края полки срачивают, вследствие чего вокруг куклы получается мешок; затем куклу валют в повале из холста на полу. Когда произойдет свойлачивание, мешок разрезают по спице, куклу вынимают, а галошу выворачивают; сделанная прорезь служит отверстием для ноги. Дальнейшие процессы такие же, как для валяного сапога.

Механизация. Сапоговаляльное производство, если не считать чесания шерсти, до настоящего времени сохраняет чисто ручной характер. Механизация пока коснулась только нескольких государственных предприятий. Машины приходится конструировать вновь. Правда, имеются образцы войлочных и шляпных машин, но, чтобы приспособить к сапоговаляльному делу, их необходимо несколько видоизменить. В настоящее время механизирована катка кубаря, для чего имеется сконструированная



Фиг. 13.

техником Поляковым катальная машина, которая повышает производительность труда катальщиков на 15—20%. Механизация стирки проведена успешнее. Стирка производится на переконструированной машине «Кваде», которая раньше работала фетровый сапог (фиг. 13). Производительность четырехвалной машины в 8-часовой рабочий день 7—8 пар длинного мужского сапога вместо 1,5 пары при ручной работе. Число оборотов валов машины около 200 в минуту.

Потребная сила 1—1,2 НР. Машина снабжена деревянным рабочим столом и ящиком для горячей воды, расположенным под нижними валами. Работают на машине следующим образом. Колпак свертывают в каток и замачивают в горячей воде. Рабочий поднимает с помощью педали крышку машины и закладывает между валами смоченный сапог; машину закрывают и пускают в ход. Пока один сапог обрабатывается, рабочий заготавливает другой; затем через минуту вынимает из машины первый и закладывает в нее только что подготовленный. Первый сапог свертывают в другом направлении и через минуту закладывают вновь. Таких переключений приходится делать 20—30, после чего процесс стирки заканчивается. Для стирки женского сапога машины строятся меньших размеров. Детский сапог и тонкий всех размеров стирается на машине конструкции техника Полякова (см. *Стиральные машины*). Обтирка сапога, насаженного на колодку, производится на круглой вращающейся на оси механической рубчатке, средняя производительность которой 30—35 пар мужского сапога. Обивка ворса делается на вращающихся пемзовых кругах. Производительность—20—25 пар в день.

Экономика. По данным переписи 1925 года производством валяной обуви по СССР в 77 108 частных заведениях и промышленных хозяйствах занято 100 200 человек; валовая продукция их выражается в 30 873 900 р., стоимость же перерабатываемой в валенки шерсти—в 16 814 200 р. В государственной промышленности по 32 предприятиям работает 6 000 чел.; продукция их исчисляется в 11,9 млн. р.; общая же валовая продукция сапоговаляльной промышленности выражается в 42 773 900 р., что соответствует приблизительно 6 млн. пар, из которых 4,5 млн. падает на кустарную промышленность, работающую преимущественно ручным способом, а 1,5 млн.—на полумеханизированную госуд. промышленность. Треть того, что дает кустарная промышленность, принадлежит промысловой кооперации, объединенной во Всероссийский союз промысловой кооперации (Всекопромсоюз), а две трети—дают некооперированные кустари-одиночки и мелкие частновладельч. предприятия. Производство валяной обуви преимущественно распространено в Центральном и Северо-Восточном районах. Кустарная промышленность развита в Нижегородской губ. (Семеновский, Балахнинский районы), в Иваново-Вознесенской губ. (Кинешемский и Юрьеvecкий районы), в Татарской губ. (Казанский и Кукморский районы), в Вятской губ. (Кукарский, Нолинский и Вятский районы) и в Ярославской и Тверской губ. (Калынский район). В Московской губернии и г. Москве, а также в Ленинграде, имеется кустарное и фабричное производство фетровой валяной обуви. Продукция фетрового обувного производства по переписи не выделена из общей продукции обувного валяльного производства. Приблизительно эта продукция составляет 300 000 пар в год фетровых сапог и дамских бот (см. *Фетровые изделия*).

Перспективы развития сапогавальной промышленности. Потребность в валяной обуви у населения в настоящее время исчисляется в 11 млн. пар. Эта потребность удовлетворяется пока лишь на 55% и покрывается главн. обр. мелкой кустарной промышленностью; т. о. имеются вполне верные предпосылки для дальнейшего роста сапогавальной промышленности. Намеченный путь механизации крупной валяльной промышленности и пятилетний план промысловой кооперации по кооперированию кустарей-валяльщиков, укрупнению артелей и постройке механических сапогавальных мастерских дают полную уверенность, что к 1932 г. потребность населения будет удовлетворена полностью, а производительность валяной обуви увеличится вдвое: с 6 млн. пар до 12,5 млн. пар.

Лит.: Семенов А. С., Валяльно-войлочное производство, М., 1926; Дебу К. И., Валяльно-войлочное ремесло, Л., 1925; Гусев Ф., Как выделывать войлок и валенки, Л., 1925; Симоненко И. Ф., Валяльно-войлочное производство, М., 1910; Канарский Н. Я., Шерсть и ее обработка, М., 1923; Готовякин М. Г., Валяно-сапожное производство и его механизация, «Шерстяное дело», М., 1927, 10—11. **В. Бебишин.**

Техника безопасности. По производственным процессам и профессиональным вредностям В. п. в значительной степени сходно с производством суконным (грубосуконным). Здесь имеется опасность заражения рабочих сибирской язвой, так как в работу идет почти исключительно немытая и недезинфицированная шерсть; при первоначальных процессах обработки, до сывлачивания, выделяется много шерстяной пыли, содержащей землестые примеси; такие процессы, как валка, катание и стирка, производимые на большинстве предприятий до сих пор вручную (катание ногами), требуют значительного физич. напряжения; при стирке, крашении, промывке воздух рабочего помещения насыщен водяными парами; платье заливается водой и растворами красок и серной кислоты; работающие при ручном стире страдают от действия серной к-ты на кожу рук—образуются трещины и мозоли, часто ведущие к нагноениям. Для оздоровления В. п. наряду с соответствен. оборудованием помещений требуется механизация производимых до сих пор вручную работ—валки, катанья, стирки (что, напр., и сделано на Лубенской фабрике), промывка и дезинфекция поступающей в работу шерсти, установка приточно-вытяжной вентиляции; далее—снабжение рабочих спецодеждой, установка умывальников, душей, раздевален и т. д. **Н. Розенбаум.**

ВОЛГО-ДОНСКОЙ КАНАЛ имеет назначение связать непрерывным водным путем Волгу с Азовским морем для судоходства и усиления товарооборота между районами, тяготеющими к Волге, и районами, тяготеющими к Дону, и дать выход к черноморским портам для экспортных грузов леса и хлеба из Волжского района и Сибири. Второй возможный из Волги в Азовское море водный путь через Маньчжский канал между Ростовом-на-Дону и Каспийским морем (см. карту водной магистрали), с использованием рек Зап. и Вост. Маньчэй и их лиманов, длиннее и дорожне пути через В.-Д. к. Расстояние между Вол-

гой и Доном в месте наибольшего их сближения не превосходит 60 км. После многолетнего изучения условий местности, разделяющей Волгу и Дон, и разработки нескольких вариантов канала между ними (см. карту водораздела) был окончательно принят южный вариант, наиболее выгодный с технической и экономическ. стороны. Канал начинается у хутора Кумовского на Дону, пролегает по пойме Дона, пересекает ж. д. Сталинград — Кривомузгинская — Лихая, идет по левому склону долины Карповки, далее по левому берегу и руслу реки Червленной до деревни Ивановки, находящейся на водоразделе; затем канал пересекает Сев.-Кавказские ж. д., спускается по балке Солянке в долину реки Сарепты, по к-рой у с. Красноармейского (б. Сарепта) выходит в Сарептский затон р. Волги. Протяжение канала по этому направлению составит 100 км.

Волго-Донской водораздел в этом месте представляет собой сравнительно плоскую возвышенность, круто спускающуюся на расстоянии 7—10 км с высоты свыше 120 м над уровнем моря к Волге и полого снижающуюся на протяжении 75 км к Дону. Водораздел состоит из третичных и послетретичных образований. Выбранное направление характеризуется спокойным рельефом местности, дающим наилучшее положение трассы канала в плане, наилучшими геологич. данными, не вызывающими опасений в отношении оползней и фильтраций, т. к. почти на всем своем протяжении трасса канала проходит в суглинках и глинах, не затрагивая коренных песчаных отложений. Это направление имеет хорошие выходы в Волгу (Сарептский затон) и Дон. Трасса В.-Д. к. характеризуется отметками меженей средне-низких уровней воды: в р. Дону +28,00 м, над уровнем Черного моря и в р. Волге —13,40 м и на высшей точке водораздела +86,20 м. Технический проект канала содержит в себе следующие цифровые характеристики его.

Основные отметки и разности уровней.

Отметка горизонта воды водораздельной части канала	72,00 м
Колесание уровня воды в канале выше нормального уровня	до 0,50 »
Колесание уровня воды в канале ниже нормального уровня	до 0,25 »
Отметка подпертого горизонта воды Дона	+34,80 »
Отметка горизонта воды Волги межена средне-низкого	-13,40 »
Отметка горизонта воды Волги наивысшая	- 3,15 »
Падение на Донском спуске	37,20 »
Падение на Волжском спуске	85,40 »

Шлюзы.

Длина водораздельного бьефа	63,00 км	
Наименьшая длина междушлюзного бьефа	580,00 м	
Число шлюзов на Волжской ветви	9	
Число шлюзов на Донской ветви	4	
Падение в шлюзе № 1 (у Волги)	от 0,75 до 11,00 м	
Падение в шлюзах №№ 2—13	по 9,30 »	
Размер камер шлюзов в плане	полезная длина	130,00 »
	ширина	18,00 »
Глубина воды на королях шлюзов от нормального горизонта	3,85 »	

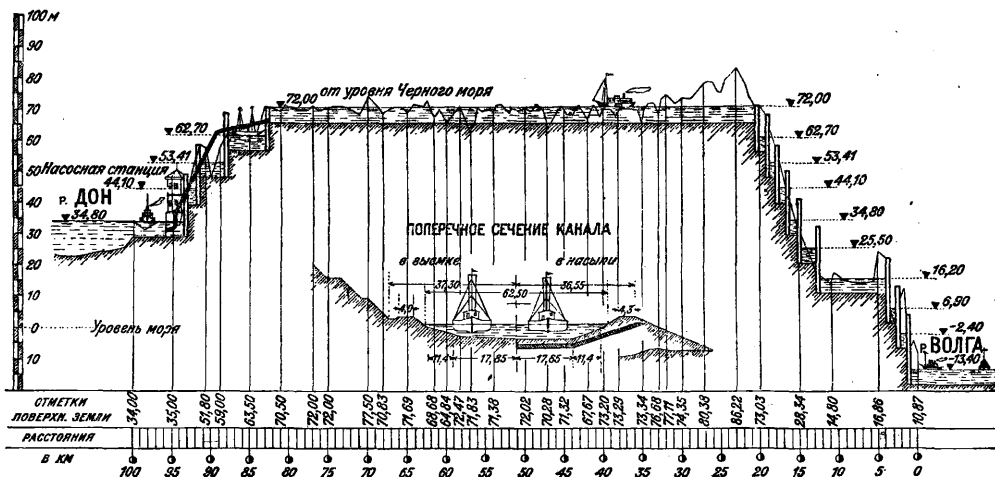
Ложе канала.

Глубина выемки наибольшая в высшей точке водораздела	18,72 м
Глубина канала по его середине при нормальном горизонте	4,50 »

Ширина по поверхности воды	62,50 м
Ширина на глубине осадки 2,8 м	43,70 »
Площадь поперечного сечения канала (подводной его части)	206,34 м ²
Отношение площади сечения канала к миделю судна	4,52
Ширина бечевника	4—5,0 м
Протяжение канала с противодиффузионными глинистыми слоями	12,09 км
Глинистый слой толщиной	0,50 м
Укрепление откосов на всем протяжении канала мощением полосой шириной	4,48 »

Количество работ.

Общий объем земляных работ по каналу	35 млн. м ³
Объем бетонной кладки	690 367 м ³
Вес металлич. конструкций	9 440 т
Площадь земель, отчуждаемых под сооружения канала	3 175 га
Площадь земель, орошаемых из канала	20 000 »
Площадь защитных лесонасаждений (ветровых)	845 »



Пропускная способность канала.

Грузоподъемность расчетного судна максимальная	4 800 т
Грузоподъемность расчетн. судна средняя	3 700 »
Время одного шлюзования одностороннего	31,0 м.
Время одного шлюзования двустороннего	28,5 »
Пропускная способность при 25 пропусках в сутки в каждую сторону среднего судна в 3 700 т при продолжительности навигации в 220 дней в году, при коэффициенте неравномерности движения 1,5 и загруженности судов 0,8	21,7 млн. т

Питание канала.

Запасы воды, могущие быть собранными на водоразделе за год	29 млн. м ³
Количество воды, потребное для питания канала в год	277 » »
Высота перекачки воды насосами из Дона для питания канала	38,40 м
Расходы воды для питания канала в секунду без мелиорации	8,1—10,1 м ³
Расходы воды для питания канала в секунду с мелиорацией	до 13,5 »
Мощность насосной станции	15 400 лп
Стоимость перекачки 1 м ³ воды (с учетом мелиорации)	0,638 к.

Тяга судов в первые годы эксплуатации канала—тракторная, в дальнейшем, с развитием грузооборота, электровозная; скорость хода судов по каналу—3,6 км/ч; время прохода канала—2 суток; мощность трактора типа «Большевик»—45 лп. Для приведения в действие насосной станции, механизмов шлюзов, освещения канала и гражданских зданий предусмотрена передача в район канала энергии от Сталинградской электрической станции. В дальнейшем

предусматривается использование энергии от гидростанций на Дону, устраиваемых в местах сооружения плотин для шлюзов. В конечных участках канала на Дону и на Волге устраиваются речные затоны. Сметная стоимость сооружения В.-Д. к. около 95 млн. р.; ежегодные эксплуатационные расходы около 4,5 млн. р.; начисление в 6% на строительный капитал—5,7 млн. р. Общий срок выполнения строительных работ—5 лет. На фиг., помещенной ниже, изображен сокращенный продольный профиль канала по утвержденному проекту 1927 г.

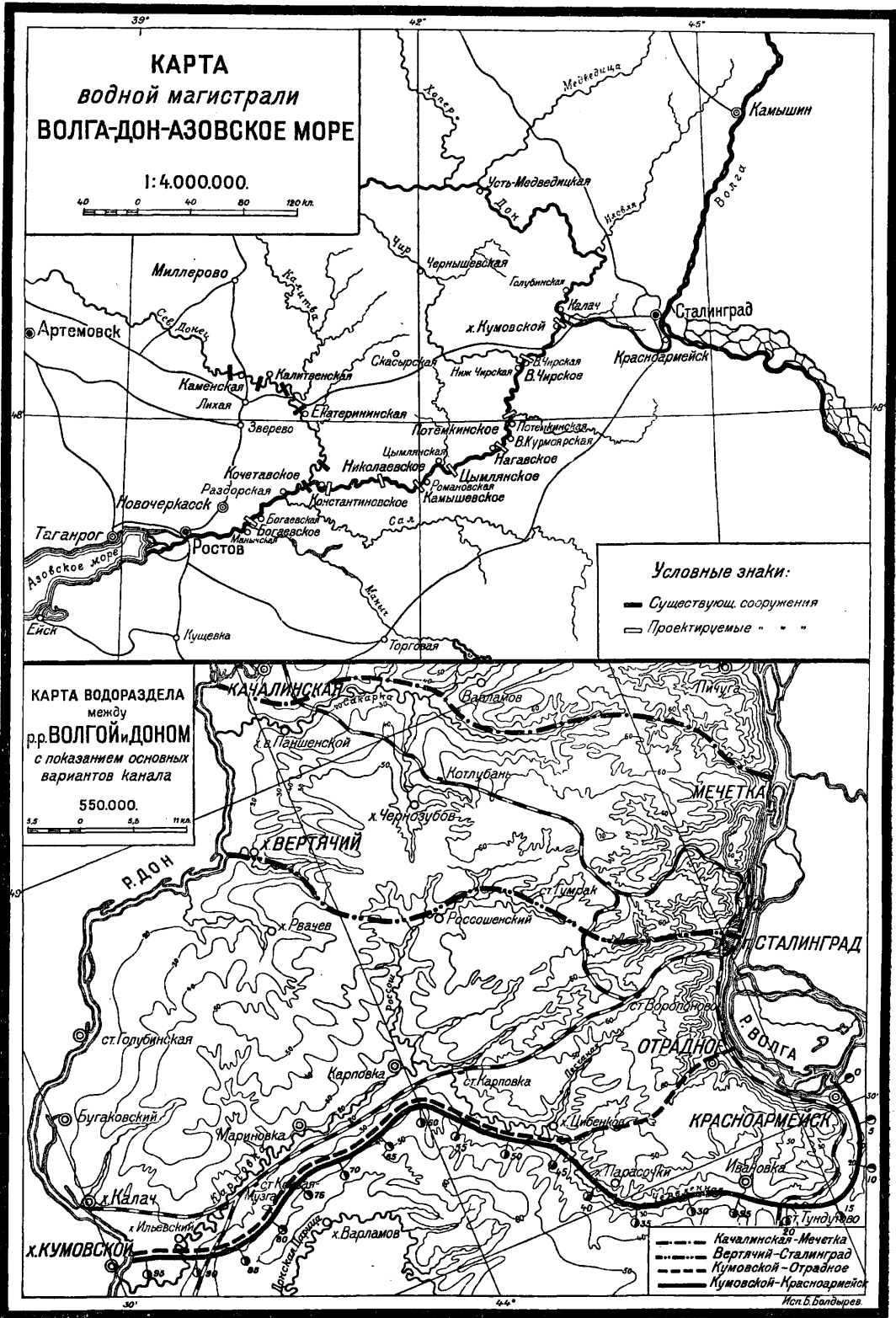
В связи с проведением В.-Д. к. находится шлюзование реки Дона, составляющее важную часть работ по устройству Волга-Дон-Азовской магистрали. Падение р. Дона на

шлюзуемом участке от проектируемой на Дону плотины перед выходом в В.-Д. к. до впадения в Азовское море на протяжении 540 км составляет около 30 м. Уже в 1914 г. начаты работы по шлюзованию участка от г. Калача до ст. Кочетовской для плавания судов с осадкой 1,8 м, но в предположении, при помощи землечерпания в верхних частях бьефов, между плотинами достигать глубин и для прохода судов на осадке в 2,5 м, для чего короли шлюзов заложены на глубине 2,98 м.

Сооружение шлюзов (№ 1) у ст. Кочетовской закончено и сдано в эксплуатацию в 1921 г. На сооружениях № 2 и № 4 отстроены шлюзы примерно на 80%. По проекту 1928 г. предполагается построить:

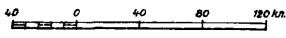
Сооружения по проекту 1928 г.

Название сооружений	Расст. от Калача в км	Горизонт верхн. бьефа в м	Напор в м	Высота отверстия плотин в м
Кумовское	10,4	34,80	4,90	8,81
Верхне-Чирское	56,0	29,90	4,90	7,47
Потемкинское	120,9	25,00	3,00	6,56
Нагавское	171,5	22,00	3,80	7,47
Цымылинское	212,2	18,20	3,80	6,56
Камышевское	278,2	14,40	3,00	7,47
Николаевское	322,0	11,40	3,00	6,56
Константиновское	362,9	8,40	2,30	6,56
Кочетов. (переустр.)	388,8	6,10	2,30	5,61
Богаевское	466,0	3,80	4,90	6,56



КАРТА
водной магистрали
ВОЛГА-ДОН-АЗОВСКОЕ МОРЕ

1:4.000.000.



Условные знаки:
 — Существующ. сооружения
 - - - - Проектируемые " "

КАРТА ВОДОРАЗДЕЛА
между
р.р. ВОЛГОЙ и ДОНОМ
с показанием основных
вариантов канала

550.000.



— — — Качалинская-Мечетка
 - - - - Вертячий-Сталинград
 - - - - Кумовской-Отрадное
 - - - - Кумовской-Красноармейской

Исп. В. Болдырев.

Участок Дона ниже Богаевского сооружения предполагается улучшить путем землечерпания. Как вариант, разработана схема улучшения этого участка посредством устройства Азовского подпорного сооружения, но постройка его может быть выгодна только после постройки глубокого порта. Каждое донское сооружение состоит из шлюза и разборчатой плотины. Плотины запроектированы по системе Пуаре с деревянными щитами Буле. Наибольшая высота ферм Пуаре—10,1 м; расстояние между фермами—1,5 м; наибольшая длина плотины—280,5 м; наименьшая—150 м. Наибольшая высота отверстия плотины—8,81 м и наименьшая—5,61 м. Камеры донских шлюзов имеют ту же полезную ширину, что и на канале—18 м, равно как и глубину—3,60 м. Полезная длина их больше, чем на канале, и равна 160 м, т. к. в донском шлюзе должен помещаться вместе с баржей и буксирный пароход. Проектом предусмотрена конструкция флотбетов плотин, допускающая переустройство их в дальнейшем для целей утилизации водной энергии. В этом случае вместо ферм Пуаре на те же флотбетов необходимо установить специально запроектированные фермы и устроить регулирующие пролеты, закрываемые цилиндрическ. плотинами. Проектная мощность гидроэлектрич. станций исчислена в 18 000 kW. Сметная стоимость переустройства плотин на 2 сооружения определяется в сумме ок. 10 млн. р. при ежегодных эксплуатационных расходах ок. 1,1 млн. р. Сметная стоимость всего шлюзования, а также улучшения нижн. участка путем землечерпания, составляет 35 млн. р. Ежегодно эксплуатационные расходы составят 4 млн. р. Срок постройки—5 лет.

Третья часть Волга-Дон-Азовской магистрали—Ростовский н/Д. порт и морской канал. Эта часть магистрали направляется от Ростовского порта по крайнему левому рукаву (Старому Дону) дельты Дона мимо г. Азова и далее по морскому открытому каналу вдоль юго-восточн. берега Таганрогского залива. Значительность естественных глубин по Дону вызывает в этой части пути необходимость устройства искусственных землечерпательных прорезей на весьма коротком протяжении отдельных участков реки (перекатах). Выбор указанного направления морского канала объясняется возможностью провести его почти целиком в глинистых грунтах, в то время как остальная часть Таганрогского залива заполнена мощно залегающими илами. Ширина морского канала по дну—106 м. Откосы канала под водой имеют тройное заложение. Колебания уровня воды в заливе при сгонных ветрах от +2,4 м до -3,2 м; средний наибольший сгон 2,1—2,3 м, но сгоны больше 1,52 м происходят при столь бурной погоде, что плавание судов делается невозможным. Число сгонов до 1,52 м не превосходит 1% количества наблюдаемых сгонов. Обычный сгон в 0,85 м принят во внимание и не отзывается на условиях судоходства. Наибольшая заносимость канала в морской части принята в проекте 10% и в речной 5%. Объем земляной выемки (с учетом и заноса)—63,1 млн. м³. Количе-

ство необходимых землечерпательных караванов для выполнения работ в 6 лет по проекту определено в 8 (из них 2 имеющихся у НКПС и 6 новых, специально заказываемых). Весь канал обставляется створными знаками и светящейся обстановкой. В Ростовском порту проектируется переустройство существующих набережных на протяжении 2 880 п. м, устройство новой глубоководной набережной длиной 1 330 м и приспособление для мелководных операций ковша Сев.-Кавказских ж. д. На набережных проектируется установка 10 механ. перегружателей с производительностью 200 т/ч каждый. Разработан план дальнейшего перспективного развития и устройства нового Ростовского порта ниже жел.-дор. моста на правом берегу реки Дона на стрелке в месте отхода от коренного русла протока Мертвый Донец в 6 км от гор. Ростова. К постройке морского канала приступлено в 1927 г. Этим каналом заменяется старый гирловый канал, требовавший больших расходов по ежегодному его ремонту. По программе 1928 г. имеется в виду продолжить канал на протяжении 45 км (речн. часть 19 км) с углублением его до 3,8 м и приступить к сооружению новой Богатыновской набережной в порту.

Экономика Волга-Дон-Азовской водной магистрали. На территории Союза, занимающей 1/7 поверхности суши земного шара, экономика подвозки сырья и экономика товарооборота в целом играют не меньшую роль, чем экономика производства. Дешевый транспорт—основа экономики товарного народного хозяйства. Единая целостная транспортная сеть, охватывающая все виды путей сообщения с ж.-д. и водными сверхмагистралями в направлениях главных потоков массовых грузов и с механ. перегрузочным оборудованием в узлах пересечения водных и жел.-дор. путей,—необходимая основная база для разрешения всех составных частей вопроса экономики транспорта на территории Союза по отдельным его видам. Такая сеть с целесообразно построенной системой тарифов на комбинированные водно-железнодорожные перевозки служит в руках государства главным рычагом экономического регулирования всего внутреннего товарооборота в направлении разрешения основных проблем социализма. Необходимо не только развивать ж.-д. сеть, но и усовершенствовать наши водные пути и организовано связать их с железнодорожными. В этом отношении особое внимание д. б. обращено на ю.-в. район, к-рый дважды обездолен природой: первый раз—в доисторич. эпоху, когда Каспийский водный бассейн, с впадающей в него Волгой, отделился от Черного моря, а второй раз, когда ю.-в. равнина превратилась в засушливый район с периодич. неурожаями. Обездолен он был также и в истории развития нашего транспорта, когда игнорировались нужды в дешевых путях сообщения для переброски к портам Черного моря десятков тысяч тонн хлебных излишков в годы урожая. Переплачивая вследствие этого на подвозе хлеба к экспортным портам лишний гривенник на 16 кг, сельск. хозяйство юго-востока теряло его в своей экономике

30° К востоку от Гринича

40°

50°

60°

70°

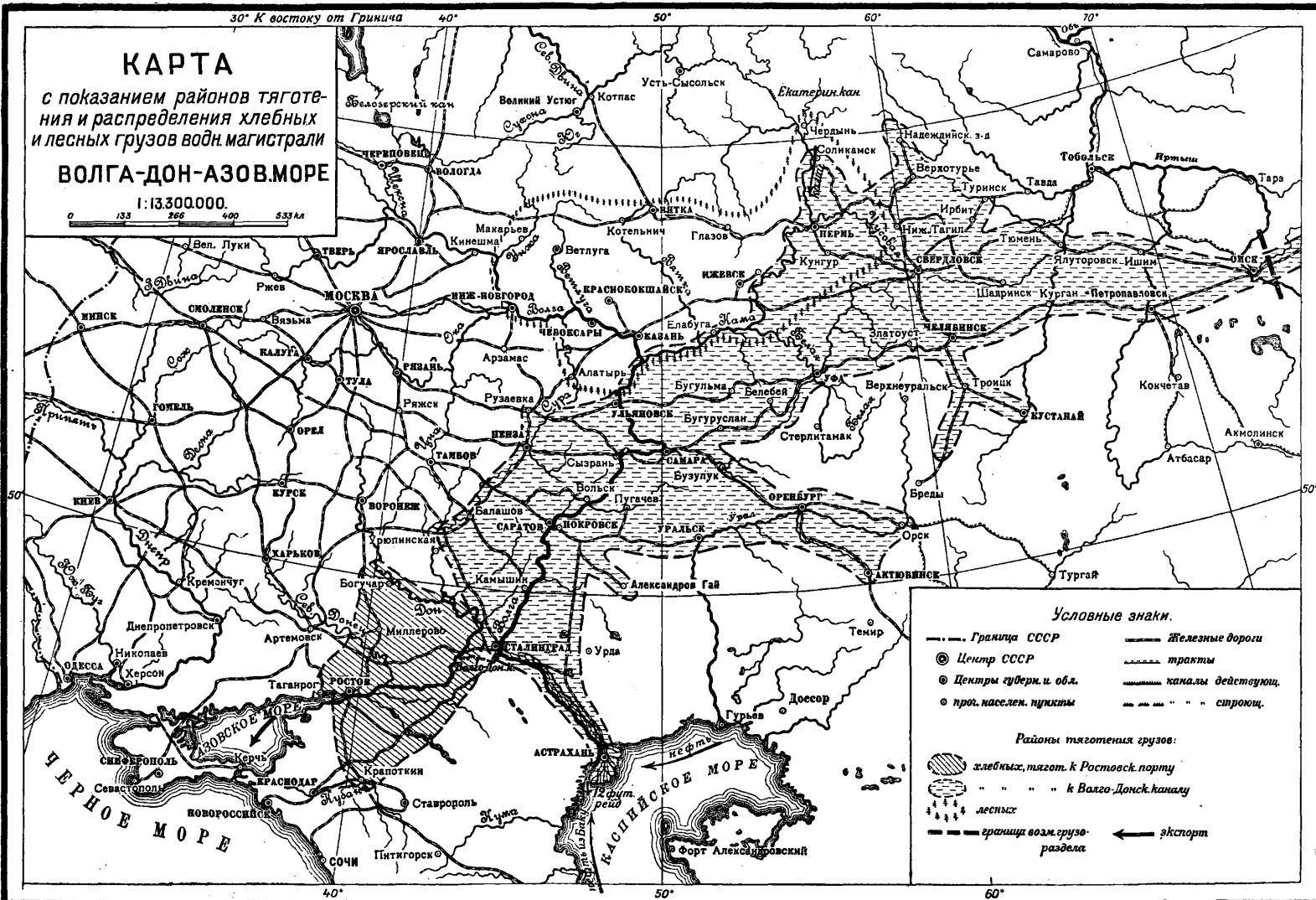
КАРТА

с показанием районов тяготения и распределения хлебных и лесных грузов водн. магистрали ВОЛГА-ДОН-АЗОВ.МОРЕ

ВОЛГА-ДОН-АЗОВ.МОРЕ

1:13.000.000.

0 133 266 400 533 км



Условные знаки.

- — — — — Граница СССР
- Центр СССР
- ◎ Центры губерн. и обл.
- пром. населен. пункты
- — — — — Железные дороги
- — — — — тракты
- — — — — каналы действующ.
- — — — — " " " " " строющ.

Районы тяготения грузов:

- ▨ хлебные, тягот. к Ростовск. порту
- ▨ " " " " " к Волго-Донск. каналу
- ▨ лесные
- — — — — граница возм. грузо-раздела
- ← экспорт

даже в хорошие урожайные годы. В проблеме экономич. подъема юго-востока в целом входит не только система мероприятий по борьбе с засухой, тракторизация района, увеличение ежегодн. урожайности зерновых хлебов и создание в этом обширном районе цветущего индустриализованного сельского хозяйства, но и задача приближения его товарных хлебных излишков и переработанных продуктов сельского хозяйства к экспортным портам Черного моря. Кратчайший путь для этого—использование реки Дона и морского порта в устье Дона у гор. Ростова. Шлюзованный канал между Волгой и Доном для судов с осадкой до 2,8 м технически решает задачу создания дешевого непрерывного водного пути к экспортному порту Черного моря для отрезанного от него юго-востока и подъема с.-х. экономики этого района. Устройством такого канала удешевляется стоимость подвоза грузов с Волги к Ростовскому порту (хлебных на 6 р., а лесных на 3 р. с тонны), расширяется район естественного тяготения к этому порту грузов на сев. до устья Камы и далеко на восток, захватывая хлебородную часть Сибири (см. карту, ст. 277—278).

Для связи Волго-Донской водной магистрали с ж.-д. сетью необходимо оборудовать узлы пересечения водного и ж.-д. путей механич. перегрузочными устройствами. Необходимо также оборудовать водный путь по Нижней Волге от устья Камы добавочными землесосами, обеспечивающими достижение на Волге минимальной глубины в 2,8 м при средних горизонтах воды. Эта магистраль имеет свои естественные подъездные пути: Сев. Донец до Лисичанска и выше (прорезывает угольный, преимущественно антрацитовый, район), верхний Дон до Лисок (хлебный район) и низовья Волги с Каспийским морем (нефтяной район). Усовершенствование этих путей составляет задачу второй очереди мероприятий второго пятилетия по поднятию экономики народного хозяйства на юго-востоке. Северн. Донец уже шлюзован на протяжении 213 км от устья для пропуска судов с осадкой в 1,8 м. Дальнейшее шлюзование его до Лисичанска, на протяжении еще ок. 213 км, глубже внедрит этот водный путь в район Донецкого бассейна и усилит значение его для транспорта донецкого угля на восток и леса с Волги в Донбасс. Верхний Дон от Калача пропускает в естественном состоянии суда с осадкой в 0,7 м в течение большей части навигации. С открытием Волга-Дон-Азовской магистрали выяснится количество грузов, которое должен принять на себя верхний Дон, и протяжение, на котором потребуются шлюзование его. На южном участке Сталинград—Каспийское море потребуются разрешить задачу организованной технич. связи речного пути с морским, к-рая в свое время разрешалась устройством в Каспийском море, в 32 км от Астрахани, т. н. 12-футового рейда, имевшего свою полуморскую перегрузочную флотилию для передачи грузов с прибывавших на рейд морских судов на речные суда в Астрахань и обратно. В настоящее время рациональным разрешением этой задачи является прорытие от Астра-

хани до 3,7-метровой (12 фт.) глубины Каспийского моря морского канала и устройство на взморе оборудованного аванпорта Астрахани. Такой усовершенствованный водный путь из Каспийского моря к Волга-Дон-Азовской магистрали не только обеспечит и удешевит транспорт наших нефтяных грузов, включая и эмбенские, но и привлечет на Волго-Донской канал транзитные северо-персидские грузы, идущие в Европу через Черное море.

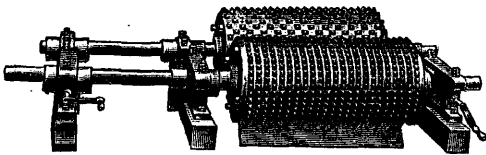
В основу экономич. подсчетов грузовых потоков по магистрали положены следующие соображения. Речная часть магистрали проектируется для плавания судов в течение 80 % всей навигации на осадке в 2,8 м, для пропуска барж грузоподъемностью 4 800 т. Продолжительность навигации в среднем принята для речной части магистрали в 220 дн. на основании многолетних наблюдений продолжительности навигации (на Дону в Ростове—242 дн., в Калаче—230 дн., на Волге у Сталинграда—214 дн. и у Астрахани—249 дн.) и наблюдений, свидетельствующих, что реки Волго-Донского водораздела вскрываются ранее Дона. Правильная эксплуатация магистрали требует полной согласованности в отдельных ее элементах. Глубины магистрали зависят от главной ее составной части—Волги. Статистика ряда лет показывает, что в среднем только в течение 70 % навигации может быть гарантирована глубина 2,8 м. При добавлении к существующим на Волге еще 4—5 землечерпательных караванов будет обеспечена та же глубина в течение 80 % навигации. Если же задаться целью поддерживать указанную выше глубину в течение всей навигации, то для этого пришлось бы значительно увеличить существующий землечерпательный караван. Поэтому итти на дальнейшее увеличение глубин на ближайшие 10—15 лет не представляется выгодным. Исходя из этих соображений, и на Дону принята обеспеченная глубина в 2,8 м в течение 80 % навигации, с тем, однако, чтобы 20 % неполной глубины совершенно совпадали по времени как на Дону, так и на Волге. Это обстоятельство позволяет производить работы по землечерпанию в течение 1½ месяцев после весеннего паводка, что и принято в проекте шлюзования Дона.

Волга-Дон-Азовская магистраль д. б. рассматривается как транспортная артерия с исключительно низкими себестоимостями перевозок и фрахтами, с большой густотой движения, с весьма разветвленной сетью подъездных путей, каковыми являются как притоки Волги и Дона, так и прибрежные участки ж. д. По своей трассе магистраль соответствует общим задачам дальнейшего развития транспортных средств Союза и в значительной степени разрешает историч. задачу создания ю.-з. кратчайших выходов для среднего Поволжья и Урала к открытым морям. На основании подробных экономич. подсчетов выведены себестоимости перевозок по магистрали, изменяющиеся для различных грузов в пределах 0,265—0,185 коп. с т.км. Эти подсчеты дали возможность подойти к определению районов тяготения к магистрали отдельных видов грузов и на-

метить возможные их грузообороты. Исходный расчетный грузооборот по Волго-Донской магистрали в первые годы ее работы в полном объеме определяется в нижеприведенных цифрах (в млн. т): уголь—2; хлеб—1,6; лес—1,2; нефть—0,7; металл—0,5; уральские горнозаводские грузы (асбест, колчедан, калийные соли)—0,3; прочие грузы—0,2; генеральные грузы (большой скорости)—0,5; всего—7 млн. т. Кроме указанного грузооборота следует предвидеть местный грузооборот сплюсванного Дона в размере не менее 0,5 млн. т, исходя из довоенных цифр его грузооборота. Вышеприведенный грузооборот м. б. вполне осуществлен наличным составом волжского флота, с пополнением его необходимыми типами судов, рассчитанными на наиболее выгодную эксплуатацию их с сооружением В.-Д. к. Исходя из определенных выше строительной стоимости сооружения Волго-Донского канала, размеров ежегодных затрат на содержание пути, амортизацию, ремонт его сооружений и покрытие % на капитал, а также на основании установленного выше грузооборота, определились фрахты, обеспечивающие требующуюся дешевизну перевозок и рентабельность сооружения Волго-Донской магистрали.

Лит.: «Водная магистраль—Волга-Дон-Азовское море», 1925, Ростов н/Д., выпуски 1, 2 и 3; Осадчий П. С., Проблемы Волги, Дона и Днепра, Заключение Центр. электрического совета при Главэлектро ВСНХ СССР по проекту Днепровской гидроэлектрической станции, Л., 1926. П. Осадчий.

ВОЛК-МАШИНЫ 1) В.-м. служат в торговом деле для раздробления торфяных плиток с целью получения торфяной подстилки, а при заготовке торфяной крошки—для брикетирования. В.-м. бывают с одним вращающимся барабаном и неподвижной лобовой стенкой или с двумя валами, вращающимися с различной скоростью в противоположные стороны. Первые, с быстро вращающимся барабаном (400—500 об/м.), пригодны для торфов твердых, крошащихся,

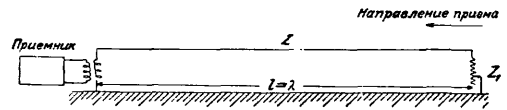


сильно разложившихся и свободных от волокон. Вторые применяются при более волокнистых торфах; скорость вращения валов в них меньше, и числа оборотов этих валов относятся между собою, примерно, как 1:10, или, в крайнем случае, как 1:8. В.-м. изготовляются различной производительности в зависимости от рода применяемой движущей силы (ручного действия, конной или механической тяги). Известны В.-м. фирмы Дольберг (Гамбург), Беек (Ольденбург), Гейнен и др. На приведенной фиг. показаны зубчатые валы двойной В.-м. с механическим приводом и переставляемыми подшипниками с кольцевой смазкой. Производительность В.-м. ручного действия доходит до 5 т торфяной подстилки в день, с конным приводом—до 6—7,5 т и с механическим приводом—от 7,5 до 40,8 и даже 100 т в день.

Лит.: Цайлер В., Торфяная подстилка и ее производство, М., 1927. Н. Успенский.

2) В текстильном деле волк-машины—см. Прядение.

ВОЛНОВАЯ АНТЕННА, известная также под названием антенны Бевереджа (по имени предложившего ее американ. инженера) и антенны бегущей волны, применяется в радиотехнике для целей направленного радиоприема. В. а. (фиг. 1) состоит из провода, натянутого горизонтально на расстоянии 3—7 м над землей, длиной порядка



Фиг. 1.

длины принимаемой волны. Оба конца этого провода заземлены, при чем с одним снижающимся концом связан при помощи катушки приемник, а в другой конец, ближайший к принимаемой станции, включается сопротивление Z_1 , величина которого подбирается равной волновому сопротивлению Z провода, для устранения отражения волны от точки заземления. При $Z_1 = Z$ антенна дает одностороннее действие, при $Z_1 = 0$ (снижение коротко замкнуто на землю) становится замкнутой антенной и дает двустороннее действие, при $Z_1 = \infty$ (снижение отсутствует) становится горизонтальной антенной почти с таким же двусторонним действием. Действие В. а. обуславливается горизонтальной составляющей поля волны. Благодаря разнице в скорости движения волны в пространстве и вдоль провода, горизонтальная составляющая увеличивается по мере движения волны по направлению провода. Направленные свойства В. а. с достаточной для практики точностью определяются уравнением:

$$E = a \cdot \cos \alpha \cdot \frac{\sin \eta}{\eta},$$

где

$$\eta = \frac{2\pi l}{\lambda} \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

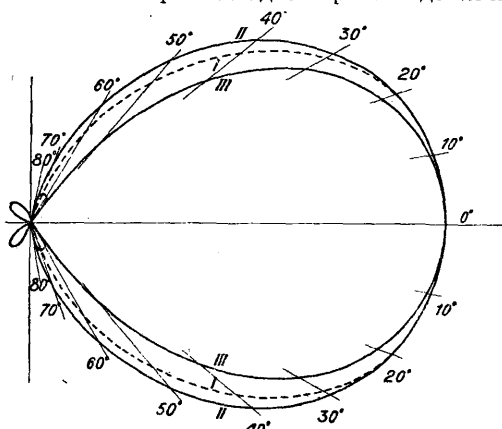
и

$$a = h \cdot E' \cdot \frac{\pi l}{\lambda},$$

l —длина провода в м, h —высота подвеса провода в м, E —амплитуда индуцирующейся в В. а. эдс в В, E' —напряженность поля в В/м, α —азимутальный угол. Т. о. направленные свойства В. а. растут с увеличением l , но до известного предела, определяемого тем, что сдвиг фазы между волной в пространстве и волной в проводе становится слишком большим. На фиг. 2 кривая I (пунктир) изображает направленную характеристику, снятую экспериментальным путем при $l = \lambda$, кривая II—вычисленную характеристику и кривая III—характеристику, вычисленную для $l = 2\lambda$. Для сравнения a полагается равным 1.

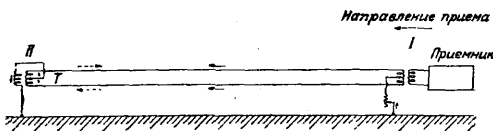
По направленным свойствам В. а. в 2—3 раза выше простой замкнутой антенны и аналогична устройству, состоящему из комбинации двух *голиометров* (см.) или двух рамок. В отношении действующей высоты она превосходит замкнутые антенны, обычно находящие применение в практике. Недостаток

В. а., изображенной на фиг. 1, состоит в том, что сопротивление Z_1 находится на большом расстоянии от приемника, что значительно затрудняет регулировку устройства. Этот недостаток был устранен Келлогом, предложившим В. а. в варианте, показанном на фиг. 3. Здесь прием ведется на



Фиг. 2.

двух параллельных проводах; принятые точки имеют направление, показанное сплошными стрелками; на конце провода II они проходят к земле. Ток в заземляющем проводе помощью трансформатора T_2 , называемого отражающим трансформатором, индуцирует ток в проводах с направлением, показанным пунктирными стрелками. Этот ток, распространяясь по проводам антенны, индуцирует уже ток в катушке приемника. Т. о. здесь одни и те же провода служат и для приема и для передачи принятой энергии от одного конца



Фиг. 3.

антенны к другому, где сосредоточены все регулировки. В. а. позволяет иметь многократный прием, но, в отличие от гониометра, такой прием при помощи В. а. возможен только с одного направления.

В. а. нашла широкое распространение в Америке, так как здесь прием очень многих европ. корреспондентов производится как раз с одного направления. В Европе В. а. используется в приемных узлах Варшавы и Карлсборга, построенных «Американской радиокорпорацией».

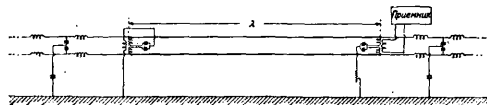
В качестве проводов В. а. могут быть использованы провода телеграфной линии. Схема такого устройства изображена на фиг. 4. В этом случае дросселя используются для получения приема только от желаемой длины линии, а блокировочные конденсаторы—для беспрепятственного прохождения постоянных телеграфных токов.

Направленные свойства В. а. могут быть значит. повышены увеличением ее длины или, что лучше, осуществлением приема от

ряда параллельно расположенных В. а. Если площадь полярной характеристики волновой антенны при $l=\lambda$ принять за 1, то площади характеристик для приведенных максимумов ($a=1$), определяющие направленные свойства различных комбинаций, выразятся следующими величинами:

Одна антенна	Несколько паралл. В. а. на расстоянии $\frac{1}{2}\lambda$
При $l=\lambda$ 1	При 1 антенне 1
» $l=2\lambda$ 0,81	» 2 » 0,52
» $l=3\lambda$ 0,6	» 3 » 0,34

В самое последнее время американцы применили для приема европ. станций устройство, состоящее из трех параллельных В. а., которое позволило значительно уменьшить



Фиг. 4.

эффект атмосферных разрядов на прием. Это устройство является самым направленным в мире на длинных волнах. С большим успехом В. а. могут найти применение и для приема коротких волн; в этом случае длина проводов антенны, порядка длины волны, позволяет устанавливать В. а. на небольших площадях и очень низко от земли; например для приема волн длиной 50—100 м можно выбрать В. а. длиной около 75 м, на высоте 5—6 м, а сопротивление $Z_1 = 200—300 \Omega$. В СССР, при его больших незаселенных пространствах, В. а. безусловно может найти широкое распространение.

Лит.: Beverage H., Rice C. W., Kellogg E. W., The Wave Antennae, «JAIRE», N. Y., 1923, v. 42, p. 258, 372, 636, 728; Eckersley T. L., The Beverage Aerial, «Electrician», L., 1924, v. 92, p. 39; Busch H., Theorie d. Beverage-Antenne, «Jahrb. d. drahtl. Telegraphie u. Telephonie», B., 1923, B. 21, N. V, p. 290, N. VI, p. 374. П. Кусенко.

ВОЛНОВАЯ ЗОНА, область электромагнитного поля излучающего вибратора, в которой амплитуды электрического E и магнитного H векторов убывают обратно пропорционально расстоянию от вибратора. Это наступает на расстояниях r , больших по сравнению с длиной излучаемой волны λ (практически уже при $r > 3\lambda$). Электромагнитная волна, распространяющаяся от вибратора (см. *Волны электромагнитные*), принимает в В. з. сферич. форму. На поверхности сферич. волны, в центре которой перпендикулярно к экваториальной плоскости находится вибратор, электрическ. вектор E всюду направлен по меридианам, а магнитный H совпадает с параллелями. E , H и направление распространения r образуют правую систему прямоугольных координат. По абсолютной величине для пустоты (практически и для воздуха):

$$|E| = |H| = \frac{\sin \vartheta}{c^2} \cdot f''\left(\frac{t-r}{c}\right),$$

где ϑ — полюсное расстояние (угол широты), r — радиус сферы, c — скорость волны в вакууме, а f — произвольная функция, имеющая первую и вторую производные. Эта формула при синусоидальном распределении тока по вибратору (диполь длиной l) дает в практических единицах следующее

выражение для амплитуды электрического поля E (в V/m) в экваториальной плоскости:

$$E = 60\pi \cdot \frac{l}{\lambda} \cdot \frac{I}{r}, \text{ где } I \text{ выражено в А, а } r \text{ в м.}$$

Лит.: см. Диполь.

Н. Теодоричи.

НОВЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ (характеристика линии) — отношение напряжения к силе тока в каждом пункте бесконечно длинной линии. В с. телефонной линии приблизительно равно входному сопротивлению линии с полным заглушением $\beta I \geq 2$ (см. Бета), независимо от величины включенного на конце ее сопротивления. Для однородной телефонной линии В. с.

$$z = \sqrt{\frac{R + i\omega L}{A + i\omega C}},$$

где R , L , C и A — соответственно омическое сопротивление, самоиндукция, емкость и проводимость изоляции на единицу длины линии (1 км), ω — круговая частота, равная $2\pi n$, при чем n — число пер/сек., а i — мнимая величина ($\sqrt{-1}$). Для пупинизированных линий В. с. определяется по формуле:

$$z = \sqrt{\frac{L_s}{C}} \cdot \frac{1}{\sqrt{3 - \omega/\omega_0}},$$

где ω_0 — собственная частота пупинизированной линии, L_s — самоиндукция катушек Пупина, отнесенная на единицу длины линии. В с. линии определяется измерением сопротивлений холостого хода U_{∞} (провода на конце линии разомкнуты) и короткого замыкания U_0 (провода на конце линии соединены между собой) из такого соотношения: $z = \sqrt{U_{\infty} \cdot U_0}$. Примерные величины волнового сопротивления при $\omega = 5000$:

Воздушн. бронзовая линия	$\varnothing = 4$ мм	$z = 690 \cdot e^{-i6^\circ}$
» железная	» $\varnothing = 4$ »	$z = 1330 \cdot e^{-i20^\circ 40'}$
Кабельная обычных.	» $\varnothing = 0,5$ »	$z = 945 \cdot e^{-i43^\circ 50'}$
» пупинизир.	» $\varnothing = 0,9$ »	$z = 1700 \cdot e^{-i2^\circ}$
»	» $\varnothing = 1,4$ »	$z = 1600 \cdot e^{-i2^\circ}$

Непосредственное соединение линий с различными В. с. не рекомендуется, т. к. в месте соединения возникают отраженные волны, вследствие чего происходит потеря мощности.

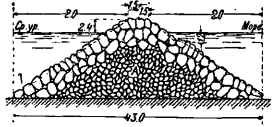
Лит.: Юрьев М. Ю., Теория телефонных цепей, М., 1925; Коваленков В. И., Телефонирование на большое расстояние, ч. I и II, Л., 1924—1925; Breisig F., Theoretische Telegraphie, Braunschweig, 1924; Hill J. G., Telephonic Transmission, London, 1920.

Н. Басс.

ВОЛНОЛОМ, массивное сооружение в виде отдельно стоящей продольной дамбы, ограждающей рейд морского порта от волнения; для причала судов волноломы не служат. По форме В. имеют вертикальные или наклонные стенки, но бывает и промежуточная форма — основание с пологими стенками, на котором возведен массив с вертикальными стенками. Размеры и конструкция В. зависят от силы волнения, положения порта, от свойств дна, от употребляемого для постройки материала. В портах с приливами волноломы подвергаются, кроме действия волнения, действию течения во время прилива и отлива. Постройка В. изменяет условия воздействия воды на дно вблизи него и может вызвать усиление размыва, почему подошва волнолома на размываемых грунтах д. б. защищена от этого размыва. Размеры волн зависят от силы ветра и расстояния от берега в направлении действия ветра. Поэтому волноломы располагаются обычно

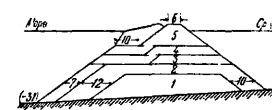
нормально к направлению ветра, наиболее часто повторяющегося и вызывающего наибольшее волнение.

По роду употребляемого материала волноломы м. б.: смешанными из дерева и камня, каменными, бетонными сплошными, из бетонных массивов и т. д. На фиг. 1 изображен волнолом в Буффало, на озере Эри, трапециoidalного сечения с пологими откосами (размеры в м). Внутренняя часть А исполнена из наброски каменной весом до 1 т и более; на откосы уложены еще более крупные по весу камни. Стремление связать между собой тяжелые массивы, чтобы затруднить возможность переброски их через



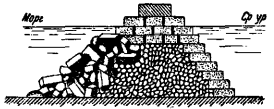
Фиг. 1.

гребень волнолома, привело к конструкции, изображенной на фиг. 2, представляющей В. в Марселе, построенный на песчаном



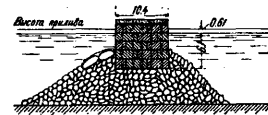
Фиг. 2.

основании из естественных и искусственных массивов. Строение этого В. таково: центральная часть 1 состоит из щебня и обломков камня; следующие слои состоят: 2 — из камней весом 3—100 кг, 3 — из камней весом 100—1300 кг, 4 — из бетонных массивов весом 1,3—3,9 т, 5 — из естественных камней весом свыше 3,9 т и 6 — из бетонных массивов весом свыше 33 т (размеры на фиг. даны в м).



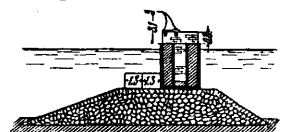
Фиг. 3.

Наружную часть В. иногда, для разбивания набегающей волны, покрывают наброской из искусственных массивов (фиг. 3 — гавань Ливорно). На слабых грунтах и больших глубинах массивная часть волнолома возводится на призме из каменной наброски (фиг. 4 — порт Коломбо; размеры на фиг. в м). В в Нью Гевене устроен из массивов объемом до 45 м³ (100 т веса). Еще более крупные массивы образуются посредством заполнения бетонных или железобетонных ящиков, загнанных на месте, после установки их на плаву, и затем заполняемых бетоном. Так устроен волнолом в Зеэбрюгге и в Бильбао (Гасконь), а также в Туапсе (фиг. 5; размеры на фиг. в м). Концы волнолома обыкновенно делают еще более массивными, чем тело. Вообще волноломы являются весьма ответственными сооружениями порта, и от правильного устройства их в значительной мере зависит безопасность порта.



Фиг. 4.

образуются посредством заполнения бетонных или железобетонных ящиков, загнанных на месте, после установки их на плаву, и затем заполняемых бетоном. Так устроен волнолом в Зеэбрюгге и в Бильбао (Гасконь), а также в Туапсе (фиг. 5; размеры на фиг. в м). Концы волнолома обыкновенно делают еще более массивными, чем тело. Вообще волноломы являются весьма ответственными сооружениями порта, и от правильного устройства их в значительной мере зависит безопасность порта.



Фиг. 5.

Лит.: Ляхницкий В. Е., Курс морских и речных портов, М.—Л., 1926; Капдиба Б. Н., Русское портостроительство в период войны 1914—1918 гг., «Труды Отд. водн. строительства», Л., 1924, вып. 7; Handbuch d. Ingenieurwissenschaften, T. III—Der Wasserbau, Lpz., 1911; E l g e l s H., Handbuch d. Wasserbaues, B. 2, 3 Aufl., Lpz., 1923. **Н. Акулов.**

ВОЛНОМЕР, в радиотехнике, прибор для измерения длин электромагнитных волн (см. *Волны электромагнитные*); в последнее время термин волномер часто заменяется словом частотомер. Так как длина волны и частота колебаний являются сопряженными понятиями, то формулой перехода от одного выражения к другому служит равенство: $\lambda = \frac{c}{f}$. При употребительных теперь единицах (для длины волны—*м* и для частоты—килоциклы в сек.) имеем:

$$\lambda = \frac{300\,000}{f}$$

Точное определение частоты колебаний в радиотехнике является вопросом первостепенной важности: достаточно указать, что одновременная работа ряда радиостанций в общем районе (напр. Зап. Европа) возможна без помех друг другу лишь при условии точного разграничения длин излучаемых ими волн. Такой контроль длин волн радиопередатчиков осуществляется специальными, почти ежегодными, конференциями в Зап. Европе и в Америке. В то же время *В.* является наиболее употребительным измерительным в радиотехнике прибором, допускающим точное определение не только длины волны, но и почти всех других параметров колебательного контура.

В. в общем можно подразделить на два класса: стандартные, служащие первичными и вторичными эталонами, и технические, градуируемые по первым и обычно употребляемые в радиотехнической практике. (О методах определения длины волны, делящихся также на два класса—абсолютные и косвенные, см. *Измерения в радиотехнике*.)

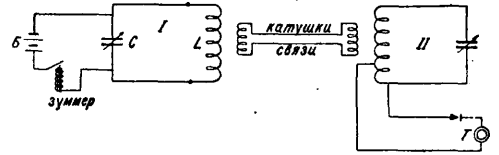
Существеннейшими частями всякого *В.* служат: измерительный контур, индикатор колебаний и возбудитель колебаний. Измерительный контур состоит из конденсаторов, катушек самоиндукции и соединительных проводов; основное требование к измерит. контуру—возможно малое его затухание. Параметры измерительного контура связаны между собой *Ф-лой* Томсона:

$$\lambda = 2\pi\sqrt{C \cdot L}, \text{ где } \lambda, C \text{ и } L \text{ выражены в см.}$$

Индикаторами колебаний (показателями наличия и интенсивности колебаний в измерительном контуре) служат: 1) светящиеся трубки с разреженным газом (He, Ag или Ne), включаемые параллельно конденсатору; 2) лампочки накаливания (для напряжений около 2V), приключаемые также, как и светящиеся трубки; 3) тепловые *амперметры* (см.), включаемые в измерительный контур или непосредственно или при помощи индуктивно связываемой аperiodической цепи; 4) *барреты* (см.); 5) детекторы любого вида в соединении с телефоном или гальванометром. Возбудителями колебаний в *В.* обычно служат зуммеры или ламповые генераторы.

Главные области применения *В.*: 1) измерение длины волны (частоты) у передающих радиостанций и в месте приема, 2) измерение затухания, 3) определение самоиндукций, 4) определение емкостей, 5) измерение коэффициентов связи связанных систем; применяются *В.* также для проверки чистоты тона (при тональной передаче), испытания чувствительности детекторов и т. д.

Основных схем включения *В.*: две: 1) волномер как вибратор—употребляется чаще всего при измерениях в месте приема; 2) *В.* как резонатор—используется чаще всего при измерениях вблизи передающих радиостанций. При включении по первой схеме (фиг. 1) в измерительном контуре *В. I* появляются

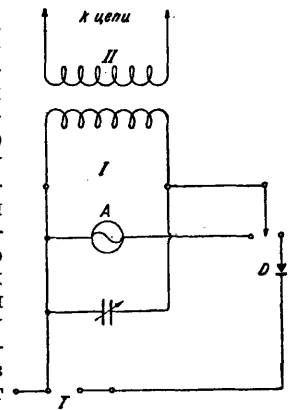


Фиг. 1.

колебания, вызываемые зуммером с батареей; эти колебания передаются через индукцию *L* и катушки связи в цепь *II*, длину волны которой требуется определить. Путем изменения (при схеме по фиг. 1—вращением ручки конденсатора *C*) излучаемой *В.* длины волны добиваются наибольшего эффекта в той или иной индикаторной цепи, приключенной к исследуемой цепи (при схеме по фиг. 1—наибольшей силы звука в телефоне *T*). Момент наступления наибольшего эффекта в индикаторной цепи указывает, в свою очередь, на резонанс, т. е. что

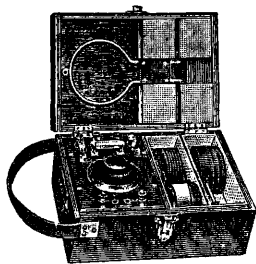
длина волны, излучаемой волномером, совпадает с длиной волны исследуемой цепи. При включении по второй схеме (фиг. 2) к измерительному контуру волномера *I* приключается его индикатор; измерительный контур связывается тем или иным образом с цепью *II*, длину волны существующих колебаний в которой надлежит определить. Путем изменения параметров измерительного контура *В. I* добиваются, как и в первом случае, наступления резонанса, определяемого по максимальному эффекту в индикаторной цепи волномера.

Фиг. 2 представляет полную схему современного коротковолнового *В.* фирмы Маркони для волн 10—100 м; фиг. 3 дает общий вид такого *В.* Этот тип *В.* может служить только как резонатор; отсутствие вибраторной схемы объясняется трудностью получения при помощи зуммера в таком ходовом приборе точно калиброванных коротких волн. Индикатором в этом типе служит (фиг. 2): *A*—неоновая трубка и детектор *D*



Фиг. 2.

(кристаллич.) с телефоном *T*. Для перекрытия всего заданного диапазона волн измерительный контур *B*. устраивают теперь б. ч. по следующей схеме: один конденсатор переменной емкости и ряд сменных катушек самоиндукции (на фиг. 3 одна из катушек—на самые короткие волны—видна прикрепленной к крышке ящика *B*., три остальные находятся в правой половине того же ящика). Исходя из основных требований к *B*.—наименьшего затухания его измерительного контура,— конденсатор в волномере всегда делают



Фиг. 3.

с воздушным диэлектриком. Конструкция конденсатора переменной емкости в *B*. является наиболее ответственной частью, определяющей точность волномера. Наилучшая форма пластин конденсатора пока еще не выбрана; за границей технич. *B*. имеют часто конденсаторы типа квадратичного. Во избежание пробивания конденсатора в сильном электрическом поле (вблизи передатчика) конденсатор снабжают предохранительным

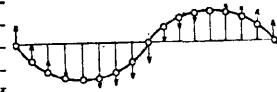
эбонит; намотку их производят исключительно *литцендратом* (см.); только для волномеров на короткие волны применяется голый провод. Устройство *B*. по схеме фиксированного конденсатора и переменной самоиндукции (например вариометра) неудобно уже по одному тому, что при настройке таким *B*. будет изменяться и коэфф. связи *B*. с контуром, длину волны которого измеряют.

К *B*. предъявляются след. основные технические требования: 1) точность и чувствительность, 2) малое затухание, 3) легкость манипуляций при настройке и 4) жесткость конструкции с наибольшим обеспечением постоянства градуировки. В хороших практических *B*. точность характеризуется цифрой $\pm 0,5\%$; затухание на самых длинных волнах выражается цифрой 0,015—0,020. Первичные стандарты обладают значительно большей точностью; так, например, стандарт в германском физико-технич. гос. институте на волнах $\lambda = 1000—100\ 000$ м дает точность 0,01—0,02%.

К каждому технич. *B*. прилагаются графики его градуировки, выполненной на 3-де по стандартному *B*. Для каждой из катушек самоиндукции получаются две слегка различающиеся кривые: одна для *B*. как вибратора, другая для *B*. как резонатора (фиг. 4). Методике прочих измерений с *B*. см. *Измерения в радиотехнике*; конструкции стандартных *B*. (ныне разрабатываемых в том числе и в СССР) и описание других типов *B*.—см. *Частотомер*.

Лит.: Mauborgne T., Wave meter, N. Y. a. L., 1913; Morecroft J. H., Principles of Radiocommunication, New York, 1921; Hund A. Hochfrequenzmesstechnik, B., 1928. **В. Башенов.**

ВОЛНЫ, процесс распространения колебательного состояния в пространстве, на поверхности или по линии. На фиг. 1 показана мгновенная форма волны, для простейшего случая, при распространении вдоль прямой линии, при чем по ординатам отложены значения рассматриваемого состояния. Волны могут возникать в любой среде, точки которой связаны между собою теми или иными силами



Фиг. 1.

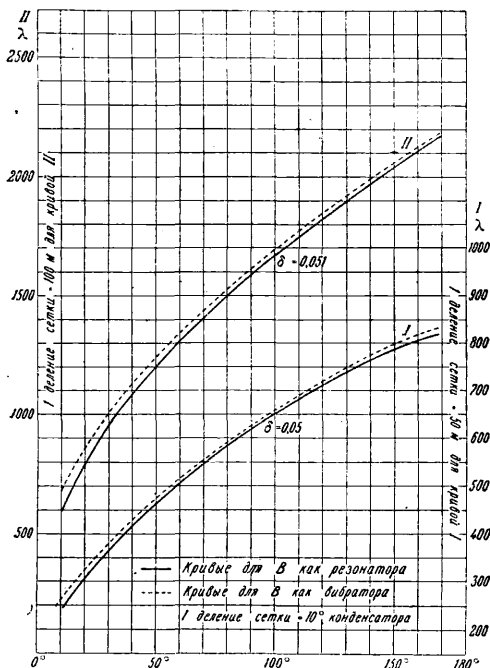
взаимодействия. Распространение волны характеризуется в простейшем случае следующим синусоидальным или косинусоидальным уравнением:

$$y = A \sin \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{v} \right) = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{v \cdot T} \right) = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

или в комплексной форме:

$$y = Ae^{i \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{v} \right)}$$

Физическ. природа *y* зависит от характера волнового процесса. Она может быть скалярного характера (уплотнение или разрежение в звуковой волне) или векторного характера (продольное или поперечное смещение точки, вектор электрической или магнитной силы и т. п.). *A*—амплитуда волны, *t*—время, протекшее от начала волнового процесса (которое можно выбирать произвольно), *T*—период колебания,



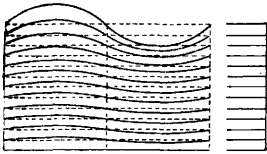
Фиг. 4.

искровым промежутком. Для устранения «влияния руки» (добавочной емкости, вносимой телом экспериментатора) конденсаторы в *B*. делают всегда хорошо экранированными (см. *Экранирование*), в металлических кожухах, при чем с корпусом соединяется подвижная система пластин конденсатора. Катушки самоиндукции в волномере на средние и длинные волны конструируют обычно в форме плоских спиралей, заделываемых в

x —расстояние рассматриваемой точки от центра возбуждения, v —скорость распространения волнового процесса в единицу времени (фазовая скорость) и, наконец, $\lambda = v \cdot T$ —расстояние между двумя точками, находящимися в одинаковой фазе, называемое длиной λ . Длина λ измеряется всегда в направлении распространения волн, т. е. вдоль луча. Процесс, изображаемый приведенным выше уравнением, периодический как во времени, так и в пространстве. Если рассматривать определенную точку в пространстве (напр. $x = x_1$), то уравнение будет выражать простое гармоническое колебание, происходящее в этой точке; наоборот, при постоянном t уравнение принимает следующий вид:

$$x = A \cos 2\pi \left(\frac{x}{\lambda} + \delta \right),$$

т. е. изображает периодич. в пространстве форму V , где x стоит вместо t , а λ вместо T ; т. о. длина λ является пространственным периодом формы V , подобно тому как T —временным периодом колебательного движения. Приведенные данные относятся и к волнам, распространяющимся по линии; и более общем случае V распространяются по многим направлениям. Геометрич. место точек, оказывающихся при этом в тождественной фазе, называется волновой поверхностью. Волна, исходящая из колеблющегося источника физически исчезающе малых размеров и распространяющаяся в однородной, изотропной среде, имеет шаровую форму; волны, исходящие от колеблющейся прямой, имеют цилиндрич. волновую поверхность, от колеблющейся плоскости—плоскую. Кроме вышеперечисленных пространственных V в природе наблюдаются также и поверхностные V . (Фиг. 2—



Фиг. 2.

волновое движение вблизи поверхности жидкости), например круговые V , исходящие от камня, брошенного в воду. Поверхностные волны играют большую роль в процессе распространения электромагнитных волн вдоль поверхности земли. Если волновой процесс распространяется только вдоль одной линии, то поверхность V сводится к точке.

Принцип суперпозиции (интерференция волн). Если в одном и том же пространстве будут иметь место два или несколько волновых процессов, то значение волновой функции в зависимости от каждого процесса в отдельности выразится ϕ -лами:

$$y_1 = A_1 \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r}{\lambda} \right); \quad y_2 = A_2 \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r-\delta}{\lambda} \right),$$

где δ —разность хода, или разность фаз. Как показывает опыт, в большинстве случаев результирующая волновая функция будет геометрич. (в частных случаях—скалярной) суммой отдельных волновых функций (принцип независимого наложения, или суперпозиции). Для электромагнитных V принцип соблюдается точно; для упругих волн он верен при достаточно

малых амплитудах. В результате сложения двух или нескольких колебательных процессов в одной точке пространства может произойти интерференция. Необходимым условием интерференции является постоянство разности хода лучей. Важнейшим и простейшим случаем интерференции будет явление распространения двух тождественных волн в прямо противоположных направлениях. В этом случае для отдельных волновых функций получается:

$$y_1 = A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right); \quad y_2 = A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right);$$

$$y = y_1 + y_2 = 2A \cos \frac{2\pi t}{T} \cos \frac{2\pi x}{\lambda}.$$

Это—ур-ие т. н. стоячей V . В то время как в поступательной плоской V каждая точка вдоль луча имеет различную фазу, но одну и ту же амплитуду,—в аналогичной стоячей V все точки вдоль луча будут иметь тождественную фазу, но различные амплитуды. Точки наибольшей амплитуды называются пучностями колебаний, а точки наименьшей или остающейся все время в покое амплитуды—узлами колебаний. В теории упругости доказывается, что в случае продольных стоячих V узлы давления совпадают с пучностями колебаний, и наоборот. Так. обр. в пучностях колебаний будем иметь максимальную кинетическую и минимальную потенциальную энергию, в узлах наблюдается обратное явление.

Векторные V разделяются на продольные и поперечные в зависимости от того, происходит ли распространение V в направлении колебания или поперечно к нему. Примером V последнего рода может служить обыкновен. колебание струны. В этом случае V распространяется вдоль струны, в то время как колебания каждой материальной частицы совершаются перпендикулярно к струне. Примером продольных V могут служить V в газообразных и жидких телах, т. е. звуковые V . В них частицы колеблются параллельно направлению распространения волн. В упругих средах могут распространяться как продольные (V сгущения), так и поперечные V . Упругое твердое тело может испытывать деформации двоякого рода: изменения объема (вследствие уплотнения или разрежения) и изменения формы. Продольные V возможны во всех средах, обладающих сжимаемостью, поперечные—только в средах, допускающих деформации сдвига и кручения.

Скорость распространения волнового процесса зависит от упругих свойств среды и характера движения. В ограниченной среде, напр. при распространении вдоль стержней, эта скорость будет зависеть также от геометрич. размеров данного тела. Скорость распространения б. ч. не зависит от амплитуды колебаний (исключение—взрывные V в воздухе), но скорость распространения световых V в материальных средах и V упругости зависит от частоты распространяющегося колебательного процесса. Для продольных V теория дает следующую ϕ -лу скорости их распространения: $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$, где E —мо-

дугль упругости, определяемый статич. опытами, а ρ —плотность вещества; аналогично для поперечных В. закручивания в стержнях поперечного круглого сечения имеем:

$$v = \sqrt{\frac{G}{\rho}}, \text{ где } G \text{—модуль сдвига, а } \rho \text{ имеет}$$

указанное выше значение. Для поперечных В. изгиба получается более сложная зави-

$$\text{симость: } v = \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{\frac{E\theta}{\rho q}}, \text{ где } \theta \text{—момент инерции}$$

относительно нейтрального волокна, q —

поперечное сечение стержня, а λ —длина вол-

ны; т. о. в В. этого рода скорость зависит и от длины В. (фиг. 3—

В. гнущая, распространяющиеся по стержню). Для скорости

распространения продольных волн в газах

$$\text{ф-ла } v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \text{ принимает вид } v = \sqrt{\frac{dp}{d\rho}}, \text{ где}$$

dp —приращение давления газа, а $d\rho$ —со-

ответственное изменение плотности. В обла-

сти звуковых В. мы имеем вследствие вы-

соответствия с этим $\frac{dp}{d\rho}$ будет равно не $\frac{p}{\rho}$,

как это имело бы место в изотермическом

процессе, а $\frac{pk}{\rho}$, где k есть отношение тепло-

емкости при постоянном давлении к тепло-

емкости при постоянном объеме: $k = \frac{c_p}{c_v}$; сле-

довательно, в газах $v = \sqrt{\frac{pk}{\rho}}$. Скорость зву-

ка в воздухе, в согласии с вышеприведен-

ной теорией, равна 340 м/сек при нормаль-

ных условиях. В электромагнитных волнах

скорость обусловлена соответственными

электромагнитными константами и равна:

$$v_{\text{эм.}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}}, \text{ где } c \text{—универсальная постоянная}$$

распространения электромагнитных В. любой длины в вакууме, равная

приблизительно $3 \cdot 10^{10}$ см/сек, ϵ —диэлектрич.

постоянная, а μ —магнитная проницаемость

среды. Эта ф-ла неприменима в случае рас-

пространения световых и вообще дисперги-

рующих электромагнитных В. в материаль-

ных средах, где скорость распространения

зависит также и от периода колебаний. При

переходе В. из одной среды в среду с дру-

гими физическими свойствами часть волно-

вой энергии отражается, другая часть рас-

пространяется с изменившейся скоростью

(отражение и преломление В.).

Поляризация В. Поляризованной

В. называется векторная В., вектор коле-

бания которой сохраняет неизменным свое

направление; из этого следует, что поляри-

зованы м. б. только поперечные В.

Энергетика волнового процес-

са. В плоской поступательной В., поскольку

энергия не поглощается средой, величина

W потока энергии (т. е. количества

энергии, падающей в 1 ск. на 1 см² поверх-

ности, перпендикулярной к направлению

распространения В.) остается постоянной;

в цилиндрической и поверхностной круго-

вой В. величина W изменяется обратно про-

порционально расстоянию, а в сфериче-

ской—квадрату расстояния от центра воз-

буждения колебаний. Это станет очевидным,

если принять во внимание, что полный по-

ток энергии, остающийся неизменным, рас-

пространяется на все большие поверхности

или линии. Следует помнить, что при волно-

вом процессе не происходит переноса мате-

риии: каждая материальная частица совер-

шает периодич. колебания вокруг своего по-

ложения равновесия, и ее средняя скорость

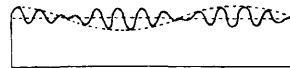
за период равна нулю. В волновом процессе

распространяется только энергия. Интен-

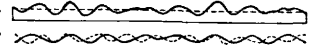
сивность музыкального тона, светового ис-



Фиг. 3.



Фиг. 4.



Фиг. 5.

будет всегда равна скорости c электро-

магнитных волн в пустоте (Зоммерфельд).

Вследствие неодинаковой скорости распр-

остранения волн различной длины в мате-

риальных средах, форма сложной кривой,

являющейся результатом сложения не-

скольких простых волн, будет меняться во

времени и в про-

странстве. Ско-

рость переме-

щения максималн.

амплитуды этой

сложной кривой

и будет называться групповой скоростью.

Для простейшего случая групповой скоро-

сти двух волн, весьма мало различающих-

ся по своей длине, Релей вывел следующую

$$v_g = v - \lambda \frac{dv}{d\lambda},$$

где v —скорость простой, составляющей В.,

а λ —длина элементарной В. (фиг. 4 и 5—

группы волн).

Лит.: Хвольсон О. Д., Курс физики, т. 1,

2, 5, Берлин, 1923; Эйхенвальд А. А., Аку-

стика и оптика, Москва, 1924; Столетов А.,

Введение в акустику и оптику, СПб, 1902; Эдсер

Э., Общая физика, СПб, 1913; Норт В., Techni-

sche Schwingungslehre, Berlin, 1922; Колане А.,

Mathematische Akustik, Leipzig, 1910; Lamb H.,

Hydrodynamics, London, 1924. Ю. Барац.

ВОЛНЫ на поверхности жид-

кости. Под влиянием различных причин

частицы поверхностного слоя жидкости мо-

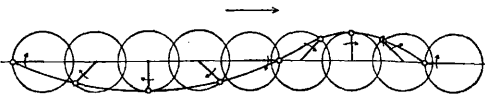
гут притти в колебательное движение. Та-

кое движение охватывает все более и более

далекие участки поверхности—по поверхности начинает распространяться В. Как и при возникновении других видов В., колебания могут происходить по закону синуса, но только при непременном условии, что амплитуда колебаний частицы мала по сравнению с длиной В. Длиной В. называется расстояние между двумя точками, где колебания оказываются в одной и той же фазе. Расстояние по вертикали от гребня до подошвы называется высотой В. Примером таких синусоидальных В. могут служить В. приливов: у них длина достигает сотен км, между тем как высота составляет обычно $\frac{1}{300}$ или даже $\frac{1}{500}$ ее часть. В большинстве же случаев высотой волны нельзя пренебрегать по сравнению с ее длиной.

По сравнению с простыми поперечными колебаниями характер движения частиц жидкости всегда осложняется: они не просто поднимаются и опускаются по вертикальным направлениям, а описывают некоторые замкнутые орбиты, круговые или эллиптические. Первый тип орбит соответствует случаю, когда глубина очень велика по сравнению с длиной В., а второй—самому общему случаю, когда длина В. или больше расстояния до дна или, вообще говоря, соизмерима с ним. Можно показать, что при подобных вращательных движениях частиц профиль В. будет трохойдальным. Трохоида м. б. построена по точкам, если мы проследим, какой путь описывает точка, к-рая лежит на нек-ром расстоянии от центра круга, катящегося по прямой; в то же самое время точка, лежащая на самой окружности такого круга, опишет, очевидно, циклоиду.

На фиг. изображено возникновение трохойдального профиля при вращательных движениях частиц водной поверхности. Но



волновое движение не ограничивается одним только поверхностным слоем жидкости: волнение охватывает и лежащие ниже слои, только радиусы орбит частиц здесь непрерывно убывают с увеличением глубины. Закон убывания радиусов таких окружностей

выражается формулой: $r = a \cdot e^{-\frac{2\pi z}{\lambda}}$, где r — радиус орбиты частицы, лежащей на нек-рой глубине z , a — радиус орбиты частицы, лежащей на самой поверхности (половина высоты В.), e — основание натуральной системы логарифмов, λ — длина В. Практически можно считать, что волнение прекращается на глубинах, больших длины В. Скорость распространения волны v выражается, в самом общем виде, ф-лой:

$$v = \sqrt{g \cdot \left(\frac{\lambda}{2\pi} + \frac{2\pi a}{\delta \lambda} \right) \cdot \frac{e^{\beta} - e^{-\beta}}{e^{\beta} + e^{-\beta}}}$$

Здесь g — ускорение силы тяжести, δ — плотность жидкости, a — ее поверхностное натяжение; через β для краткости обозначено отношение $\frac{2\pi H}{\lambda}$, H — глубина жидкого слоя (от поверхности до дна); остальные обозна-

чения те же, что указывались выше. Формула принимает более простой вид в трех частных случаях.

а) Приливные волны. Длина В. весьма велика по сравнению с глубиной H . Здесь $v = \sqrt{gH}$, т. е. скорость распространения зависит только от глубины. б) Глубина волны весьма велика по сравнению с ее длиной, но размеры В. все же настолько значительны, что капиллярными силами можно пренебречь. В этом случае оказывается, что

$$v = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}}, \text{ т. е. скорость распространения}$$

зависит лишь от длины В. Такая ф-ла хорошо выражает скорость обычных морских В. в) Чрезвычайно короткие, т. н. капиллярные В. Здесь главную роль играют междучастичные силы, сила тягести отстывает на второй план. Скорость распространения оказывается равной $\sqrt{\frac{2\pi g \alpha}{\delta \lambda}}$. Как видим, в

противоположность случаю (б), здесь скорость оказывается тем большей, чем короче В.

Профиль В. очень сильно меняется под воздействием некоторых внешних факторов. Так, во время ветра передняя сторона В. делается значительно круче задней; при больших скоростях ветер может даже разрушать гребни волн, срывая их и образуя т. н. «барашки». При переходе В. с глубокого места на мелководье форма ее также изменяется; при этом энергия частиц толстого слоя воды передается слою меньшей толщины. Вот почему так опасен прибор около берегов, возле которых амплитуда колебаний частиц может значительно превысить их амплитуду в открытом море, где глубина водного слоя была велика.

Лит.: Шокальский Ю. М., Океанография, П., 1917; Lamb H., Hydrodynamics, London, 1924; Winckelmann M., Handbuch der Physik, В. 1, Т. I, Berlin, 1908. В. Шулейкин.

ВОЛНЫ КОРОТКИЕ, электромагнитные волны в зоне приблизительно от 10 до 100 м при соответствующих частотах от $3 \cdot 10^7$ до $3 \cdot 10^8$ пер/сек. Волны порядка 10 м применялись уже Герцем, а также в первых опытах Маркони. В обоих случаях для концентрации энергии были частично применены средства оптики.

В процессе развития радиосвязи для достижения все больших расстояний, а также с целью получения приема равной силы днем и ночью рабочие длины волн постепенно увеличивались; отчасти это делалось и для того, чтобы ввести в употребление передающие антенны большой высоты. Длины волн для получения одинаковой силы приема днем и ночью выбирались, на основании опытов, равными $\frac{1}{500}$ расстояния; так, напр., для 10 000 км (в 1920 г.) $\lambda = 20 000$ м.

Новая эра в развитии В. к. начинается с 1922 г., в связи с опытами американских радиолоблателей. Небольшие передатчики на волнах от 15 до 50 м были иногда хорошо слышны в Европе. Начиная с 1924 г. наука и радиотехника усиленно занимаются этой проблемой. Постепенно выявились следующие особенности В. к. по сравнению с длинными волнами: 1) Исключительно большие дальности, даже при излучаемых

мощностях порядка только нескольких W , и значительно большие напряженности поля в месте приема сравнительно с длинными волнами. При этом больше всего пригодны волны: днем в 12—18 м и ночью—приблизительно вдвое более длинные. Атмосферные помехи в таком случае едва заметны. 2) На расстояниях приблизительно до 50 км имеется мертвая зона, в которой сила приема или очень мала или равна нулю. Ширина этой зоны увеличивается с укорочением волны. За пределами мертвой зоны сила приема начинает увеличиваться; одновременно имеют место большие колебания ее как днем, так и ночью. 3) За пределами 1 000 км начинается собственно рабочая зона постоянной большой силы приема; при увеличении расстояния нет никакой закономерности в ослаблении силы приема, как это происходит при длинных волнах. 4) При некоторых условиях сигналы огибают землю по несколько раз и тогда воздействуют на приемник как помехи (эхо). 5) Но даже и в этой рабочей зоне остаются большие колебания силы приема (замирания), имеющие тройной характер: а) медленные ослабления и усиления, как и на длинных волнах, б) кратковременные быстрые колебания (интерференция) и, наконец, в) длительно протекающие, которые, по видимому, связаны с вращением плоскости поляризации волны. 6) Дальше обнаруживается, что в вертикальной плоскости данные сигналы в месте приема воспринимаются лучше с помощью горизонтальной антенны; это значит, что постоянно происходит вращение плоскости поляризации, а именно—из вертикальной в горизонтальную.

На основании этих фактов в различных странах были предложены новые теории распространения В. к.; эти теории м. б. формулированы примерно следующим образом. Независимо от того, излучается ли В. к. под углом к горизонту или же горизонтально, она, после продолжительного искривления, попадает в верхние слои атмосферы, пока не достигнет на высоте 100—200 км отражающего слоя Хивисайда; по этому слою В. к. следует далее на самые большие расстояния. Часть энергии при этом отражается обратно и достигает опять земной поверхности, а вместе с этим и приемника. Расчеты, учитывающие различные факторы, показывают, что такой закон распространения реален, вероятно, только для волн определенного диапазона и уже недействителен, напр., для волн короче 12 м. Результаты опытов с волнами короче 12 м подтверждают это в том отношении, что с укорочением волны дальний прием делается все более неустойчивым и вообще редким. Волны порядка 8 м периодически еще наблюдаются в пределах земного квадранта, но уже не регулярно; что касается волн порядка 4 м, то они временами должны приниматься.

В соответствии с указанными особенными условиями распространения В. к. техника видоизменяется, по сравнению с длинноволновыми устройствами, свои передающие и приемные устройства, предназначенные для надежной далекой связи, следующим образом. Для возбуждения колебаний применя-

ются исключительно ламповые генераторы с лампами, охлаждаемыми водой (при мощностях порядка нескольких kW). Род колебаний—или чисто незаглухающие или же модулированные. В последнем случае замирания обнаруживаются менее резко. При современном состоянии техники для волн длиннее 12 м можно считать с мощностями излучения антенны порядка 15 kW . С целью получения наибольшего постоянства длины волны передатчик управляется кристаллом кварца и состоит из 7—9 каскадов усиления, по возможности нейтрализованных. Передающие и приемные антенны получают формы, дающие концентрацию энергии в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Выполняются они поэтому или в виде параболических зеркал или же в виде плоских поверхностей (решеток); в последнем случае ряды отдельных антенных проводников питаются синфазно или соответственно синфазно соединены с контурами приемника. При плоских антеннах концентрация энергии растет с увеличением размеров в горизонтальном и вертикальном направлениях. Обычно довольствуются 10—20-кратным усилением поля, частью принимая во внимание стоимость сооружения, частью же в расчете на переменные атмосферные условия, делающие слишком большую концентрацию нецелесообразной. Рефлекторные установки дают, примерно, получаемое теоретически по расчетам удвоение энергии, излучаемой по данному направлению; для приема же такие установки имеют то особенное преимущество, что они почти полностью исключают атмосферные помехи и эхо, приходящее с обратной стороны. Большое пространственное протяжение приемной антенны действует, кроме того, благоприятно в отношении ослабления протекающих быстро замираний. В виду наличия больших замираний приемник должен обладать исключительно большим усилением—порядка 10^6 . Будучи излишним для нормального приема, это усиление приобретает значение в моменты замираний; такое усиление достигается обычно 4 ступенями усиления высокой частоты и 5—6 ступенями усиления промежуточной (схема супергетеродин) частоты. Для целей телеграфии легко с помощью ограничительных ламп или других подобных же средств автоматически поддерживать постоянные конечные амплитуды на индикаторе (регистрирующем приборе). Имея в виду колебания силы приема (интенсивности), лампы берут значительно больших размеров. Для достижения наибольшей скорости (при быстродействующем телеграфировании) от усиления низкой частоты совершенно отказываются. Антенны с большой поверхностью, с их пространственной ориентировкой, сооружаются вдали от здания, в котором помещается передатчик или приемник, и соединяются с этим зданием при помощи особой подводки.

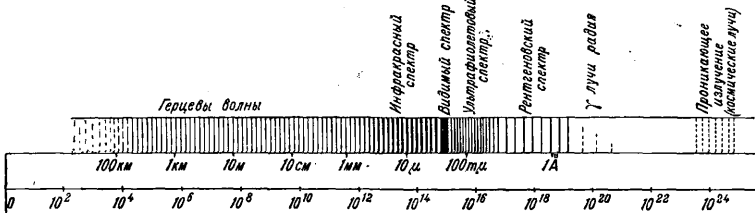
Так как при работе на коротких волнах достигаются очень малые постоянные времени (см. *Быстродействующие радиопередатча и радиоприем*), то оказывается возможным осуществить качественно хорошую

телефонию и передачу изображений; при этом изображение площадью в 1 дм^2 может быть передано в течение 10 сек. (в течение этого времени передаются 50 000 элементов изображения). Скорость при быстродействующем телеграфировании—600 и более слов в минуту. Кроме того, возможно автоматически исключать замирания и на боковых полосах частот. См. *Короткие волны*.

Лит.: Мени Р., *Короткие электрич. волны*, М.—Л., 1928; E s k e r s l e y T., *Short Wave Wireless Telegraphy*, «Journal of the Institution of Electrical Engineers», L., 1927, vol. 65, 66, p. 600—644; D a l l i n E., *A Short Wave Superregenerative Receiver*, «Q. S. T.», Hartford, 1927, 1; B l o x h a m R., *Crystal-Controlled Transmitter*, «Wireless World and Radio Review», L., 1927, vol. 20, 15; L ü b b e n C., *Kurze Wellen*, Berlin, 1925; *Short Wave Beam Transmission*, «The Electrician», London, 1927, vol. 98, 2547, 2549. Г. Арно.

ВОЛНЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ, распространяющиеся в пространстве переменные электромагнитные поля.

Общая теория. Закон изменения полей, образующих В. э., определяется ускорением электрич. зарядов излучающего вибратора. По теореме Фурье, возмущение любой формы м. б. представлено как суперпозиция синусоидальных волн, образующих спектр данного возмущения. Поэтому простейшим типом В. э. является волна, электрич. и магнитное поле которой изменяется во времени и пространстве по законам простого гармонич. колебания. В зависимости от положения в спектре (частот или длин волн) В. э. обладают различными свойствами и получили различные названия. На фиг. 1



Фиг. 1.

схематически изображен весь спектр В. э.: верхний ряд цифр указывает на дл. волны, нижний—на частоту в цикл/сек. В вакууме свойства В. э. всех длин одинаковы. В материальных средах весь спектр В. э. распадается на две области. К первой области относятся волны длиною от неск. десятков км до десятых долей мм (волны Герца). Полу-чаются эти волны при электрич. колеба-ниях, происходящих в телах типа вибратора Герца. Свойства этих волн в материальных средах вполне определяются тремя коэффи-циентами среды: диэлектрическим коэфф. ϵ , магнитной проницаемостью μ и проводимостью σ . Начиная с длины волн $\sim 1,3 \text{ мм}$, в сторону коротких волн тянется вторая область — оптический спектр, состоящий из инфракрасных, видимых, ультрафиолетовых и рентгеновых лучей. В. э. этой области испускаются вибраторами молекулярных размеров, и свойства их определяются микро-структурой материи, в которой они распро-страняются. Рассмотрение этих свойств отно-сится к оптике, здесь же будут рассмо-трены только основные зависимости, выте-

кающие из ур-ий Максвела, в к-рые введе-ны вышеупомянутые три коэфф-та, характе-ризующие среду. В векторной форме ур-ия Максвела имеют вид:

$$\frac{\epsilon}{c} \cdot \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} + \frac{4\pi\sigma}{c} \mathbf{E} = \text{rot } \mathbf{H}, \quad (I)$$

$$-\frac{\mu}{c} \cdot \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} = \text{rot } \mathbf{E}, \quad (II)$$

$$\text{div } \mathbf{H} = 0, \quad (III)$$

$$\text{div } \mathbf{E} = 0. \quad (IV)$$

Исключение одного из векторов, например магнитного, приводит к ур-ию:

$$\frac{\epsilon\mu}{c^2} \cdot \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} + \frac{4\pi\sigma\mu}{c^2} \cdot \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} = \nabla^2 \mathbf{E}, \quad (1)$$

где ∇^2 —знак оператора Лапласа. Анало-гичное ур-ие получается и для магнитного вектора \mathbf{H} . Ур-ие типа (1) является наибо-лее общим ур-ием В. э.

Плоская В. э. Плоской В. э. называ-ют волну, электрическое и магнитное поля которой, кроме времени, зависят только от одной пространственной координаты, парал-лельной направлению распространения вол-ны; пусть эта координата x будет правой прямоугольной системы. Ур-ие (1) примет для этого случая вид:

$$\frac{\epsilon\mu}{c^2} \cdot \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} + \frac{4\pi\sigma\mu}{c^2} \cdot \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} = \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial x^2}. \quad (2)$$

Ур-ие вида (2) носит название телеграфного ур-ия. Рассмотрим плоскую В. э. Пусть, со-гласно вышесказанному, $\mathbf{E} = E(t, x)$ и $\mathbf{H} = H(t, x)$. Написав для этого случая ур-ия Максвела с (I) по (IV), легко убедиться, что векторы \mathbf{E} и \mathbf{H} перпендикулярны друг к

другу и к направлению распространения волны (x). Поэтому, не умень-шая общности, можно считать, что вектор \mathbf{E} параллелен оси y , а век-тор \mathbf{H} параллелен оси z прямоугольной систе-мы. Для идеального ди-электрика ($\sigma = 0$) ур-ие плоской В. э. (2) может быть, согласно указан-ному выше, приведено к виду:

$$\frac{\epsilon\mu}{c^2} \cdot \frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 E_y}{\partial x^2} \quad (3)$$

(индекс y показывает, что вектор $\mathbf{E} \parallel$ оси y). Ур-ие (3) имеет решение:

$$E_y = f\left(t \mp \frac{x}{v}\right), \quad (4)$$

где f —произвольная функция. Подставив (4) в (1) и приняв во внимание (5), получим:

$$H_z = \pm \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} \cdot f\left(t \mp \frac{x}{v}\right). \quad (4')$$

При верхних знаках (—), выражения (4) и (4') представляют В. э., распространяющую-ся вдоль положительной оси x , при нижних (+)—направление распространения обрат-ное. В самом деле: значения E_y и H_z , к-рые в момент времени t_1 имеют место в плоско-сти x_1 , достигнут плоскости x_2 в момент t_2 , определяемый равенством:

$$t_1 \mp \frac{x_1}{v} = t_2 \mp \frac{x_2}{v}.$$

Отсюда следует, что скорость распростране-ния электромагнитной волны $v = \pm \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$.

Подставляя решение (4) в (3), получаем для скорости V . э. выражение:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}} \quad (5)$$

Отношение скорости распространения V . э. в вакууме c к скорости ее в диэлектрике v есть показатель преломления данной среды n . Из (5) получаем соотношение Максвелла:

$$n = \frac{c}{v} = \sqrt{\epsilon\mu} \quad (6)$$

Практически для всех диэлектриков $\mu=1$. В случае границы раздела двух диэлектриков с диэлектрич. коэфф-тами ϵ_1 и ϵ_2 относительный показатель преломления равен:

$$n_{1,2} = \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}} \quad (6')$$

В диэлектрике (не поглощающем V . э.) скорость распространения не зависит от длины V . э., т. е. дисперсия отсутствует. Энергия, заключающаяся в электрическом и магнитном полях, составляющих эл.-м. волны, распространяется в пространстве вместе с волной. Величина энергии, проходящей в единицу времени через единицу площади, перпендикулярной к направлению распространения, выражается вектором Пойнтинга. Вектор Пойнтинга перпендикулярен к электрическому и магнитному векторам электромагнитных волн и имеет направление, образующее с направлениями \mathbf{E} и \mathbf{H} правую систему координат. По абсолютной величине вектор Пойнтинга \mathbf{S} равен:

$$|\mathbf{S}| = \frac{c}{4\pi} \cdot |\mathbf{E}| \cdot |\mathbf{H}|.$$

Расположение векторов электрического, магнитного и Пойнтинга вдали от передатчика (плоская волна) характеризуется фиг. 2, где \mathbf{E} —электрический вектор, \mathbf{H} —магнитный, а \mathbf{S} —направление вектора Пойнтинга.

Монохроматическ. V . э. частоты f (период $T = \frac{1}{f}$) весьма

удобно представлять комплексным выражением следующего вида:

$$E_y = A e^{i2\pi f(t \mp \frac{vx}{v})}; H_z = \pm A \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} e^{i2\pi f(t \mp \frac{vx}{v})} \quad (7)$$

Действительные и мнимые части этих выражений дают соответственно поля косинусоидальной и синусоидальной V . э. Вводя в (7) вместо v показатель преломления n и скорость распространения волн в вакууме c и пользуясь соотношением для длины волны (в среде)

$$\lambda = vT, \quad (8)$$

получим для монохроматической волны еще два выражения:

$$E_y = A e^{i\omega(t \mp \frac{vx}{c})} = A e^{2\pi i(\frac{t}{T} \mp \frac{x}{\lambda})}; \quad (9)$$

$$H_z = \pm A \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} e^{i\omega(t \mp \frac{vx}{c})} = \pm A \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} e^{2\pi i(\frac{t}{T} \mp \frac{x}{\lambda})}, \quad (10)$$

где $\omega = 2\pi f$ —угловая частота.

В проводящей среде основные уравнения (I) и (II) для плоской V . э. принимают вид:

$$\frac{\epsilon}{c} \cdot \frac{\partial E_y}{\partial t} + \frac{4\pi\sigma}{c} E_y = -\frac{\partial H_z}{\partial x} \quad (I')$$

и

$$\frac{\mu}{c} \cdot \frac{\partial H_z}{\partial t} = -\frac{\partial E_y}{\partial x}, \quad (II')$$

откуда для E_y получаем телеграфное ур-ие:

$$\frac{\epsilon\mu}{c^2} \cdot \frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2} + \frac{4\pi\sigma\mu}{c^2} \cdot \frac{\partial E_y}{\partial t} = \frac{\partial^2 E_y}{\partial x^2} \quad (3')$$

Уравнение это имеет для случая монохроматической волны угловой частоты ω решение, аналогичное (9):

$$E_y = A_0 e^{i\omega(t - \frac{px}{c})}, \quad (11)$$

в к-ром величина p играет роль показателя преломления. Подставив (11) в (3'), получим для p комплексное выражение:

$$p = v - ik = \sqrt{\mu(\epsilon - i\frac{4\pi\sigma}{\omega})} \quad (12)$$

Эта величина p получила название комплексного показателя преломления и v проводящей среды; величину же [сравни (12) с (6)]

$$\bar{\epsilon} = \epsilon - i \cdot \frac{4\pi\sigma}{\omega} \quad (13)$$

играющую роль диэлектрич. коэфф-та, называют комплексным диэлектрич. коэфф-том. Физический смысл величин v и k становится ясным, если подставить у-рие (12) в у-рие (11):

$$E_y = A_0 e^{-\frac{\omega x}{c}} e^{i\omega(t - \frac{vx}{c})} \quad (14)$$

Таким образом v есть действительный показатель преломления проводящей среды, определяющий скорость распространения в ней V . э.; величина же k характеризует вызываемое проводимостью σ поглощение V . э. Величина k получила название и н д е к с а п о г л о щ е н и я. Из (12), отделяя действительную часть от мнимой, получаем:

$$v = \sqrt{\frac{\mu}{2} \left\{ \sqrt{\epsilon^2 + \frac{16\pi^2\sigma^2}{\omega^2}} + \epsilon \right\}}, \quad (15)$$

$$k = \sqrt{\frac{\mu}{2} \left\{ \sqrt{\epsilon^2 + \frac{16\pi^2\sigma^2}{\omega^2}} - \epsilon \right\}}.$$

Т. к. показатель преломления, согласно (15), зависит от частоты (длины волны), то в проводящей среде существует дисперсия V . э. Подставив (11) в (I'), получим:

$$H_z = \frac{p}{\mu} A_0 e^{-\frac{k\omega x}{c}} e^{i\omega(t - \frac{vx}{c})} \quad (16)$$

Т. о. магнитный вектор затухает по тому же закону, что и электрический. Комплексная амплитуда указывает на существование в поглощающей среде сдвига фаз между электрическим и магнитным векторами. Величина угла этого сдвига:

$$\delta = \arctg \frac{k}{v} \quad (17)$$

Для металлов можно в формулах (15) пренебречь диэлектрическим коэффициентом по сравнению с членом, зависящим от проводимости. В этом случае:

$$v = k = \sqrt{\frac{2\pi\sigma\mu}{\omega}} = \sqrt{\sigma\mu T} \quad (18)$$

Отражение и преломление В. э. На границе двух диэлектриков или диэлектрика и полупроводника падающая В. э. частью отражается, частью преломляется. Законы отражения и преломления В. э. совпадают с оптическими законами отражения и преломления поляризованной волны, в плоскости поляризации к-рой лежит магнитный вектор. Законы эти получаются из уравнений Максвелла и вытекающих из них, без каких-либо добавочных гипотез, пограничных условий. Условия эти следующие: на границе раздела тангенциальные (индекс t) составляющие электрического и магнитного напряжения не изменяются, т. е.

$$E_{t,1} = E_{t,2} \text{ и } H_{t,1} = H_{t,2}; \quad (19)$$

нормальные же составляющие (индекс n) удовлетворяют условиям:

$$\bar{\varepsilon}_1 E_{n,1} = \bar{\varepsilon}_2 E_{n,2} \text{ и } \mu_1 H_{n,1} = \mu_2 H_{n,2}, \quad (20)$$

где $\bar{\varepsilon}$ обозначает комплексный диэлектрич. коэфф., а значки 1 и 2 показывают к какой среде относятся соответствующие величины. При отражении амплитуда электрич. вектора меняет знак (происходит потеря полуволны), а магнитного—знак сохраняет. При нормальном падении амплитуды электрич. и магнитного векторов в падающей (индекс a) и в отраженной (индекс r) волне связаны соотношением:

$$\frac{A_r}{A_a} = \pm \frac{p-1}{p+1}. \quad (21)$$

Так как энергия пропорциональна квадрату амплитуды, то коэффициент отражения, определенный как отношение отраженной и падающей энергии для нормального падения, равен:

$$R = \frac{|A_r|^2}{|A_a|^2} = \left| \frac{p-1}{p+1} \right|^2. \quad (22)$$

В формулах (21) и (22) p обозначает вообще комплексный относительный показатель преломления двух сред, на границе которых происходит отражение. Для границы диэлектрик—металл, для которого выполняется уравнение (18):

$$R = 1 - \frac{2}{\sqrt{\mu\sigma T}}. \quad (22')$$

Величина R , приведенная в ур-ии (22'), весьма близка к 1; т. о. поверхность металла является почти идеальным зеркалом для В. э.

Стоячие В. э. Когда на плоскую металлическую поверхность нормально падает и отражается плоская В. э., то в пространстве перед зеркалом распространяются в прямо противоположные стороны две В. э. практически равных амплитуд. Наложение двух таких волн дает систему стоячих волн. Согласно предыдущему, имеем: в падающей волне

$$E_{ay} = E_0 e^{2\pi i \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)};$$

в отраженной волне

$$E_{ry} = -E_0 e^{2\pi i \left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right)}.$$

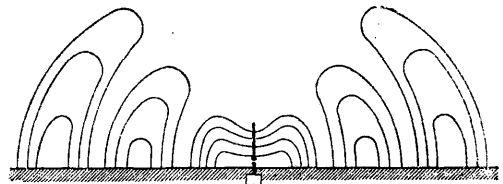
Сложив эти выражения и взяв действительную часть суммы, получаем для стоячей волны:

$$E_y = -2E_0 \sin 2\pi \frac{x}{\lambda} \sin 2\pi \frac{t}{T}. \quad (23)$$

Для напряжения магнитного поля в стоячей волне получается аналогично:

$$H_z = 2H_0 \cos 2\pi \frac{x}{\lambda} \cos 2\pi \frac{t}{T}. \quad (23')$$

Выражения эти показывают, что в стоячей В. э. между электрич. и магнитным векторами существует сдвиг фаз в четверть периода во времени и в четверть волны в пространстве. Т. о. пучности электрич. напряжения совпадают с узлами магнитного, и наоборот. В частности, на поверхности отражающего зеркала лежит узел электрического и пучность магнитного напряжений. В. э., испускаемые электрич. вибраторами (см. *Диполь электрически й*), находящимися в однородной изотропной среде, на достаточном расстоянии от вибратора (см. *Волновая зона*) представляют собою сферич. В. э., в центре к-рых находится излучающий вибратор (фиг. 3). С увеличением радиуса



Фиг. 3.

сферы, амплитуды электрического и магнитного полей таких волн убывают, как показал Герц, обратно пропорционально расстоянию от вибратора. В остальном свойства сферических В. э. аналогичны указанным выше свойствам волн плоских. В пределах небольшого телесного угла (δ') часть сферической волны можно считать плоской.

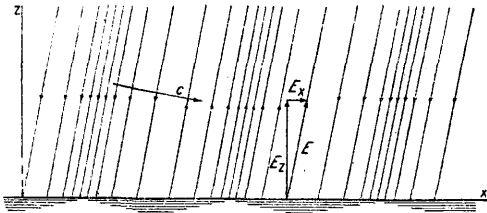
Распространение В. э. вдоль поверхности земли является для радиотехники вопросом первостепенной важности. Эта задача полностью до сих пор не разрешена в виду того, что крайне трудно учесть влияние всех факторов. Решение этой проблемы для частного случая [пренебрегая кривизной земной поверхности и в предположении, что земная поверхность является идеальным проводником ($\sigma = \infty$)] дал М. Абрагам. Результат, к к-рому приводит теория, для этого случая следующий: В. э., распространяющиеся от излучающего вибратора (антенны) в воздухе, совпадают с волнами, которые получились бы в отсутствии земли при условии, что, кроме реально существующего вибратора (антенны), излучает и его зеркальное изображение в поверхности земли. Все поле эл.-м. волн получается при этом симметричным относительно плоскости раздела (воздух—земля). Электрич. силы повсюду перпендикулярны к этой плоскости, магнитные—ей параллельны. Разумеется, реально существует только половина этого поля, распространяющаяся над плоскостью раздела—в воздухе.

Полное решение той же задачи для второго частного случая—почвы конечной проводимости—дано Зоммерфельдом. Главнейшие результаты этой математически весьма сложной теории следующие. От излучающего вибратора распространяются волны двух типов: в первой среде (воздух) и

во второй (почва) распространяются независимо две пространственные волны. Кроме того, вдоль поверхности раздела распространяется третья, поверхностная волна, амплитуды полей которой убывают обратно пропорционально корню квадратному из расстояния. Кроме того, вследствие поглощения энергии проводящей средой, амплитуды полей всех трех волн убывают по показательному закону. Затухание это—наибольшее для пространственной волны, распространяющейся в почве, и наименьшее для пространственной волны в воздухе. При не слишком больших затуханиях поверхностная волна на значительном протяжении вокруг вибратора (антенны) преобладает над волной пространственной. Однако, так как показательная функция убывает быстрее любой степенной, то, начиная с некоторого расстояния от антенны, начинает преобладать волна пространственная, распространяющаяся в воздухе. Вблизи поверхности земли электрич. поле наклонено в сторону распространения В. э. Амплитуды вертикальной и горизонтальной составляющих этого поля связаны соотношением:

$$\frac{E_{z_1}}{E_{x_1}} = \sqrt{\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}}, \quad (24)$$

где E_{z_1} и E_{x_1} — амплитуды вертикальной и горизонтальной составляющих в воздухе, ϵ_2 — комплексный диэлектрич. коэфф. почвы, ϵ_1 — диэлектрич. коэфф. воздуха. Соотношение это показывает, что вышеуказанные составляющие сдвинуты во времени по фазе. В результате этого вблизи поверхности земли получается вращающееся (эллиптическое) электрич. поле. Горизонтальная составляющая электрич. поля E_c (фиг. 4)



Фиг. 4.

указывает на существование составляющей вектора Пойнтинга (на фиг. стрелка c), направленной вертикально вниз и характеризующей поглощение энергии электромагнитных волн почвой.

Н. Теодорчик.

Практич. ф-лы. В приведенных выше двух частных случаях решения сложнейшей задачи радиотехники—распространения В. э. в условиях реальной обстановки—учтено слишком незначительное количество факторов, чтобы выведенные ф-лы могли соответствовать действительности. На самом деле в процессе распространения В. э. доминирующую роль играют еще следующие факторы: ионизация всякого рода, имеющаяся в атмосфере, существование на высоте 40—100 км так называемого слоя Хивисайда, земной магнетизм, солнечные пятна и др. Работы многих ученых (за последние годы Шулейкина, Мейснера, Эккерслея, Хоу, Остина и др.) до сих пор не привели к формуле,

количественно учитывающей все причины, влияющие на распространение В. э. всех длин. Подробный синтез решений по этому вопросу—см. *Электромагнитные волны и Волны короткие*. Ныне для практических целей расчета радиосвязи употребительны следующие две формулы:

1) Остина:

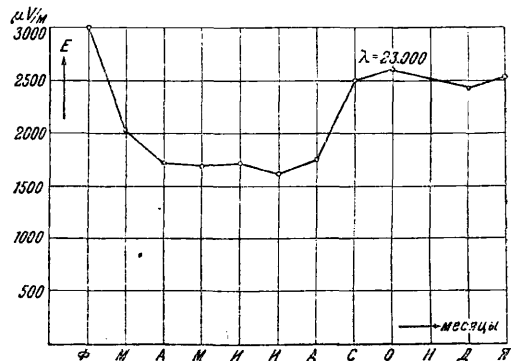
$$E = \frac{0,12\pi I h}{\lambda d} \cdot 10^6 e^{-\frac{0,0014d}{\lambda^{0,5}}},$$

где I —сила тока в антенне передающей радиостанции в А, h —действующая высота той же антенны, d —расстояние до приемной радиостанции, λ —длина волны радиопередачи (все длины—в км), E —напряженность электрич. поля в $\mu\text{V}/\text{м}$; формула действительна для условий передачи на волнах $\lambda > 300 \text{ м}$, днем, летом, по водной поверхности.

2) Эккерслея:

$$E = \frac{0,12\pi I h}{\lambda \sqrt{d\alpha}} \cdot 10^6 e^{-\frac{\alpha d}{\sqrt{\lambda}}},$$

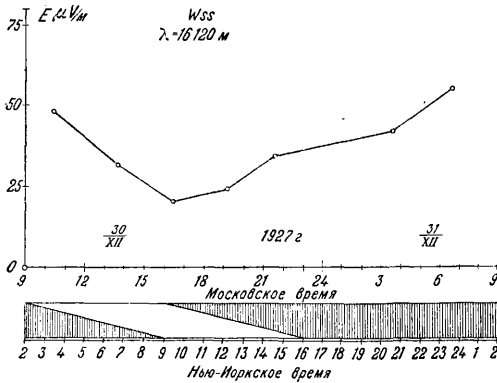
где E , I , h , λ и d —то же, что и выше, а $d_0 = \frac{4H^2}{\lambda}$ (H —высота слоя Хивисайда, часто принимаемая $\cong 40 \text{ км}$); $\alpha = 0,0011$ — $0,0022$ (обычно принимают $\alpha = 0,0016$). Зная E , легко получаем H по формуле: $E = cH$, где E и H выражены в электромагнитной системе единиц. Измерения величины E показывают резкие колебания ее в зависимости, главн. обр., от освещенности пространства, отделяющего приемную радиостанцию от передающей. Однако средние годовые значения измеряемого E часто хорошо согласуются с результатами по ф-ле Остина. Факторы, влияющие на распространение В. э. в условиях реальной обстановки, проявляются не только в виде колебаний силы поля по абсолютной величине (вектор E), но и в виде изменения направления фронта волны (вектора H , а следовательно, и вектора Пойнтинга). Колебания силы поля, зависящие от многих причин, имеют пока две твердо установленные периодичности: а) сезонное изменение напряженности, характеризующее, напр., на фиг. 5 графиком приема



Фиг. 5.

радиостанции Лафайет (Бордо) на расстоянии 460 км; б) суточное изменение той же величины, характеризующее, напр., графиком приема в Москве (Всесоюзным электротехническим ин-том) одной из радиостанций

С. Ш. А. (фиг. 6). Об изменении направления фронта волны и практич. последствиях этого см. *Пеленгаторы*. Вопрос распространения В. э. в целом решается учеными различных государств, при чем их работа координируется в I секции («Распространение электромагнитных волн») Международного



Фиг. 6.

союза по научному радио (U. R. S. I.), председателем которой состоит Л. В. Остин. Детали современного состояния закона радиопередачи освещены в последнем отчете Остина, напечатанном в «Proceedings of the Institute of Radio Engineers», N. Y., 1928, vol. 16, 3. Полная библиография по вопросу распространения В. э. имеется в книге А. Sacklowski, *Die Ausbreitung d. elektromagnetischen Wellen*, В., 1928.

Лит.: Хвольсон О. Д., *Курс физики*, т. 5, Берлин, 1923; Эйхенвальд А. А., *Теоретич. физика*, ч. I—Теория поля, М.—Л., 1926; *Enzyklopädie d. mathematischen Wissenschaften*, В. 5, Abt. 3, Н. I, p. 95, Lpz., 1909; Соhn E., *Das elektromagnetische Feld*, Berlin, 1927; Abraham M., *Theorie der Elektrizität*, В. 1, 6 Aufl., §§ 68—80, Leipzig, 1921; Ollendorff F., *Die Grundlagen d. Hochfrequenztechnik*, p. 479, Berlin, 1926; Mises R. u. Frank P., *Die Differential- u. Integralgleichungen d. Mechanik und Physik (Zugleich Riemann-Weber, Die partiellen Differentialgleichungen der mathematischen Physik)*, Brschw., 1927; Sommerfeld A., *Ausbreitung der Wellen in der drahtlosen Telegraphie*, «Ann. d. Phys.», Leipzig, 1909, В. 28, p. 665; Rüdtenberg R., *Aussendung und Empfang elektrischer Wellen*, Berlin, 1926. В. Баженов.

ВОЛОКНА м. б. растительного или животного происхождения.

Растительные волокна делятся на две группы: волоски (Trichomae) и лубовые (склеренхимные) В. Волоски вырастают из эпидермиса семя-



Фиг. 1.

иногда В. состоит из целых сосудистых пучков (Cocos nucifera) или даже из целой группы их (фиг. 4). Сосудистые пучки в виде тяжей пронизывают листья, стебли и корни

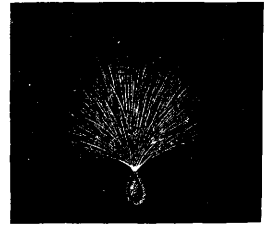
ны (Gossypium, Asclepias и другие), реже они состоят из одного (Cibotium) или нескольких (Eriophorum) рядов клеток. Длина и толщина волосков сильно колеблутся (табл. 1).

Табл. 1.—Предельные размеры волосков растений.

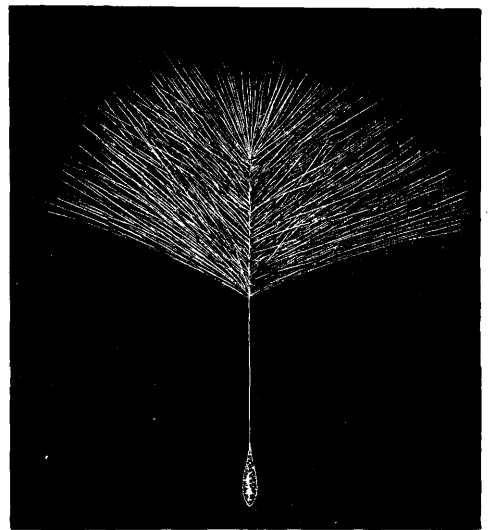
Растения	Длина в мм		Толщина в м.		
	min.	max.	min.	max.	чаще встреч.
Gossypium	10	60	12	45	20—38
Bombax	10	30	19	43	21—29
Asclepias curassavica	10	30	20	44	—
Calotropis gigantea	20	30	12	42	38
Strophanthus	10	56	49	92	—

Клеточные стенки волосков, покрытые снаружи кутикулой, а внутри очень тонким слоем высушенной протоплазмы, имеют в середине полость, заполненную воздухом. Волоски различных растений отличаются формой поперечного среза. В шерстяном к-те кутикула и протоплазма волосков нерастворимы.

Волокна лубовые представляют собою части сосудистых пучков, расположенных в стеблях двудольных растений (например Linum, Cannabis, Corchorus и др.) или в листьях однодольных (Aloë perfoliata, Agave sisalana, Musa textilis, Phormium tenax и др.), реже — в стеблях однодольных растений или плодов (напр. мочало, получаемое из растений Luffa cylindrica и L. acutangula).



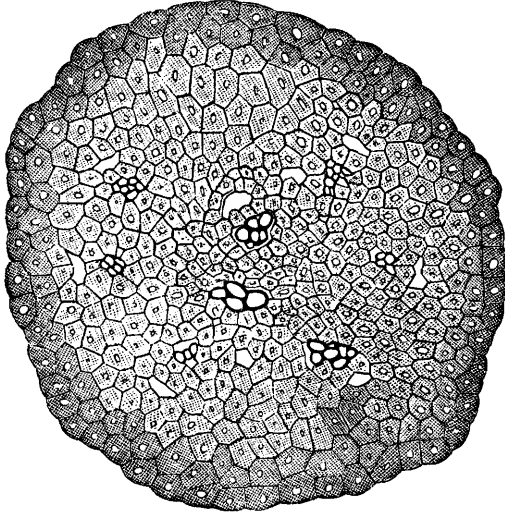
Фиг. 2.



Фиг. 3.

Иногда В. состоит из целых сосудистых пучков (Cocos nucifera) или даже из целой группы их (фиг. 4). Сосудистые пучки в виде тяжей пронизывают листья, стебли и корни

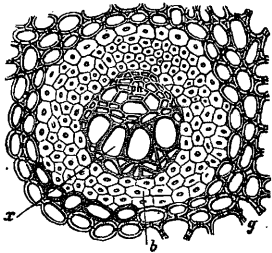
растения и состоят из флоемы и ксилемы. Элементарные волокна толстостенны, вытянуты в длину, к концам суживаются и внутри



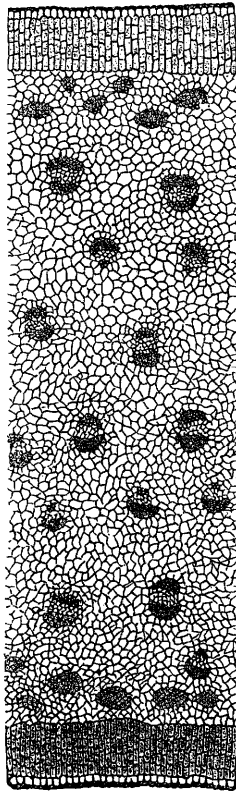
Фиг. 4.

имеют узкий и содержащий протоплазму канал. Размеры и форма элементарных волокон характерны для каждого вида волокна (табл. 2). Механические элементы, находящиеся в флоеме, называются обычно лубовыми, иногда — склеренхимными. Элементарные волокна склеены друг с другом пектиновым веществом.

В качестве прядильных волокон пригодны только коллатеральные (см. *Волокна прядильные*, фиг. 10) и гемиконцентрические сосудистые пучки (фиг. 5). В листьях однодольных, кроме коллатеральных и гемиконцентрич. сосудистых пучков, имеются еще простые, состоящие из одной механич. ткани (фиг. 6). Волокна получают отделением механических



Фиг. 5.



Фиг. 6.

лубовых тяжей от прочих тканей растения. Сырое технич. В. всегда содержит кроме механич. элементов и другие ткани растения.

Табл. 2.—Предельные размеры элементарных волокон.

Род волокна	Длина в мм		Толщина в μ		
	min.	max.	min.	max.	чаще встреч.
Джут	0,80	4,10	10—16	21—32	16—20
Лен	20	40	12	26	15—17
Новозеландский лен	2,50	5,60	8	19	19
Aloe perfoliata	1,30	3,70	15	24	—
Рами	—	220	16—40	80—126	50

Механич. элементы, находящиеся в ксилеме сосудистого пучка и называемые древесными В. (Libriform), не м. б. отделены от остальных волокнистых элементов ксилемы (сосудов, трахейд и т. д.), и потому древесина не находит применения в текстильном деле, но пригодна для бумажного и других производств. О волокнах животного происхождения см. *Волокна прядильные* и *Шерсть*.

Лит.: Wiesner J., Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, Leipzig, 1921; H ö h n e l F., Die Mikroskopie der technisch verwendeten Faserstoffe, 2 Auflage, Wien, 1905; Lecomte H., Textiles végétaux, Paris, 1892; V é t i l l a r d M., Études sur les fibres végétales textiles employées dans l'industrie, Paris, 1876. А. Дьяконов.

ВОЛОКНА ИСКУССТВЕННЫЕ, или синтетические, изготавливаемые из материала, не имеющего в естественном состоянии характера волокна. Наибольшее распространение имеют В. и., изготавливаемые из целлюлозы в виде непрерывной нити и получившие название искусственного шелка (см. *Вискоза*, *Вискозный шелк*, *Шелк искусственный*). Попытки получить искусственную нить из веществ животного происхождения практического применения не получили. Сюда относятся следующие искусственные нити: 1) из желатина, известные также под названием «вандура шелк», 2) из костяного клея по способу, предложенному Гельбраннером и Вале, 3) из казеина (способ Тотенгаупта), 4) из фибрина, получаемого из отбросов натурального шелка (способ Фолле и Дилле-ра). Все эти виды искусственных нитей не имеют достаточных прядильных и механических свойств.

Свойства В. и. характеризуются табл. 1 (по Р. Герцогу). Из этой таблицы видно, что искусственный шелк уступает натуральному в следующих отношениях: 1) в отношении полноты (круглоты) сечения, за исключением медноаммиачного шелка, который почти одинаков с натуральным; 2) в отношении уд. в., за исключением ацетата, к-рый обладает наименьшим удельным весом и имеет в этом отношении преимущество перед всеми видами шелка; 3) в тонине, которая в натуральной шелковине составляет по метрич. системе ок. № 7 500, в то время как самый тонкий из всех видов искусственного шелка, медноаммиачный, имеет тонину волокна от № 1 000 до № 7 300, т. е. его волокно значительно толще, и, кроме того, волокно искусственного шелка значительно менее однородно по тонине; 4) в отношении механических свойств крепость шелка в среднем равна 46 кг/мм² сечения нити, тогда как в искусственном шелке она колеблется от 10,22

Табл. 1.—Свойства искусственных элементарных волокон и нитей.

Свойства	Шелк натуральный	Шелк из нитроклетчатки		Медноаммиачный шелк	Вискоза	Ацетат англ.
		по Berl	по Obourgglas Mons			
Форма сечения отдельного волокна . . .	Кругловатая	Неправильная, иногда с вырезами		Кругловатая	Неправ. или кругловатая	Неправильн.
Набухание в воде . . .	Слабое, до 20 %	Более 30 %		Очень слабое, до 5 %		
Средний поперечник элементарного волокна в μ	12	22,4	18,3	11,0	14,7	21,1
Отношение наибольшего поперечника к наименьшему	1,12	1,48	1,50	1,20	1,29	3,73
Тонина волокна в денье	1,3	2,8—3,3—3,6	1,6—3,0—5,4	0,6—1,3—2,5	1,5—1,8—2,9	1,8—2,9—4,3
Полнота (круглота) сечения в %	88,3	45,3	59,6	84,6	67,7	28,3
Тонина волокна в № (метрич.)	7087—7788		881—2963	997—7344	1104—1798	556—1762
Сечение волокна в μ^2	118—103		728—225	600—390	600—366	1440—447
Коэфф. преломления света	1,567		1,532	1,538	1,536	1,447
Удельный вес	1,37		1,52	1,52	1,52	1,25
Титр испытуемой нити	—		97	130	123	—
Крепость в г: в воздухе	—		137,9	166	178,4	—
» в воде	—		88,1	37,1	57,0	—
Удлинение при разрыве в воздухе в %	—		8,7	13,8	13,8	12,8
Удлинение при разрыве в воде, в %	—		8,0	14,2	15,0	14,0
Разрывное усилие в воздухе в кг/мм ²	53—40		12,0	19,0	19,7	10,22
Разрывное усилие в воде в кг/мм ²	46,7—40		2,2	3,2	3,5	5,2

до 19,7; натуральный шелк, будучи погружен в воду, сохраняет 85% крепости, искусственный же шелк сохраняет лишь 17—18% и только шелк-ацетат сохраняет 51%, т. е. близко подходит к натуральному шелку. То же необходимо отметить и относительно

В последнее время начинают получать некоторое распространение короткие В. и. (Stapelfaser), получаемые тем же химич. путем, что и непрерывная искусственная нить, но с помощью другой прядильной аппаратуры. В производстве короткого В. и. наи-

большее распространение получил вискозный способ. Короткое В. и. прядется в смеси с шелковыми остатками (вистра), в смеси с шерстью (снифиль и др.), а также и самостоятельно. Данные для характеристики этого волокна приведены в таблице 2.

В. и. получили первоначально применение в изделиях, не требующих особой прочности, как то:

Табл. 2.—Характеристика коротких искусственных волокон (по Р. Герцогу).

Испытанные свойства	№ испытания							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Ширина волокна	52,1	37,3	37,1	42,5	66,5	47,9	57,1	19,1
Тонина	31,6	12,6	12,7	26,8	26,7	35,1	29,8	14,6
Отношение ширины к тонине	1,7	3,0	2,9	1,6	2,5	1,4	1,9	1,3
Сечение в μ^2	1 178	498	442	816	1 785	1 163	1 267	204
Полнота сечения в %	55,2	45,6	41,0	61,8	51,4	64,5	49,5	71,3
Тонина в денье	16,1	6,8	6,0	11,2	24,4	15,9	17,3	2,6

эластичности, к-рая у натурального шелка достигает 18—20%, а у искусственного не превышает 8,7—13,8%.

Следует, однако, отметить, что, при всей точности данных Р. Герцога, они относятся к 1923 г. и несколько устарели, т. к. за это время достигнуты большие успехи в смысле улучшения свойств искусственного шелка. Последние данные иностранной литературы определяют крепость лучших сортов искусственного шелка до 2 г на 1 денье; равным образом крепость во влажном состоянии значительно выше, чем указано у Р. Герцога: хорошие сорта вискозного шелка сохраняют от 37 до 51% крепости в сухом состоянии. Все же уменьшение крепости искусственного шелка во влажном состоянии является главн. недостатком этого волокна.

галстуки, трикотажные изделия, бассонные изделия, отделка дамских платьев, в виду их недостаточной практичности, отсутствия значительной тонины и потери крепости во влажном состоянии. Однако в настоящее время область применения искусственных волокон значительно расширилась в сторону более ответственных товаров (табл. 3).

Лит.: «Изв. текст. пром.», М., с 1925; «Текст. новости», М., с 1926; Ch a p l e t A. et R o u s s e t H., Les succédanés de la soie, Les soies artificielles, P., 1909; F a u s t O., Kunstseide, Dresden, 1927; F o l t z e r J., La soie artificielle et sa fabrication, 2 éd., Cormont, 1910; H e r z o g A., Die Unterscheidung d. natürlichen und künstlichen Seiden, Dresden, 1910; H ö l k e n M., Die Kunstseide auf dem Weltmarkt, Berlin, 1926; J e n t g e n H., Laboratoriumsbuch für d. Kunstseiden- u. Ersatzfaserstoff-Industrie, Halle, 1923; M a r g o s c h e s B. M., Über die Viscose, Lpz., 1904; S ü v e r n K., Die künstliche Seide, 5 Aufl., B., 1926; W u r t z E., Die Viscosekunstseidenfabrik, ihre Ma-

schinen und Apparate, Lpz., 1927; «Ch.-Z.»; «Journal of the Textile Institute», Manchester; «Kunststoffe», Mch.; «Die Kunstseide», B.; «Leipziger Monatschrift für Textil-Industrie», Lpz.; «Melliand's Textilberichte», Mannheim; «Revue des produits chimiques», Paris; «Z. ang. Ch.»; см. также Вискоза, Вискозный шелк и Шелк искусственный. В. Линде.

Новая область производства В. и. возникает благодаря открытию П. В. Веймарна, к-рый показал, что казеин, фибрин шелка, хитин насекомых и ракообразных, кератин и целый ряд других естественных белковых веществ способны подобно целлюлозе переходить в коллоидное, пластическое состояние. Для этого они д. б. обработаны на холоду или при незначительном нагревании, при обыкновенном давлении, концентрированными растворами солей, отличающихся свойством значительной гидратации в водных растворах, наприм. роданистого лития, роданистого калия, натрия, солей иодистоводородной к-ты и, в меньшей степени, даже

Табл. 3. — Мировое производство и потребление искусственного волокна в 1927 г. в т.

Названия стран	Производство	Потребление
Австрия	1 600	1 150
Бельгия	7 500	4 000
Чехо-Словакия	1 600	2 300
Франция	9 000	7 000
Германия	16 100	20 350
Великобритания	16 300	13 800
Голландия	7 500	1 150
Италия	16 800	7 700
Польша	1 250	900
Испания	150	2 050
Швейцария	4 050	2 950
Остальные страны Европы (в том числе и СССР)	750	1 600
Европа	82 600	64 950
Китай	—	1 150
Индия	—	4 050
Япония	4 050	5 450
Азия	4 050	10 650
Канада	1 150	2 150
С. Ш. А.	32 650	39 900
Остальные страны С. Америки	—	350
Ю. Америка	150	2 450
Америка	33 950	44 850
Австралия	—	1 350
В с е г о	120 600	121 800

раствором хлористого кальция. Панцири раков, омаров и другие содержащие хитин материалы переходят при этом в тягучие густые растворы (с содержанием до 30 % белкового вещества), которые, будучи пропущены через тончайшие трубочки, после фиксации спиртом образуют В. и. с весьма ценными текстильными свойствами: прочность, способность к окраске, стойкость по отношению к влаге, невысокая теплопроводность в нек-рых случаях превышает соответствующие свойства естественного шелка и нек-рых сортов шерсти. Интересно, что в том же сосуде можно одновременно получить и пластическую целлюлозу в смеси с описанной пластической массой белкового состава. Открытие Веймарна должно будет сыграть большую роль в смысле освобож-

дения громадных участков обработанной земли, занятых ныне во всех странах земного шара под культуру текстильных растений, для культуры зерновых хлебов; развитие индустрии В. и. должно оказать также влияние на понижение шелководства и овцеводства, в том случае, если искусственным волокнам суждено в большей или меньшей мере вытеснить с мирового рынка естественное волокно

Лит.: Weimarn P. P. «Kolloid-Ztschr.», Dresden, Sept. 1926, Juni 1927.

ВОЛОКНА ПРЯДИЛЬНЫЕ, естественные и искусственные волокна, обладающие свойствами прядомости (см. *Прядение*). В природе существует множество самых разнообразных волокон, но далеко не все они пригодны для прядения. Большое значение для прядомости волокон имеет, прежде всего, состояние, в котором волокно дается природой, т. е. количество и характер посторонних примесей и трудность отделения их от волокна: чем легче первичная обработка волокна, т. е. отделение и очистка его от посторонних веществ, тем лучше сохраняются во время обработки его природные свойства и тем дешевле обходится его обработка. Кроме того, прядильная способность волокна зависит от его собственного строения, т. е. от совокупности его физических и химических свойств.

1. Общие свойства В. п.

По своему строению В. п. весьма разнообразны; чаще они имеют форму ленты или неправильно сплюснутого цилиндра. Поверхность волокна д. б. более или менее шероховатой, что определяет его цепкость, а стало быть до известной степени и крепость изготавливаемой из волокна пряжи. Особенной цепкостью обладает шерстяное волокно, имеющее чешуеобразное строение и способное свойлачиваться, т. е. давать войлочную ткань непосредственно из волокна, без переработки его в пряжу. Строение В. п. определяется всего лучше под микроскопом. Длиною волокна называют длину распяленного волокна. Встречающиеся в прядении волокна имеют весьма различную длину, в пределах от 2—4 мм до непрерывной нити шелкового кокона. Современное состояние техники прядения позволяет перерабатывать в пряжу волокна самой различной длины, но особенно важной для прядения является однородность волокон по длине. Чем однороднее волокна по длине, тем они легче прядятся, тем равномернее и крепче получается из них пряжа. Наибольшую однородностью отличаются короткие волокна: хлопок, мериносовая шерсть. Тонкой и однородной волокна называется величина его поперечника, выраженная в μ . Если поперечное сечение волокна имеет не круглую форму, тонкой называется наибольший поперечник сечения; в литературе принято также выражать тонину В. п. номером пряжи. Тонина В. п. имеет большое значение для прядения: более тонкое волокно дает более тонкую пряжу, позволяет дать ей большую крутку, т. е. большее число кручений на единицу длины, и образует более крепкую пряжу. Крепость В. п. —

способность сопротивляться разрывающим усилиям—измеряется величиной нагрузки на волокно при разрыве и выражается в г; крепость на разрыв выражается также в кг на мм² сечения или, в виде разрывной длины, в м или, наконец, для шелка, в г на 1 денье титра. Чем выше крепость В. п., тем выше и крепость пряжи, а следовательно, и ее добротность. Удлинение при разрыве волокна есть приращение длины в момент разрыва, выраженное в % к первоначальной длине волокна. Способность прядильного волокна удлиняться—весьма ценное свойство, которое дает ему возможность сопротивляться механическим воздействиям при обработке и повышает прочность готового изделия. Величина удлинения при разрыве бывает весьма различна и колеблется от 2% у волокон растительного происхождения до 50% у нек-рых видов шерсти. Упругость волокна—способность восстанавливать свою форму, измененную под действием механич. усилий,—также является весьма ценным свойством волокна, т. к. дает ему возможность сохранять свою форму в процессе обработки и при употреблении готового изделия. Гибкость волокна важна потому, что ему приходится испытывать многочисленные изгибы при прядении, ткачестве, вязании и пр., а равно в условиях применения текстильных изделий. Установленных способов количественного определения гибкости нет, но, как правило, можно принять, что, чем тоньше волокно, тем оно более гибко; наибольшей гибкостью отличается шерстяное мериновое волокно. Некоторые виды текстильных изделий, например споньяльный шпагат, требуют определенной жесткости волокна, другие, наоборот,—мягкости. Волокна представляют в этом отношении большое разнообразие; мягкость и жесткость волокна определяются наощупь. Соответствующей обработкой, напр. сильной круткой, жесткость волокна м. б. увеличена, и, наоборот, различными способами химич. обработки она м. б. ослаблена. Уд. в. волокна колеблется от 1,25 до 1,60. Чем меньше уд. вес, тем легче по весу вырабатываемое изделие, и потому В. п. меньшего уд. веса (при прочих одинаковых качествах) являются более желательными для производства. Теплопроводность, зависящая от природы волокна и его строения, бывает весьма различна и м. б. определена общими физическ. методами измерения теплопроводности. Чем ниже теплопроводность, тем ценнее волокно. Наименьшей теплопроводностью обладает волокно шерстяное. Некоторые виды изделий по своему назначению д. б. огнестойки, но все волокна растительного и животного происхождения, а также искусственное В. п., лишены этого свойства и легко воспламеняются. Единственным волокном, обладающим огнестойкостью, является асбестовое волокно (см. *Асбест*). Натуральные цвет и блеск В. п. не имеют большого значения для производства, т. к. огромное большинство изделий из волокна красится в искусственные цвета. По большей части В. п. обладают однородной естественной окраской и способностью легко принимать искусственное

окрашивание. Устойчивость естественной окраски обычно рассматривается как недостаток, затрудняющий искусственное крашение. Блеск является желательным свойством, т. к. указывает на известную чистоту, правильность форм и гладкость волокон. Блеск готовых изделий м. б. усилен соответственной обработкой.

Гигроскопичность является одним из основных свойств В. п. Некоторые виды ткани, напр. носильное белье, полотенца, и некоторые технич. ткани, требуют высокой гигроскопичности; наоборот, другие фабрикации, как верхняя одежда, д. б. менее гигроскопичны. Соответствующей аппаратурой гигроскопичность волокон может быть значительно понижена.

Вследствие своих гигроскопич. свойств волокно всегда заключает в себе известное количество влаги. Влажность волокнистых материалов и стандартные нормы ее имеют большое значение в двух отношениях: 1) при обороте больших партий текстильного сырья даже незначительные колебания в %-ном содержании воды могут дать огромную разницу в общей стоимости сырья; 2) влажность оказывает громадное влияние на прядильные свойства материала, а в дальнейшем и на качество получаемой ткани. Определение влажности производится путем высушивания волокнистых материалов при 100—110°, в так называемых кондиционных аппаратах. Международные стандарты влажности приняты в 1875 г. на Туринском конгрессе. Весьма большая работа по установлению средней влажности разных волокнистых материалов проделана проф. В. Г. Шапошниковым. Полученные им данные (табл. 1), являющиеся средними из почти ежедневных наблюдений в течение 18 месяцев, а для льна—нескольких лет, значительно отклоняются от туринских норм. Туринские нормы соответствуют примерно 70% относительной влажности волокнистых материалов и температуре в 20—24°.

Табл. 1.—Влажность волокон.

Волокно	Туринск. нормы в %	Средние из данных В. Г. Шапошникова в %	%-ное отношение указан. норм
Хлопок	8,5	11,66	137,2
Шелк натуральн.	10	13,75	137,5
Лен	12	14,15	117,9
Пеньна	12	14,72	122,7
Джут	14	16,35	116,8
Вискозный шелк	13	18,79	144,2
Шерсть кардная			
аппаратная . .	17	19,56	107,1
Шерсть гребенная, камвольная пряжа . .	18,25	19,54	115,1

Влажность волокнистых материалов зависит от: 1) природы и происхождения волокна, 2) относительной влажности воздуха (главный фактор, с возрастанием которого увеличивается и влажность волокна), 3) температуры, 4) атмосферного давления. При повышении t° влажность, при прочих равных условиях, незначительно понижается, при увеличении давления—повышается. Так. обр. количество воды в данном волокнистом материале, при установившемся рав-

новесии с окружающей средой, есть функция нескольких переменных. Проф. Миллер (Дрезд. политехникум), в результате исследований влажности волокон, придал этой функции вид:

$$W = (\alpha + \beta \cdot \varphi) \sqrt[4]{100 - t},$$

где W —содержание влаги в волокне в % от веса абсолютно сухого вещества, φ —относительная влажность воздуха в %, t —температура в пределах от 9 до 26°; α и β —эмпирич. коэфф-ты, зависящие от природы волокнистого материала, а именно:

	α	β
Хлопок	0,8057	0,02912
Лен	1,233	1,03055
Шелк	2,188	0,01640
Камвольная шерсть	2,8	0,02938

Как указал В. Г. Шапошников, эта формула не отвечает практическим наблюдениям, остающимся до сих пор основой для выработки нормальных стандартов влажности волокна. Кривые, построенные Миллером и Шлезингом для выражения зависимости содержания воды от относительной влажности, имеют одинаковый характер для различных волокнистых материалов: сначала они вогнуты, затем проходят точку перегиба, приближаясь к прямой, и далее становятся выпуклыми. Кривые поглощения влажности волокном и последующего обезвоживания волокна не совпадают и указывают на явление гистерезиса; при данной влажности воздуха содержание воды в волокнистых материалах может иметь разные, хотя и близкие значения, в зависимости от предыдущих гигроскопич. состояний волокна. Игнорированием этого явления можно отчасти объяснить тот факт, что разные исследователи получили для одних и тех же волокнистых материалов, напр. для американского хлопка, неодинаковую зависимость между содержанием влаги и относительной влажностью воздуха. От содержания влаги в хлопке зависит его электропроводность: при повышении относительной влажности воздуха с 20 на 60 % электропроводность хлопка возрастает во много раз. Благодаря этому скопляющийся на хлопке в процессе прядения электрический заряд, распределяясь на большую площадь, уже не оказывает вредного влияния на эффект прядения. Повышение t° тоже повышает электропроводность хлопка, но в гораздо меньшей степени. Наблюдения Шапошникова показали, что союзный хлопок впитывает меньше влаги, чем американский, так что норма для него не должна превышать 85 % стандарта. Для льна, как следует из тех же работ, норму следует повысить приблизительно на 2 %. Кроме того, Шапошников указал, что «сопоставление результатов опытов, производимых в естественных и искусственных условиях, невозможно, т. к. в последнем случае зачастую при меньшей влажности и высшей t° получается большее содержание воды, благодаря постоянству условий, в особенности при состоянии воздуха, близком к насыщению».

Лит. (по вопр. о влажности волокнистых материалов): Державин А. Н., «Изв. текст. пром. и торг.», Москва, 1926, 2, 3, 12; Шапошников В. Г., там же, 4, 14, 23; Ковалько В. Н., там

же, 7; Сытнин К. В., там же, 1927, 9—10; Шапошников В. Г., Влажность русских льнов, Киев, 1917; его же, «Вестн. льняного дела», М., 1925, кн. 9, сент.; «Изв. Об-ва для содействия улучш. и разв. мануф. пром.», М., 1914, т. 17; «СР», 1893.

II. В. п. растительного происхождения.

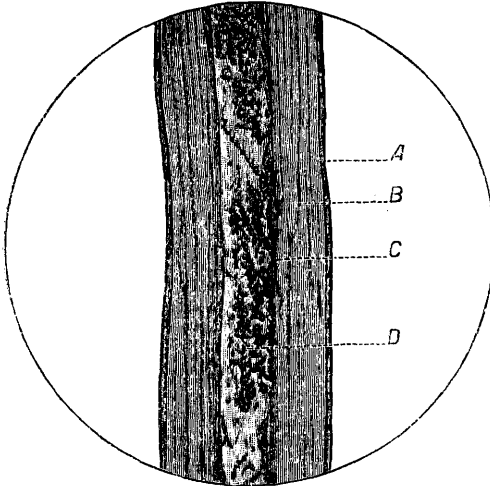
К В. п. растительного происхождения относятся: 1) волоски, образующиеся на семенах и плодах,—хлопок, капок и растительный шелк; 2) волокна, добываемые из стеблей,—лен, пенька, джут, кенаф, канатник, рами, крапива, кендырь, сунн; 3) волокна, добываемые из листьев,—манильская пенька, сизаль, маврикийская пенька, новозеландский лен, санзвьера, юкка, пиасава, панамская солома, ананас, эспарто, лесная шерсть; 4) волокна, добываемые из плодов,—коир.

I. Волоски от семян и плодов. 1) Хлопок представляет собою продукт растения, называемого хлопчатником, *Gossypium*, семейства мальвовых (*Malvaceae*). Известно довольно много видов хлопчатника, из которых главные: *G. barbadense*, *G. hirsutum*, *G. herbaceum* и *G. peruvianum*. К первому виду относится америк. длинноволосый хлопок си-айленд, сбор которого в настоящее время, благодаря опустошениям, произведенным долгоносиком, понизился почти до нуля. Ко второму виду относятся американ. хлопок упланд, техасский, орлеанский и др.; этот вид в количественном отношении стоит на первом месте и хорошо известен у нас, так как в большом количестве перерабатывается на фабриках СССР. Из семян сорта упланд образовался и наш хлопок, известный теперь под названием союзного хлопка американск. семян. К третьему виду относятся сорта индийского хлопка, а также союзный хлопок местных семян. К четвертому виду относятся хлопки бразильские и перувианские. Разные сорта египетского хлопка относятся к первым трем видам.

Прозревание и успешное взыревание волокон ограничено определенной географической зоной. Границей последней считаются, примерно, 40° с. ш. и 30° ю. ш. Главнейшими местами возделывания хлопчатника в настоящее время являются: С. Ш. А., Индия, Египет, Южная Америка (Бразилия, Перу и др.), Туркестан, Закавказье, Китай, Япония. В современных условиях возделывания хлопчатник является однолетним растением. Подготовка почвы для посева происходит в разных странах в разное время, в зависимости от географического положения. В среднем через неделю после посева молодое растение выходит из земли. Обычно через сорок дней после этого появляется на кусте первый бутон, а еще через 20—30 дней начинается цветение. Появление бутонов, цветение и созревание коробочек с семенами происходит на кусте постепенно, начиная с нижних его ветвей. Венчик хлопчатника, имеющий цвет от белого до красного, опадает через 3—4 дня. Созревание коробочки продолжается от 50 до 60 дней. К этому времени вполне вызревают волокна, к-рыми покрыты семена. Коробочка лопается, раскрывается, и волокна выступают наружу. Коробочка имеет от 3 до 5 (чаще 4) ячеек.

По мере раскрытия коробочек (начиная с нижних ветвей) происходит и сбор хлопка. У нек-рых сортов хлопчатника (напр. союзн. хлопок местных семян) коробочка совсем не раскрывается.

Очистка хлопка. Собранный хлопок-сырец, представляющий собой семена, покрытые волокнами, подвергается очистке посредством джинов на хлопкоочистительных заводах. На этих машинах волокна хлопка отделяются от семени, а вместе с тем производится очистка хлопка от посторонних примесей—частиц листка и коробочки и т. п. Полученное волокно пресуют в кипы. В таком виде хлопок перевозят к месту потребления, т. е. на прядильные ф-ки. В кипе хлопок находится в сильно спрессованном состоянии; при этом волокна очень перепутаны и имеют различные посторонние примеси, от к-рых они только частично могли быть освобождены на хлопкоочистительном заводе. При оценке хлопка как прядильного материала имеют значение не только свойства отдельных волокон, по-

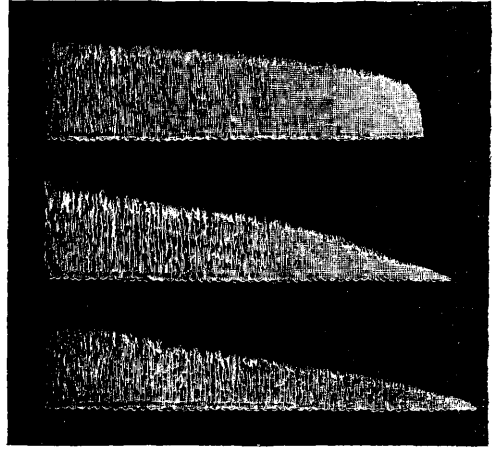


Фиг. 1.

и свойства хлопка в целом. Волокна хлопка по химич. составу представляют собою почти чистую целлюлозу (до 85—90%). Хлопковое волокно есть удлиненная, лентообразная клетка, внутри которой имеется так называемый канал, в начале роста и созревания наполненный протоплазмой. Со зрелостью волокна протоплазма исчезает из канала. Строение зрелого волокна изображено на фиг. 1: *A*—наружный слой, или кутикула, представляющая внешний покров; *B*—стенка волокна, состоящая из целлюлозы; *C*—внутренний слой; *D*—канал. Снаружи волокно покрыто слоем воска.

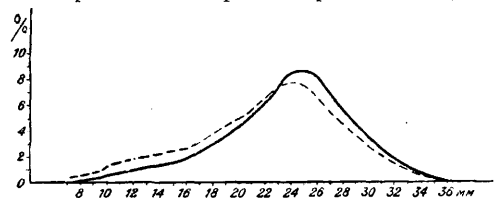
Свойства хлопкового волокна. Каждому сорту хлопка соответствует определенная длина его волокна, колеблющаяся лишь в известных пределах. Все разнообразие в длине волокон данного образца хлопка наглядно изображается при помощи диаграмм. Существуют два вида диаграмм: штапельная и кривая распределения. Штапельная диаграмма (фиг. 2) получится, если все волокна расположить рядом по убыва-

ющей длине. Диаграмма наглядно показывает максимальную и минимальную длину волокон, количество коротких волокон и пр. Средняя длина м. б. определена измерением площади диаграммы и делением на



Фиг. 2.

длину диаграммы. Та длина, которой соответствует наименьший уклон кривой, есть наиболее часто встречающаяся, так назыв. модальная длина. Чем отложе кривая, тем равномернее хлопок по длине. На кривой распределения (фиг. 3) по оси ординат откладывается количество волокон, соответствующее каждому из значений длины, отмеченных на оси абсцисс. Кривая будет иметь несколько различных вид в зависимости от того, считать ли количество волокон той или иной длины по числу их (пунктирная кривая) или по весу (сплошная кривая). В последнем случае (принятом в СССР) кривая несколько смещается вправо, т. е. в левой части идет несколько ниже, а в правой—несколько выше, чем в первом случае. По кривой распределения легко определить модальную длину: она соответствует вершине кривой; среднюю длину легко определить арифметическим подсчетом; равномерность длины характеризуется формой кривой: чем равномернее длина, тем



Фиг. 3.

выше ложится кривая в средней своей части. Получаемые в результате исследования кривые распределения довольно близко совпадают с теоретической кривой, выраженной уравнением

$$y = \frac{100h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2 x^2},$$

где h —параметр. Чем больше h , тем выше ложится кривая, т. е. тем равномернее

хлопок по своей длине. Практически равномерность очень удобно характеризовать суммой процентных колич. волокон пяти длин (через 1 мм), наиболее сильно представленных,—др. словами, группирующихся близ модальной длины. Эти волокна образуют базу данного хлопка. Так, если модальная длина 25 мм, в базу должны быть включены волокна длиной 23, 24, 25, 26 и 27 мм. Количество всех этих волокон в % от всего количества есть величина базы. Чем равномернее хлопок, тем больше база. В общем исследования показали, что для более длинноволосых хлопков, т. е. обладающих большей модальной длиной, база имеет тенденцию к понижению, т. е. длинноволосые хлопки, в общем, менее равномерны. Принятая на практике терминология для обозначения длины, определяемая по известным правилам ручным методом, помощью отбора штапеля и измерения его, характеризует длину волокна данного хлопка числовой величиной, превышающей модальную длину. Она довольно близко совпадает со средней длиной для правой части диаграммы (считая правую часть от модальной длины, т. е. от высшей точки кривой распределения). Для разных хлопков одного и того же сорта как длина, так и равномерность м. б. весьма различны, но для каждого сорта хлопка существуют известные характерные величины и пределы отклонений. Так, для союзного хлопка америк. семян наиболее характерны длины 27/28—28/29 мм (модальная длина 24,5—25,5 мм) с отклонением в ту и другую сторону от указанных величин до 2 мм. База при этом имеет величину около 40% с колебанием в ту и другую сторону до 3—4%. Союзный хлопок местных семян дает короткое волокно. Можно считать установленным, что для прядения основы средних номеров необходимо хлопок не короче 28/29 мм, при удовлетворительных остальных свойствах. Прядение основы из более короткого хлопка возможно только с применением повышенной крутки и пониженной скорости обработки.

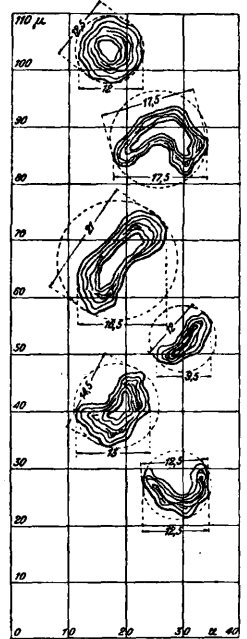


Фиг. 4.

Крепость и удлинение. Подобно длине, крепость волокна также весьма разнообразна в пределах одного и того же небольшого образца хлопка. Наряду с волокнами, крепость которых весьма незначительна, попадают волокна, достигающие крепости 12—14 г и выше. И здесь, помимо вычисления средней крепости, представляют интерес такие кривые распределения, где по оси абсцисс отложена крепость в г по динамометру, а по оси ординат—число волокон, давших эту крепость, в % от всего числа. Тому или иному сорту хлопка соответствует более или менее определенная величина средней крепости и удлинения, хотя и здесь отклонения от средней величины бывают очень значительны, в зависимости от района происхождения, года и условий произрастания. Для союзного хлопка

американ. семян и для американ. хлопка нормальной средней крепостью можно считать 5—6 г; удлинение же волокна колеблется от 3 до 5%. Кроме абсолютных значений крепости и удлинения волокна большое значение имеют характер кривой разрыва и величина работы, необходимая для разрыва. В этом отношении произведенных исследований еще недостаточно, чтобы можно было делать какие-либо окончательные выводы. Уд. вес хлопков. волокна 1,5.

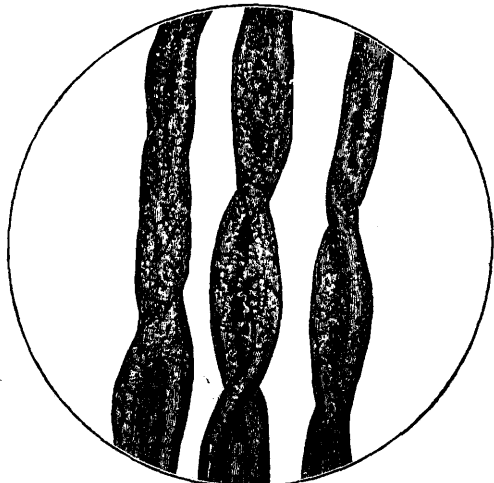
Извитость волокна есть то свойство, которое делает возможным прядение хлопка. На фиг. 4 показано хлопковое волокно при большом увеличении. Благодаря извиткам ширина волокна не постоянна, при чем извитки обычно в ту и другую сторону чередуются между собою. По длине извитки расположены очень неправильно: в одном и том же волокне есть извитки и очень короткие и очень длинные; кроме того, есть участки сплошь извитые и есть участки, совершенно лишенные извитков. Исследования показывают, что в общем наиболее извитой частью волокна является его средняя часть. В отношении извитости можно определять среднюю извитость волокна, характеризуя ее числом извитков на единицу длины волокна и, кроме того, средней длиной извитка. Некоторые исследователи определяют при этом извитость только на участке в 10 мм в середине волокна, т. е. на том участке, который подвергается в дальнейшем разрыву на динамометре. Извитость волокна весьма разнообразна. Она находится в большой зависимости от степени зрелости; зрелое волокно обладает большой извитостью, волокна же незрелые и незрелые извиты значительно слабее. Зрелое волокно при хорошей извитости имеет в среднем 6—7 извитков на 1 мм в среднем участке, но в отдельных случаях встречаются отклонения на 2—3 и даже более извитков. С влажностью извитость уменьшается. Благодаря извитости при сдавливании волокон между ними возбуждаются большие силы трения; последние появляются при крутке пряжи. При разрыве нити далеко не все волокна разрываются, а многие из них выкальзывают из нити. Крепость нити в значительной степени зависит от трения между волокнами, а следовательно, и от их извитости. Описываемое свойство волокна часто называют цепкостью, к-рая может быть оценена, правда, очень приблизительно, и при ручном исследовании хлопка.



Фиг. 5.

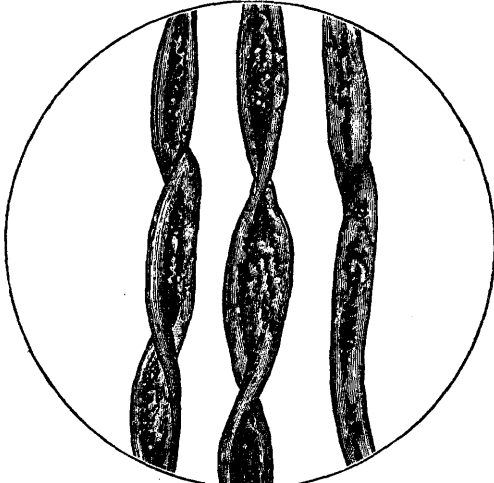
Т. Э. т. IV.

Тонина. На фиг. 5 показан ряд поперечных сечений волокна. По длине волокна тонина меняется в общем незначительно, но конец волокна возле семени бывает обычно толще, а противоположный конец, наоборот, всегда несколько тоньше. Самый конец



Фиг. 6. Зрелые волокна хлопка, $\times 200$.

волокна, длиной иногда до нескольких мм, т. н. острый конец, значительно тоньше и лишен при этом извитости. Во время прядения этот острый конец очень часто отрывается. Чем тоньше волокно, тем больше ценность хлопка как прядильного материала: в сечении нити помещается большее число волокон, они распределяются более правильно, и получается более равномерная пряжа. Сопротивление растаскиванию волокон при этом увеличивается, что ведет к повышению крепости пряжи. Совершенно естественно, что из хлопка с более тонким

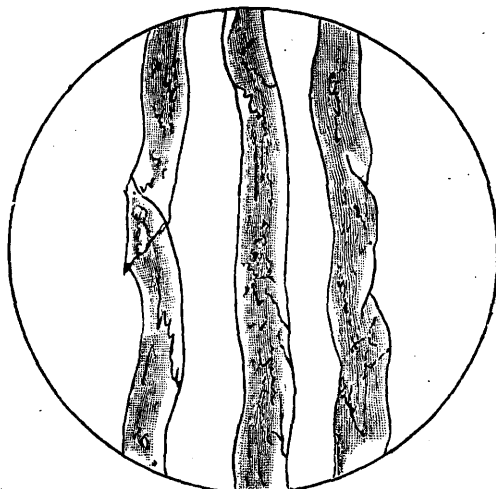


Фиг. 7. Недозрелые волокна хлопка, $\times 200$.

волокном можно выпрясть пряжу более высокого номера. Исследования показывают, что у длинноволосого хлопка волокно вместе с тем и более тонкое. Так, наилучшей тониной обладают длинноволосые хлопки:

американ. си-айленд и нижнеегипетский (в среднем 15—16 μ). Союзный хлопок американских семян имеет тонину в среднем около 19—20 μ , немного уступаая в этом отношении американскому. Союзный хлопок местных семян значительно грубее; его тонина обычно превышает 20 μ .

Зрелость волокна является очень важным элементом качества хлопка. Развитие волокна возможно только при определенных условиях: оно должно закончиться до наступления морозов, в противном случае волокно уже не достигнет полной зрелости. Т. к. рост и развитие волокон совершаются не одновременно, то собранный хлопок содержит волокна разной степени зрелости. В этом отношении чаще всего различают 3—4 градации, легко распознаваемые под микроскопом. Зрелое волокно (фиг. 6) хорошо извито, с хорошо видимой структурой; незрелое волокно (фиг. 7) обладает и меньшей извитостью и менее определенной структурой; мертвое и незрелое волокно (фиг. 8) совершенно прозрачно, канал едва



Фиг. 8. Мертвые и незрелые волокна хлопка, $\times 200$.

различим, извитость почти или совсем отсутствует. Между зрелостью и крепостью В. п. существует определенное соотношение. Мертвые и незрелые В. п. дают в среднем крепость ок. 1—2 г; незрелые—3—4 г; зрелые—обычно более 4 г. Незрелые волокна считаются вредными для производства гл. обр. потому, что они не прокрашиваются.

Цвет нормальных хлопковых волокон колеблется от белого до кремового. Египетский хлопок имеет желтоватый цвет; в американск. хлопке кремовый цвет встречается в различных оттенках; в союзном хлопке желтоватый оттенок был всегда свойствен хлопку Ташкентского района. От такого рода оттенков, свойственных вполне здоровому и хорошему хлопку, необходимо отличать оттенки серовато-землистые, характеризующие некоторую вялость хлопка, а также оттенки желтого цвета, характеризующие недостаточную зрелость. Если недостаточно вызревший хлопок застигнут на корню морозом и, следовательно, имеет после сбора мно-

го незрелых волокон, то он приобретает в большей или меньшей степени желтоватый оттенок. Хлопок первого и второго сборов, совершаемых обычно до наступления морозов, имеет белый цвет, и волокно его зрелое. Хлопок, собранный после наступления морозов, имеет желтый оттенок и незрелые волокна. Чем позже собран хлопок, тем, вообще говоря, сильнее его желтизна, тем больше в нем незрелых волокон и тем ниже его качества. Шелковистость и блеск хлопка являются положит. свойствами волокон. Они в особенности свойственны египет. хлопку.

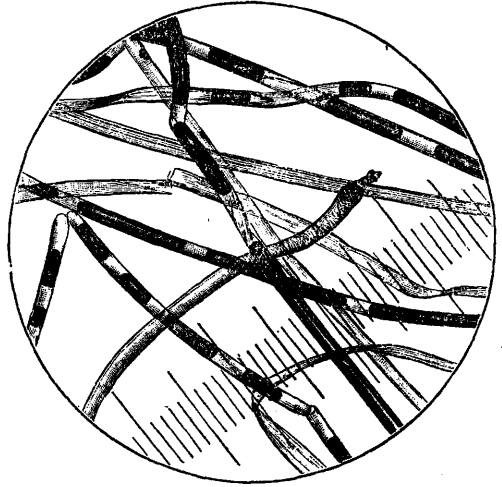
Гигроскопичность и влажность хлопка, как уже было указано, сильно влияют на многие свойства волокна, напр. на крепость, извитость и т. п. Кроме того, при слишком большой влажности хранение и обработка хлопка встречают определенные затруднения. Америк. хлопок прибывает к нам с влажностью в среднем ок. 9%. В общем наши ф-ки получают хлопок с влажностью от 6 до 12%. В небольшом количестве хлопка, преимущественно самых последних сборов, влажность превышает указанный предел. См. *Хлопок*.

Лит.: Зайцев Г. С., Хлопчатник, М., 1925; Понятовский С., Опыт изучения хлопководства в Туркестане и Закасп. обл., СПб, 1913; «Хлопковое дело», М., с 1922; «Известия текстильной промышленности», М., с 1921; Balls L., The Development and Properties of Raw Cotton, London, 1915; Bowman F. H., The Structure of the Cotton Fibre, L., 1908; «Annual Reports of the British Cotton Growing Association», Manchester; The Cotton Year Book, Manchester; «Bulletin de l'Association Cotonnière Coloniale», P.; Kuhn H., Die Baumwolle, ihre Kultur, Struktur und Verbreitung, Wien, 1892; Orpel A., Die Baumwolle, Leipzig, 1902; Pietsch M., Die Baumwolle, Leipzig, 1916.

В. Зотиков.

2) Капок представляет собою волоски из плодовых коробочек нескольких родов семейства Bombacaceae (Bombax, Eriodendron, Chorisia, Ochroma). Все эти растения—по преимуществу деревья. Главнейшим производителем волокна, идущего под названием капока, является вид Eriodendron anfractuosum D. C. (синонимы: Ceiba pentandra Gaertn., Bombax pentandrum, Gossampinus alba Ham.), представляющий собою в диком состоянии высокое дерево, распространенное теперь во всех тропич. странах. Главнейшим поставщиком капока является остров Ява, дающий до 80% всего капока, поступающего на мировой рынок (Визнер). Плоды-коробочки капока, длиной 12—20 см, содержат голые семена, к-рые погружены в массу тонких волосков, прикрепленных к внутренней стенке коробочки (в отличие от хлопка, у которого волоски сидят на самих семенах). Зрелые коробочки, начавшие уже раскрываться, освобождают от волокнистой массы и семян; последние отделяют от волокон при помощи особой машины. Затем волокно сушится, сортируется и упаковывается в кипы по 30—45 кз, поступая в таком виде в продажу. Капок представляет собою мягкую шелковистую массу волоконца, желтоватого или светлокорицевого цвета. Крепость волоконца весьма мала, что объясняется значительной тониной их стенок. Характерной особенностью капока является его способность поддерживать на воде груз в 37 раз больший, чем его масса, в виду чего его применяют для набив-

ки спасательных поясов. По удалении из воды капок быстро высыхает, нисколько при этом не изменяя своих свойств. Длина волокна составляет 1—3,5 см, диаметр—18—44 μ (Тоблер). Под микроскопом (фиг. 9)



Фиг. 9. Капок, $\times 116$.

волоски капока представляются в виде тонкостенных цилиндров, трубочек, равномерно расширяющихся к основанию и имеющих здесь тонкие сетчатые утолщения. Широкая полость волоконца заполнена воздухом, который под микроскопом кажется черным. Тониной стенок, сетчатыми утолщениями у основания и отсутствием извитости капок легко отличается от хлопка. Стенки клетки снаружи покрыты тонкой кутикулой; от действия флороглюцина и соляной кислоты они окрашиваются в бледно-красный цвет—доказательство небольшого их одревеснения. Капок употребляется гл. обр. в качестве набивочного материала для матрацев, подушек, мебели и т. п., а также, как указано, для спасательных поясов. Попытки прядения капока отдельно или в смеси с хлопком практического значения не имели. Вывоз капока с Явы в т: в 1906 г.—5 700, в 1909 г.—8 300 (Визнер), в 1911 г.—9 900, в 1921 г.—17 000 (Метьюз). Мировая продукция капока составила в 1913, 1923 и 1925 гг. 11 000, 15 600 и 16 000 т (Р. Герцог).

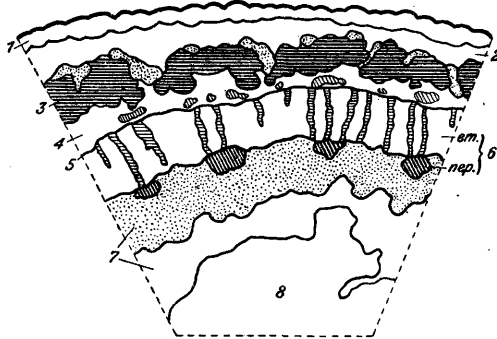
3) Растительный шелк—имеющие сильно шелковистый блеск волоски семян многих растений (Asclepias, Calotropis, Strophanthus, Marsdenia, Beaumontia и многие другие). Неоднократные опыты прядения растительного шелка не дали положительных результатов вследствие большой гладкости и отсутствия цепкости волокон. Растительный шелк иногда применяется для изготовления искусственных цветов, ваты и в качестве набивочного материала.

А. Бояркин.

2. В. п., добываемые из стеблей. 1) Лен. Лен обыкновенный (*Linum usitatissimum*), семейства Linaceae,—травянистое однолетнее растение; однако существуют и многолетние виды льна. Принятые в настоящее время в культуре сорта льна относятся к разновидности *Linum usitatissimum vulgare*, в пределах которой различаются формы:

а) длинностебельные, мало ветвящиеся, с малым числом семенных коробочек, т. н. ленрастун, или долгунец, культивируемый на волокно, и б) короткие и толстостебельные, ветвящиеся, многокоробочные, так наз. ленкудряш, рогац, степной лен, дающий семя для масляного производства. В культуре льна существуют три направления: 1) культура только на волокна, 2) только на семена и 3) смешанная, при чем в последнем случае роль главного и побочного продукта меняется в зависимости от условий рынка. У нас в Союзе ССР преобладает смешанная культура. До 1914 года под льном в России было около 2% общей площади посевов, при чем $\frac{3}{4}$ посевов падало на нечерноземную полосу, где главным продуктом является волокно, а побочным—семена; на юге же, в черноземных областях, лен сеют преимущественно на семя (на масло). Волокна льна, представляя собою в анатомич. смысле лубяные волокна льняного стебля, в химич. отношении являются типичной клетчаткой: технич. волокно льна содержит около 83—87% целлюлозы. Лен не особенно требователен к климату. Vegetационный период в 3—4 мес. дает возможность льну довольствоваться сравнительно коротким северным летом, и потому культура его может доходить до 62—63 параллели. На крайнем севере семена льна, однако, не вызревают, и приходится посев вести привозными семенами. Для вызревания семян необходимо, чтобы сумма средних дневных темп-р за вегетационный период составляла 1450°. Для получения волокна высшего качества необходим ровный влажный климат. Сев. Германия, Голландия, Бельгия, сев. Франция, Англия и Ирландия, отвечая этим условиям, дают лучший лен. В СССР близки к этим условиям северо-западные губернии; хороший лен дают также губернии: Ярославская, Костромская, Вологодская и Северодвинская. Почва для культуры на волокно д. б. в известной степени плодородной, чистой от сорных трав и достаточно влажной. Тяжелые глинистые и легкие песчаные почвы считаются мало пригодными под лен; известковые тоже не подходят, т. к. на них получается хрупкое волокно. Лучшими почвами под лен считаются почвы средней связности, содержащие в достаточном количестве удобоусвояемые формы азота, извести, калия и фосфорной к-ты. Хороший урожай льна требует с 1 га в кг: $K_2O—46$; $CaO—30$; $P_2O_5—27$; $N—39$. Усвояющая способность корней льна невелика, а потому он требователен к запасу в почве питательных веществ, которые к тому же должны в ней находиться в доступной форме. В соответствии с этим выбирают и удобрения под лен. Норма высева льна на волокно у нас колеблется от 75 до 120 кг на га; в Бельгии высевают в $1\frac{1}{2}$ —2 раза больше. Уборку льна на волокно производят теререблением растений, не дожидаясь полного вызревания семян. Средний урожай льняных сырых вытеребленных стеблей, по Шиндлеру (б. Лифляндская губ.), равен 3 400 кг на га, очень хороший—4 500 кг, а самый—250 и 375 кг. По статистическим данным за десятилетие 1897—1907 гг. средний сбор волокна с 1 га равнялся 277—296 кг.

Получение В. п. из льняных стеблей, или первичная обработка льна, представляет собой довольно сложный процесс, так как для этого требуется разложение пектиновых веществ, склеивающих волокно с древесной стебля, отделение волокон и очистка их от древесины. Эта операция производится в льноводстве довольно примитивной комбинацией биологич. и механич. процессов (сушка, стланье, мочка, мять, трепанье), но в последнее время возникло стремление механизировать первичную обработку льна и создать 3-ды для массовой переработки льняной соломы, закупаемой на корню. Из массы разнородного сырья, которое дает полевой урожай, 3-д должен выбирать определенные сорта, дающие высокий производственный эффект. Качество льняной соломы определяется по внешним признакам. Сюда относятся прежде всего: 1) длина стеблей, 2) их толщина и 3) цвет. Дальше для характеристики льняной соломы д. б. приняты во

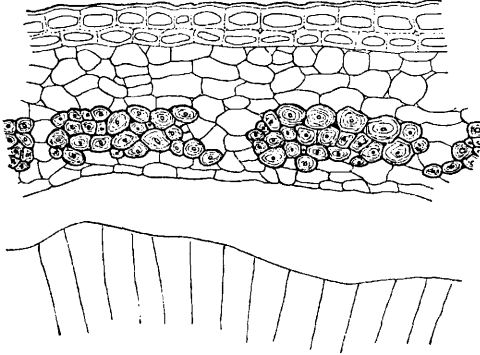


Фиг. 10. Лен, $\times 124$.

внимание разветвленность стеблей, равномерность, болезненные изменения стеблей (грибковые заболевания), механические повреждения (при обмолате), засоренность вытеребленных стеблей сорными травами и корневых частей земель и влажность стеблей. Но эти внешние признаки дают лишь приблизительную оценку сырья. Различные районы могут дать солому, по внешним признакам почти одинаковую, в то время как по выходам волокна результаты получаются различные. Напр., в Смоленской губернии легко встретить льняную солому, по длине, толщине и цвету одинаковую с льняной соломой из Вологодской губернии, и количественно выходы волокна получаются в том и другом случае почти одинаковые, но качество его весьма различно. Полная оценка соломы должна включать еще ряд признаков, как то: содержание луба, крепость и структуру его.

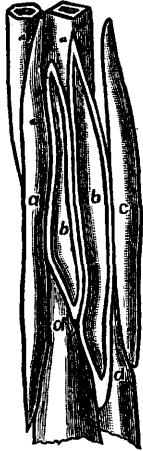
Строение льняного волокна. На поперечном разрезе развитого стебля льна-долгунца выступают следующие основные элементы, схематически изображенные на фиг. 10: 1—однослойный сплошной эпидермис (надкожица), покрытый плотной кутикулой и богатый воскообразными веществами; 2—довольно рыхлая кора (первичная) из 2—5, реже до 8, слоев паренхимных клеток; 3—слой собственно луба из отдельных волокнистых пучков (15—40), состоящих из элементарных толстостенных воло-

кон (от 1—2 до 30—35 в пучке), тесно прижатых друг к другу и потому принявших многоугольную форму; 4—слой паренхимных более мелких клеток; 5—очень тонкий слой нежной ткани камбия, очага вторичного роста стебля; 6—древесина, вторичная и первичная, самый мощный по толщине слой; 7—сердцевина; 8—внутренняя сердцевинная полость. Первые четыре элемента составляют, в общем, кору, которая по камбию довольно легко отделяется от древесины с сердцевинной (костры). Фиг. 11



Фиг. 11.

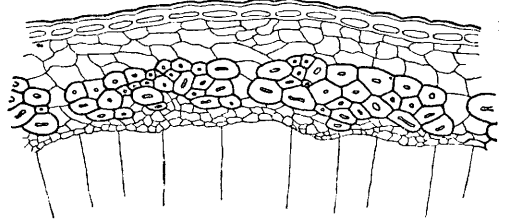
изображает кору с волокнистыми пучками, по форме и составу характерными для хорошего волокнистого льна. На продольном срезе стебля среди всех описанных элементов выделяются своей особенной длиной элементарные лубяные волокна. В продольном направлении пучки волокон идут отдельными тяжами по всей длине стебля; в каждом пучке элементарные волокна сопрягаются друг с другом боковыми стенками; тонкие, обычно заостренные, концы лежащих рядом элементарных волокон находятся на разной высоте по длине стебля и как бы заклиниваются между стенками соседних волокон; строение это показано на фиг. 12, на к-рой поперечные размеры клеток сильно увеличены для ясности. Соседние тяжи-пучки отчасти связываются между собою волокнами же, так что волокна одной частью своей длины входят в состав одного пучка, а другой частью— в состав соседнего (анастомоз). Т. о. волокнистую часть стебля надо представлять себе в виде цилиндрической сетки, состоящей из б. или м. плоских тяжей-пучков, соединенных тонкой паутиной анастомозирующих волокон.



Фиг. 12.

Элементарное волокно представляет собой обычно весьма удлиненную веретенообразную клетку с многослойной стенкой и внутренним каналом (фиг. 13). Каждый такой слой состоит из множества прочно связанных между собой тончайших нитей, более или менее косо (спирально) расположенных по отношению к продольной оси волокна (фиг. 14), при чем каждая

нить состоит из отдельных члеников, а концы рядом расположенных члеников лежат в одной плоскости, перпендикулярной к оси



Фиг. 13.

волокна, образуя вместе отдельный сегмент волокна (фиг. 15). Крепость льняного волокна, несомненно, связана с этой структурой,



Фиг. 14.

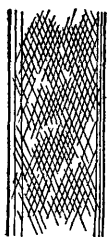
обнаруживаемой лишь после известной разрушительной обработки. Эта структура характеризуется продольной слоистостью и



Фиг. 15.

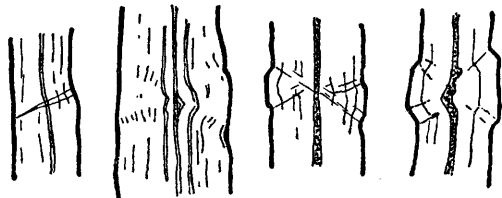
косой полосатостью, видимой на волокне обычно лишь после соответствующей предварительной подготовки (фиг. 16). Тонкая

структура льняного волокна легко подвергается необратимым деформациям отчасти уже при жизни растения (косые и поперечные трещины, отставание слоев стенок в комлевой части, и т. д.), но наиболее характерные и сильные деформации появляются в результате механических воздействий при обработке. Они имеют вид так называемых сдвигов (фиг. 17), к-рые встречаются столь часто (десятками на 1 мм) и столь характерны, что раньше их считали специфическим признаком льна; теперь, наоборот, по числу таких сдвигов судят о степени поврежденности волокна при обработке. Благодаря этой структуре льняные волокна имеют свойство очень заметно закручиваться при смачивании, образуя левую спираль, — признак, по которому проще всего отличить льняное волокно от волокна пеньки, к-рое при смачивании вращается очень слабо иногда вправо, иногда влево. Внутренние слои стенки волокна состоят из чистой или почти чистой целлюлозы; самый наружный слой (первичная оболочка и срединная пластинка) состоит из пектиновых веществ; слои, близкие к наружному, состоят, вероятно, из соединения целлюлозы



Фиг. 16.

с пектиновыми веществами (пектоцеллюлоза). В незначительной части и лишь местами в составе стенок волокна м. б. и лигнин; иначе говоря, стенки могут одревесневать (главн. образ. в нижней части стебля и у самой верхушки, в соседстве с плодом), что происходит в заметной степени лишь с началом созревания семян, главн. образ. на первичной оболочке (по Герцогу, % лигнина в волокнах из средней части стебля перед самым цветением—0,43, из зеленоспелого стебля—0,59, из желтоспелого—1,97, из вполне созревшего—4,06). Пектиновые вещества, но несколько иного состава, химически более простые и менее прочные, входят в состав и остальных элементов коры. До наст. времени размеры элементарных волокон по сортам еще очень мало изучены. По Таммесу, длина элементарных волокон, в среднем, у основания стебля 13 мм, в нижней части—27 мм, в средней—33 мм, в верхней—39 мм; чаще других встречаются длины 20—30 мм, вообще же м. б. от 1 до 120 мм. Штапели для нижней и верхней части резко отличаются, как видно из табл. 2.



Фиг. 17. Сдвиги в льняном волокне, ×765.

Средние размеры поперечника элементарных волокон изменяются от 19 (вверху) до 36 м (внизу) для стебля средней толщины (1,3 мм) и от 17 (вверху) до 99 м (внизу) для

Табл. 2.—Штапели льняного волокна.

Нижняя часть стебля			Верхняя часть стебля		
Длина волокна в мм	Число волокон	% волокон	Длина волокна в мм	Число волокон	% волокон
0—5	28	15,7	0—10	8	5,6
5—10	59	33,1	10—20	27	19,0
10—15	32	17,9	20—30	31	21,9
15—20	25	14,0	30—40	19	13,4
20—25	14	8,0	40—50	22	15,5
25—30	11	6,2	50—60	18	12,7
30—35	7	3,9	60—70	8	5,6
35—40	1	0,6	70—80	3	2,1
40—45	1	0,6	80—90	2	1,4
			90—100	1	0,7
			100—110	1	0,7
			110—120	2	1,4

толстого стебля (4,7 мм); вообще же поперечник колеблется от 4 до 120 м в радиальном направлении и от 4 до 200 м в тангенциальном. Таблица 3 (по Герцогу) дает характеристику площади поперечного сечения собственно стенок элементарных волокон и внутреннего просвета (канала) в % от общей площади.

Табл. 3.—Поперечные сечения льняного волокна.

Зона стебля (от основания) в см	Площадь стенок в %	Площадь канала в %	Метрич. номер волокна	Отнош. длины к поперечнику
0—10	79,0	21,0	1 870	789
10—20	86,5	13,5	2 000	847
20—30	98,5	1,5	2 980	1 489
30—40	97,7	2,3	3 660	1 645
40—50	98,6	1,4	3 920	1 745
50—60	97,3	2,7	3 970	2 165
60—70	94,6	5,4	5 000	2 269
70—80	92,0	8,0	9 660	—

Крепость отдельного элементарного волокна не изучена. А. Герцог приводит числа 13—26 г, что соответствует приблизительно 50—60 км разрывной длины.

Техническое волокно. Из стебля льна можно выделить: 1) длинный сырой луб—механич. отделением коры от костры; 2) значительно более чистое длинное волокно, состоящее в основном из пучков или их частей, — путем мочки (биологической или химической) с последующим мятьем и трепаньем (трепаное волокно); 3) короткое, но наиболее чистое волокно, состоящее из более или менее полно разделенных элементарных волокон, — путем химической, а затем и механической обработки (котонизированное волокно). При получении сырого луба и трепаного волокна неизбежно получается известное количество и короткого волокна. Продукты первой и второй систем выделения могут служить сырьем для последующих систем. В подавляющем большинстве случаев стебли льна обрабатываются по второй системе, притом биологически (мочка и стланье), а волокно поступает на рынок главным образом в виде трепаного. Попытки промышленного применения первой и третьей системы упорно повторяются, но серьезного успеха пока не имеют. В сухом стебле гибкая сама по себе волокнистая часть связана с засохшими пектиновыми веществами и прочими элементами коры в довольно жесткую систему; отделить эту сис-

тому по камбию от жесткой и хрупкой древесины, не повреждая существенно волокна, можно лишь весьма деликатными механическими приемами, к-рыми техника пока не располагает; поэтому получаемое волокно грубо, жестко, нечисто (масса остатков окружающих тканей) и может служить лишь сырьем для дальнейшей первичной обработки. В вымоченном стебле связь гибкой волокнистой части с окружающими элементами разрушена (мацерация); при довольно грубой современной механической обработке такого стебля волокно, благодаря своей гибкости, все же достаточно успешно избегает повреждений. Что касается котонизации, то, помимо трудностей операции, нужно считать ее с малою прядильною способностью гладкого, очень неравномерного по длине и, в среднем, короткого элементарного волокна.

Обычными рыночными продуктами являются: 1) длинное волокно, от сильно засоренных кусторой и паклей (только промятых) льнов-сырцов до чистых трепаных льнов; 2) короткое волокно, в виде пакли (отход при трепании) и в виде кудели (отход при крестьянской ческе, пакля заводского приготовления); реже поступает на рынок лен-чесанец (крестьянской чески) и др. В зависимости от способа мацерации волокно называется стланец или моченец. Разнообразия и смешанный состав сортов растения, пестрота климатическ. и почвенных условий и приемов культуры, различия в приемах, уменья и тщательности первичной обработки—все это, в связи с распыленностью производства по мелким хозяйствам, создает непреодолимые препятствия для правильной стандартизации волокна. Действующая ныне в Союзе ССР стандартная таблица (см. *Лен*) является более или менее удачным списком обычных средних местных сортов, характеризующихся средним номером по довольно условным результатам фабричной чесальной разработки; сама по себе она не является стандартом и для практического применения требует работы целого кадра опытных оценщиков-экспертов различной квалификации. Практически эта система таблицы в сочетании с экспертизой является пока непревзойденной; при всех ее несовершенствах ее роль в упорядочении льняного рынка была и остается весьма большой. При этой системе произвольность определения сорта номером существенно ограничивается таблицей и ежегодным установлением местных стандартных образцов. При оценке волокна практики обращают внимание на целый ряд признаков: крепость, тонину, маслянистость, тяжеловесность, чистоту, наличие присухи, длину, цвет и т. п. Эти признаки более или менее сопутствуют друг другу, так что волокно, хорошее или плохое по трем-четырем признакам, обычно бывает таким же и по остальным. Наприм., за определяющие признаки можно с успехом взять крепость, маслянистость, тяжеловесность и чистоту (П. А. Симонов). В разработанной В. С. Клубовым системе объективной оценки такими признаками избраны: скольжение, крепость, упругость и чистота («сучу»); по числовым значениям этих при-

знаков, определяемых на особых приборах, вычисляется величина $X_0 = \frac{c \cdot k \cdot u}{y}$, а затем выводится средний номер трепаного волокна по формуле $N_0 = \frac{A}{X_0} + \frac{X_0}{100}$, где коэффициент A обычно равен 2.

2) Пенька. Пеньковое волокно добывается из луба конопли (*Cannabis sativa*), принадлежащей к роду *Cannabis*, семейства *Cannabinaceae*, порядка крапивоцветных (*Urticiflorae*). Конопля—растение двудомное, с раздельнополыми цветами, помещающимися на разных экземплярах. Мужские особи у нас называются «посконью» или «замашкой», а женские—«матеркой», «маткой» или просто «коноплею». Мужские особи развиваются и вызревают на волокна быстрее женских, стебли и волокна у них тоньше. В пределах вида *Cannabis sativa* различаются 4 разновидности, вошедшие в культуру: 1) китайская, 2) обыкновенная, разводимая гл. обр. в СССР, 3) китайская испанская и 4) болонская, или пьемонтская. В СССР главный район культуры конопли находится на водоразделе бассейнов Волги, Днепра и Зап. Двины. Направление культуры конопли у нас смешанное: и на волокно и на семя. В культуре конопли более требовательна к климату, чем лен; вегетационный период конопли 18—22 недели, и сумма средних темп-р за вегетационный период для нее определяется в 2 600—2 900°, в соответствии с чем культура конопли у нас и приурочилась к черноземной полосе. Конопля предпочитает более или менее влажные, наносные, рыхлые и проницаемые почвы. В Германии для культуры конопли считают подходящими осушенные торфяники и пруды. Вследствие требовательности к почве, а также и вследствие уборки выдергиванием с оставлением очень незначительных корневых остатков, конопля, еще более, чем лен, получила репутацию почвоистощителя. В Союзе ССР конопля культивируется исключительно на конопляниках, т. е. в виде непрерывной культуры на одном и том же месте из года в год; на Западе же она введена в севооборот.

Уборку конопли производят в различное время. У нас сначала выдергивают посконь во время ее цветения, т. е. через 75—80 дней после посева, что обычно приходится на конец июля, а потом узке, когда созреют семена на женских особях, убирают и матерку. Уборка матерки происходит в конце августа, в начале сентября, в возрасте 125—140 дней. В Италии весь урожай на волокна убирается во время цветения поскони. У нас коноплю обычно дергают с корнем, между тем возможна уборка косой и жатвенной машиной.

В наших условиях известное значение имеет дикая конопля (*Cannabis sativa* var. *spontanea* Vavilov, *Cannabis ruderalis* Janisch.), произрастание которой установлено во множестве мест, от Ю. и В. европейской части СССР и Кавказа через Туркестан и Сибирь до Дальне-Восточного края, Китая, Индии, Афганистана и Персии, а также в Сербии, Болгарии и Венгрии. Как и культурная конопля, она требует богатой

неплотной почвы, при наличии к-рой образуют сплошные, иногда огромные, в сотни и даже тысячи га, заросли (напр. Кабардино-Балкарская автономная область, к югу от Ростова, многие места з. Сибири, южный Алтай, по р. Кунару в Афганистане). Так наз. сорная, или сорно-полевая, конопля морфологически чрезвычайно близка к дикой конопле. В основном дикая конопля отличается от культурной осыпаемостью плодов при созревании, замедленной и неравномерной всхожестью семян и их малым весом (в $1\frac{1}{2}$ —2 раза меньше, чем у культурной); получение же от нее волокна среднего и высокого качества технически вполне возможно. Отдельные опыты учета густых зарослей на С. Кавказе показали урожай с га в 7—11 т сухих стеблей и до 1 т волокна, при длине стеблей 3—4 м и диаметре 7—14 мм. Волокно из дикой конопли добывается населением для своих нужд в крайне ограничен. размере и иногда поступает на местный рынок в виде изделий (веревки). Делаются попытки эксплуатации зарослей путем постройки небольших заводов (при станции Когляревская и при хуторе Петропавловске около станции Прохладная С.-Кавказской железной дороги).

Первичная обработка конопли аналогична обработке льна, с той разницей, что операция трепания для пенькового волокна не применяется; последнее поступает на рынок после обработки лишь на мялке, содержит всегда остатки древесины и является полубработанным материалом (пенькасы р е ц). Заводская первичная обработка, заключающаяся в тепловой мочке и механич. обработке, также сходна с обработкой льна. Техническое волокно из конопли—пенька—представляет собою пучки первичного и вторичного луба и состоит главным образом из целлюлозы.

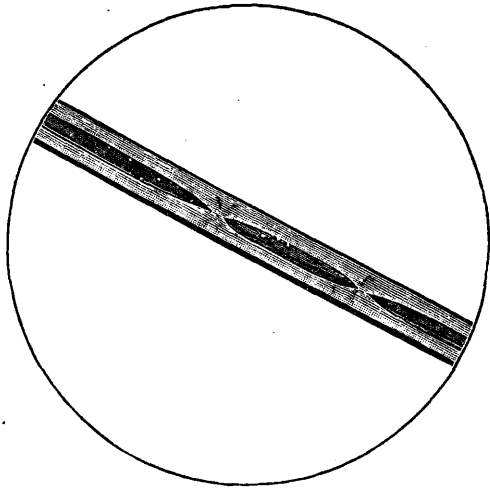
Лит.: Андреев В. М., Беседы по льнообработке, 3 изд., М., 1925; его же, Практические советы по выращиванию льна для крестьян-льноводов, Москва, 1925; Васильев Ф. Д., Конопля, ее культура и доходность, 2 изд., М., 1923; Веселовский Н. А., Лен и его обработка, Москва, 1875; Герн А., Лен и его культура, М., 1921; Еремеев Н. К., Мочка льна в Бельгии в реке Лис. Мочка льна в подогретой воде, Вятка, 1915; Клубов В. С., Первичная обработка льна. Техника обработки и оценки волокон, М., 1924; Котт М. А., Культура и первичная обработка конопли, Москва, 1921; Лазаркевич Н. А., Льняное дело в 3. Европе, П., 1921; Макаринов И. А., О новом микроорганизме, возбудителе брожения крахмала и пектиновых веществ, М., 1915; Прияшников Д. Н., Растения полевой культуры, выпуск 3, Москва, 1921; Рябов И. И., Обработка пенькового волокна, вып. 1—Качество и сорта пеньки, М., 1919; его же, Опыты получения бумаги из льняной кострики, М., 1921; его же, Пром. организация первичной обработки льна и конопли, Москва, 1921; его же, Курсы заводской первичной обработки льна и конопли, ч. I, М., 1921; его же, Пеньковое дело в России, Москва, 1923; его же, Новая обработка льна, М., 1925; его же, Первичная обработка льна и конопли в Германии, Москва, 1922; его же (совм. с В. П. Добычиним и В. В. Мивервиным), Исследование процесса тепловой мочки льна, «Труды Льняной станции», М., 1921, вып. 4; его же (совм. с В. П. Добычиним), Опыты тепловой мочки льна, «Труды Льняной станции», М., 1923, вып. 5; Соколовский А. В., Лен, его возделывание и обработка, М., 1919; Суторов А. Н., Льняное семя, М., 1923; Ташаев Г., Возделывание льна, М., 1921; Ферле Ф. А., Льноводство, Рига, 1914; его же, Коноплеводство, Рига, 1915; Шулов И., Лен-долгунец. Возделывание его в нечерноземной части России, М., 1921; его же, Важнейшие прядильные расте-

ния России, М., 1922; Казанский В. С., Что нужно знать сортовщику льна, 3 изд., М., 1927; Клубов В. С., О способе «сучок», «Лен-пенька», М., 1924, 3—5, 7—8, 10—14; его же, «Вестн. льняного дела», М., 1925, стр. 822—833; «Лен и пенька», Сборн. статей по первичной обработке, М., 1925; Тампес Т., Der Flachsstengel, Haarlem, 1907 (пер. 2-й ч., в Прилож. к Трудам II Всерос. съезда представителей льняного дела, М., 1913); Herzog A., Die Unterscheidung der Flachs- u. Hanffaser, В., 1926; Herzog A., Was muss d. Flachskäufer v. Flachsstengel wissen, Sorau, 1918; Tobler F., Der Flachs als Faser- u. Ölpflanze, Lpz., 1928. И. Рябов.

3) Джут. В. п., идущие под этим названием, добываются гл. обр. из двух видов многочисленного рода *Cochorus*, семейства липовых (Tiliaceae). Оба эти вида (*C. capsularis* L. и *C. olitorius* L.) представляют собою однолетние травянистые растения, одно—высотой до 4,5 м, а другое—до 3 м. Они различаются лишь ростом и формой своих плод-коробочек, в остальном же весьма схожи, и оба дают не различающееся в торговле волокно. Однако главную массу рыночного джута доставляет *C. capsularis*. Наиболее интенсивная культура джута существует в Индии и гл. обр. в Бенгалии, в дельте Ганга и Брамалутры; в менее значительном объеме—на прилегающих к Индии островах, а также в Египте, Алжире, Китае, Ю. Америке и Австралии. Оба вида имеют две главнейшие разновидности: белую и красную, из к-рых первая дает лучший сорт джута, так наз. Uttariya. Джут удается лучше всего во влажном, теплом климате и требует плодородной, хорошо взрыхленной почвы. В сухом климате и на сухой почве он дает грубое и малоценное волокно. Посев семян джута производится в марте или апреле, и после четырех месяцев вегетации, тотчас после цветения, растения срезаются на высоте 8—10 см от земли. Выдергивание применяется редко, так как волокно, содержащееся в нижней части стебля, весьма низкого качества. После надлежащей просушки и мочки волокна снимают со стеблей вручную, для чего конец стебля разбивают палкой или бьют им о край доски. Несмотря на такой примитивный способ добывания, джутовое волокно так же чисто и свободно от окружающих тканей, как чесаные лен и пенька. Машинный способ отделения волокон не дал пока практических результатов. Джутовое волокно имеет разн. оттенки цвета, от светложелтого до желтовато-коричневого, и обладает блеском. При долгом хранении во влажном состоянии оно темнеет. Волокно ценится тем выше, чем оно светлее. Технич. волокно достигает 2,5 м длины и очень крепко. По Пфулю, разрывная длина его достигает 34,5 км. Одревеснение волокна весьма значительно, и потому соответствующие реактивы (флороглюцин, серно-кислый анилин, реакция Mäule) дают яркие окраски, чем джут легко отличается от льна и пеньки. Мадерированное разведенной хромовой кислотой техническое волокно джута распадается на элементарные волоконца, длиной 0,8—4,1 м при толщине 10—25 μ . Характерной особенностью элементарного волокна джута является неравномерность его канала, к-рый местами то расширяется, то сильно суживается, сходя иногда почти на-нет (фиг. 18); вследствие этого на поперечных срезах видимый просвет клеток то

широк, то представляется в виде точки (фиг. 19). «Сдвигов», как у льна и пеньки, элементарные волокна джута не имеют. Джутовое волокно на своей родине применялось с древних времен для изготовления веревок, канатов и тканей. В настоящее время, подразделяясь в торговле на много сортов, оно представляет важнейший исходный материал для приготовления веревок, канатов, мешечных и упаковочных тканей, вытесняя, благодаря своей дешевизне, пеньку. Из джута готовятся также мебельные и гардинные ткани, половики и ковры, так как он хорошо принимает краску. Недостатком джутовых изделий является их сравнит. малая прочность в употреблении, особенно при действии на них воды. Джут непосредственно перерабатывать трудно вследствие его жесткости; для размягчения его предварительно пропитывают эмульсией из воды и ворвани или воды и керосина, чем и обуславливается особый запах, свойственный джутовым изделиям. Около половины всего сбора индийского джута перерабатывается на больших фабриках в Калькутте, а остальная часть вывозится для переработки в Европу (гл. обр. в Англию). Общий вывоз из Индии, главной поставщицы джута, достигал ежегодно: в период 1910—1914 гг.—в среднем 764 388 т, в 1920 г.—591 814 т, в 1921 г.—472 414 т и в 1922 г.—467 685 т. В Россию до 1914 г. джута ввозилось около 38 000 т.

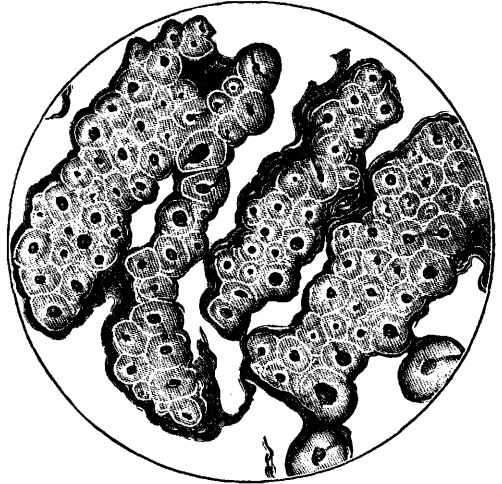
4) Р а м и—китайская трава (*Boehmeria nivea* Hook. et Arn.); относится к тому же семейству *Urticaceae*, что и обыкновенная крапива. Она имеет несколько разновидностей, к-рые часто рассматриваются как самостоятельные виды, и представляет собою многолетнее растение с несколькими, до 2 м высоты, стеблями, отходящими от одного корневища. Опушенные листья напоминают



Фиг. 18. Джут, $\times 400$.

листья крапивы, но отсутствуют жгучие волоски. Это растение культивируется с древних времен главн. обр. в Китае, Японии и Индии, а теперь и во многих других тропич. и субтропич. странах. Опыты, произведенные до 1914 г., показали возможность куль-

туры его также в Закавказьи. Его культура требует ровного влажного климата и плодородной почвы; при таких условиях стебли



Фиг. 19. Джут, $\times 400$.

для волокна могут быть срезаны до 3—4 раз в год; размножается по преимуществу черенками. Добывание волокна из стеблей ведется вручную, путем механич. отделения волокнистого слоя от древесинной и коровой частей (старый китайский способ). Применяется также отделение волокна при помощи машин. Во всех этих случаях получают так наз. сырое волокно, состоящее из технич. и элементарных волокон, соединенных вместе остатками окружающих тканей и значительным количеством камедистых веществ. Сырое волокно состоит из жестких толстых волокон, наподобие мочалы, и имеет серовато-желтый или коричневатый цвет. В таком виде оно вывозится в Европу (Францию, Англию и Германию), где перерабатывается на ф-ках путем очищения от упомянутых тканей и камедей (дегумирование), затем отбеливается, катонизируется и после этого идет в прядение. Способы переработки сырого волокна различны, и многие фабрики имеют на это особые патенты, как, например, *Deutsche Ramie-Gesellschaft* в Эммедингене. Волокно рами очень крепко; по Гартигу, разрывная длина его достигает 20 км. Элементарные волокна рами достигают необычайной для волокон длины—свыше 20 см, при толщине от 40 до 80 μ . Под микроскопом на волокнах различают штрихи и трещинки, идущие большей частью в косом или продольном направлении, а также, как и на других лубяных волокнах, «сдвиги» (фиг. 1 вкладн. листа). Форма поперечника элементарного волокна неправильная, кругло-полигональная, чаще сплюснутая (фиг. 2 вкладн. листа), отчего в продольном направлении волокна представляются лентовидными. Наблюдаемая на таких волокнах перекрученность является результатом обработки. Флороглюцин с соляной кислотой дает отрицательную реакцию, что указывает на отсутствие одревеснения. Йод и серная кислота окрашивают стенку волокна в синий цвет, т. е. дают целлюлозную

реакции, равно как хлорцинкиод. В купраммонии волокно рами сильно набухает, но не вполне растворяется. В полости волокна иод обнаруживает присутствие крахмала.

Сырое волокно рами идет для изготовления веревок и канатов. Из переработанного, катонизированного волокна в Англии, Франции и Германии вырабатывают столовое белье, кружева, трикотажные изделия, мебельные ткани и т. п., а также газокалильные колпачки. Рами употребляется также в смеси с хлопком и шерстью. Во Франции из рами изготавливается бумага для государственных банкнот. Общий вывоз сырого волокна из Китая составлял, по Метьюзу: в 1917 г.—18 462, в 1918 г.—18 308, в 1919 г.—14 062, в 1920 г.—12 468 т. По Р. Герцогу, мировая продукция рами составляла: в 1913 году—16 000, в 1923 году—26 000, в 1926 году—26 000 т.

5) Крапива. В. п., содержащаяся в обыкновенной крапиве (*Urtica dioica* L.), распространенной в СССР и в др. странах, м. б. поставлено наряду с другими важнейшими стеблевыми волокнами, но ближе всего к родственному волокну рами. Крапивное волокно в качестве прядильного материала известно издавна, и вопрос о его применении ставился уже давно, особенно в Германии и Австрии (специальная «Крапивная комиссия» 1876—1877 годов). Во время войны 1914—1918 годов в Австрии и Германии были произведены опыты широкого промышленного применения крапивы; были организованы сборы стеблей дикорастущей крапивы, начаты опыты по культуре и оборудованы специальные фабрики. Т. о. в этих странах к концу войны крапивное волокно частично покрывало потребность в В. п. Должно отметить, что на пути к широкому промышленному применению крапивы встречается ряд затруднений. Главные из них: 1) незначительность содержания волокон в стебле, всего ок. 6—8% (фиг. 3 вкладн. листа), и 2) трудность первичной обработки, т. к. обычная мочка не дает удовлетворительных результатов вследствие присутствия камедистых веществ в стебле. Первое затруднение м. б. устранено путем культуры и отбора подходящей разновидности, второе—путем применения механич. способа отделения волокна (декортикация) и химической обработки. Возобновившийся после 1918 г. ввоз испытанных волокон (хлопка, льна и др.) и затруднительность обработки крапивного волокна вызвали сокращение употребления последнего, несмотря на его хорошие качества; но опыты по его культуре, обработке и применению продолжают. Способов выделения волокна существует несколько, и на этот предмет взято много патентов, б. ч. к-рых основана на применении горячей воды, пара и щелочи под давлением. Волокна в стебле располагаются поодиночке или небольшими группами, что способствует катонизации. Волокно, мягкое наощупь, гибкое, имеет шелковистый блеск и состоит почти из чистой целлюлозы. Крепостью оно превышает лен; по Рону (1920 г.), разрывная длина волокна равняется 35 км. Волокно хорошо противостоит влажности и, подобно рами, легко отбеливается. Эlemen-

тарные волокна, имеющие в среднем 25—30 мм длины и 50 м толщены, под микроскопом напоминают волокна рами, но имеют более широкую полость и стенка волокна исчерчена. В Германии и Австрии крапивное волокно применяется для выработки чулок, полотна, бинтов, шнуров и т. д.; употребляется также в смеси с хлопком, шерстью и льном для различных одежных тканей. Другой встречающийся у нас вид крапивы (жгучая крапива, *Urtica urens* L.), меньшего роста, также содержит хорошее волокно, но вследствие незначительного его содержания практического значения не имеет. Наоборот, встречающаяся в Сибири *Urtica sappabina*, применяемая издавна жителями Камчатки, представляет большой интерес для производства, так как содержание волокна в ней больше.

6) Кендырь представляет собою волокнистый материал, добываемый из стеблей растения *Arcosynum venetum*. Некоторые авторы отождествляют это растение с *Arcosynum sibiricum* Pall., из сем. кутровых (*Arcosynaceae*). Кендырь встречается в дикорастущем состоянии в ю. Европе, на юге европ. части СССР, на Кавказе, в Нижнем Поволжье, Туркестане и Сибири, образуя часто, особенно в Туркестане, большие заросли по берегам рек. Кендырь представляет собою многолетнее травянистое растение со стеблями до 5 м высотой, деревенеющими у основания; созревание семян приходится на август—октябрь. Киргизы издавна употребляли дикорастущий кендырь для изготовления веревок и пряжи. Волокно обладает прекрасными качествами. К опытам культуры кендыря приступили лишь в последнее время. С 1924 г. начато систематическ. изучение его свойств и методов его обработки. В 1926 г. для этой цели было учреждено специальное Кендырное бюро при Главном хлопковом комитете, которое выяснило неприменимость обычной мочки для обработки кендыря и необходимость механич. способов отделения волокна. С другой стороны, вследствие легкости распадаения технического волокна (из-за нестойкости его пектиновых веществ) рекомендуется применять к сырому волокну метод *катонизации* (см.), т. е. разложение его на элементарные волокна, чтобы потом применить хлопковое прядение. Мощность волокнистого слоя у кендыря в стебле весьма велика, и по содержанию волокна в стебле он не уступает льну (фиг. 4 вкладного листа).

Сырое кендырное волокно представляет собою длинные светлоричневые пряди, частично разложившиеся на элементарные волокна, с небольшими остатками корсты и эпидермиса. После отбелки волокно приобретает чисто белый цвет и сильный шелковистый блеск. По крепости волокно не уступает льну и пенке. Разрывная нагрузка элементарного волокна—64 кг/мм². Длина элементарного волокна колеблется в среднем от 1,5 до 7 мм при 17—30 м толщены. Под микроскопом элементарные волокна лентовидны или более или менее цилиндричны (фиг. 5 вкладного листа), местами сплюснуты в двух перпендикулярных направлениях, благодаря чему волокно в этих ме-

стах из широкого сразу переходит в узкое (фиг. 6 вкладного листа); часто встречается перевитость, изредка попадаются раздвоенные (нормально) волокна. Стенки волокна часто имеют, подобно льну, косую штриховатость. Форма поперечника—от сплюснуто-овальной до кругло-полигональной. При воздействии флороглюцина и соляной кислоты волокно остается бесцветным, что указывает на отсутствие одревеснения. Волокно кендыря весьма устойчиво по отношению к воде, благодаря чему рыбаки в местах распространения кендыря предпочитают кендырные сети другим. Применение кендыря пока еще не получило широкого промышленного значения, и вопрос об его практическом использовании находится еще в стадии разработки.

7) **К е н а ф** (канап, пенька-гамбо, бомбейская пенька, яванский джут, пирини). Волокно, распространенное под этими названиями, добывается из стеблей однолетнего травянистого растения, в 2—3 м вышиною, принадлежащего к роду *Hibiscus*, семейства мальвовых. Волокно дают многие виды этого рода, но важнейшим производителем является вид *Hibiscus sabinianus*, к которому и относятся вышеприведенные туземные и рыночные названия. Родиной кенафа является, повидимому, Ост-Индия, где он встречается в диком и в культурном состоянии; он культивируется также на Яве, в з. Африке, Персии, Вост-Индии и Бразилии. Произведенные до и во время войны 1914—18 гг. опыты на С. Кавказе и в Закавказьи показали полную возможность культуры его для промышленных целей в пределах СССР.

Для своей культуры кенаф требует плодородной и влажной почвы. Вызревание стеблей на волокно требует в Индии 3—4, а на Кавказе около 5 месяцев. Техническое волокно кенафа весьма разнообразно по длине: по Визнеру, тонкие сорта имеют несколько см, тогда как грубые сорта могут достигать 2 м. Оно имеет светлосерый цвет и серебристый блеск. По данным опытного поля Краснодарского института табаководства, волокно кенафа жестче джутового; однако пропускание его через мялки в значительной мере устраняет этот недостаток. По прочности кенаф не уступает джуту: по данным Горста, разрывная длина его волокна доходит до 24 км. Микроскопическая картина строения волокна напоминает джут. Элементарные волокна 2—6 мм длины и 14—32 м толщены имеют неравномерную полость; одревеснение стенок волокна невелико, — меньше, чем у джута. Применяется кенаф для тех же целей, что и джут, т. е. гл. обр. для производства канатов, шпагата и грубых упаковочных тканей. До 1914 г. в Россию ввозилось из Персии ежегодно до 800 т кенафа. В виду возможности культуры кенафа на Кавказе было основано в 1925 г. Акционерное об-во «Кенаф» с целью культуры, промышленной обработки и применения этого волокна, вполне могущего заменить ввозимые для выделки шпагата джут и манильскую пеньку.

8) **К а н а т н и к**. Дикая конопля, китайский джут, америк. джут—все эти названия применяются, в зависимости от места, к виду

Abutilon avicennae Gaertn., семейства мальвовых, русское название которого—канатник. Канатник представляет собою травянистое однолетнее растение, 1½—3 м высотой, распространенное дико, в качестве сорной травы, во многих странах тропич., субтропич. и умеренного пояса, а у нас—на С. Кавказе, в Закавказьи, Прикаспийской области и Туркестане. Местами канатник культивируется населением. До и во время войны 1914—18 гг. для замены импортного джута были произведены на С. Кавказе опыты по его культуре и первичной обработке (вместе с кенафом), давшие удовлетворительн. результаты. По данным опытного поля Краснодарского института табаководства и опытам агронома Стасенко, канатник хорошо произрастает на тяжелых илистых и глинистых почвах, вблизи рек, озер и т. п., и спустя 3—4 месяца после всходов стебли готовы для резки. Волокно канатника имеет сероватый цвет и шелковистый блеск. По данным того же ин-та, оно более жестко и менее прочно, чем волокно кенафа, а по своему микроскопич. строению близко напоминает его. Элементарные волокна канатника, составляющие техническ. волокно, однако короче элементарных волокон кенафа; по Саито, они имеют 1—2 мм длины и 8—37 м толщены. Стенки волокна сильно одревесневшие (Герцог). По своей технической применимости это волокно вполне аналогично кенафу и может служить для изготовления важного для юга европ. части СССР сноповязального шпагата.

9) **С у н н**. Источником этого волокна является однолетнее растение (*Crotalaria juncea*), до 3 м высотой, из семейства бобовых. Главный район его культуры находится в сев.-зап. Индии, на Яве, Борнео и других островах. Из этого растения получается волокно бледножелтого цвета, прочное, мало одревесневшее и хорошо противостоящее действию воды, почему оно часто употребляется для рыболовных сетей; по Визнеру, высушенное на воздухе волокно сунн содержит лишь 5,3% влаги. Применение такое же, как и пеньки, т. е. для канатов, бечевы, сетей, мешочных тканей и т. д. При более тщательной первичной обработке сунн может дать материал для изготовления и более тонких тканей.

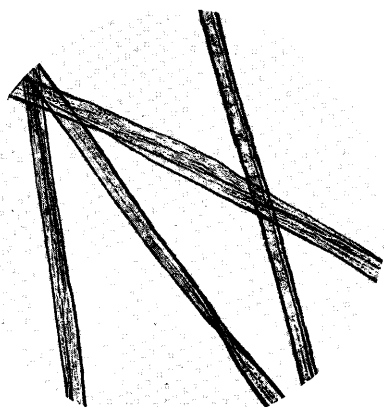
3. **В. п., добываемые из листьев.** 1) **С и з а л ь**, сизальская пенька, кантала, хенекен, пите, икстле и пр. представляют различные названия волокна, добываемого из листьев различных видов агав (*Agave*) из сем. *Amarillidaceae*, происходящих из Центральной Америки, но распространенных теперь почти во всех тропич. и субтропич. странах. Главнейшими производителями описываемого волокна являются, согласно Визнеру, следующие три вида: а) *Agave sisalana* Per., сизаль, культивируется в Мексике и на Багамских островах, а также разводится в большом масштабе немцами в их бывшей восточно-африк. колонии (в 1913 г. вывоз сизали оттуда составлял 30% стоимости всего вывоза из их африканских колоний); б) *Agave cantala* Roxb., кантала,—возделывается гл. обр. на Яве, Филиппинских островах и в Ост-Индии; в) *Agave fourcroydes* Lem., хенекен,—культивируется в

Мексике, на полуострове Юкатан. Кроме перечисленных важнейших видов, волокна добывают также из многих других видов этого многочисленного рода, имеющих, однако, подчиненное значение.

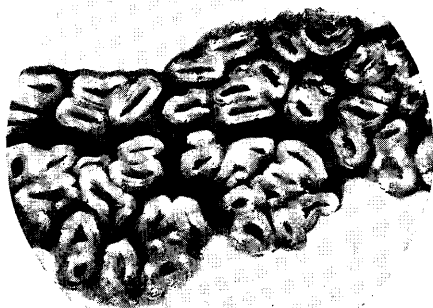
Агавы представляют собою многолетние растения с мясистыми листьями, достигающими 2,5 м длины и содержащими продольные сосудистые пучки, сопровождаемые со стороны луба и древесины механическими элементами, которые и составляют технич. волокно. В культуре агавы размножают рассадкою луковичек или же корневых побегов. Растение требует жаркого и сухого климата, но в отношении почвы и воды весьма невзыскательно, хотя на обработанной почве дает лучший рост. Сбор листьев начинается через 3 года после посадки и производится 3—4 раза в год, при чем каждый раз срезают более старые листья, наклоненные к почве приблизительно под углом в 45°. Вследствие мясистости листьев выход чистого волокна составляет лишь 3—4% их веса. Техническое волокно агав имеет бледножелтый цвет и слабый блеск. Длина его у сизали достигает 60—125 см, у кантала оно несколько длиннее, белее и более гибкое, благодаря чему и ценят его выше; хенекен по качеству волокна близок к сизали, уступая ей иногда только вследствие более примитивной первичной обработки. Высушенное на воздухе волокно удерживает 9—12% влаги; в пространстве, насыщенном влажностью, — до 30%. Разрывная длина у сизали достигает 38,2 км (по Метьюзу). В анатомич. отношении волокна агав представляют собою тяжи механических элементов, сопровождающих сосудистые пучки, и имеют на поперечном срезе полулунную с выемкой, овальную и округлую форму. У кантала механич. ткань часто вполне окружает сосудистый пучок, к-рый разрушается при добывании волокна, благодаря чему технич. волокно у этого вида имеет на поперечном срезе центральную полость. Элементарные волокна, составляющие техническое волокно, толстостенны и имеют полигональные очертания, без межклеточных пространств (фиг. 7 вкладн. листа). У пите (*Agave americana*) стенки элементарных волокон тоньше, и полости соответственно шире. Длина элементарных волокон у сизали и хенекена 2,4—4,4, у кантала—1,5—2,6 мм (Визнер). Проба: флороглюцин с соляной кислотой и серноокислый анилин показывают ясное одревеснение волокна у всех видов агавы. При микроскопическом исследовании золы волокна можно обнаружить характерные ложные кристаллы углекислого кальция (фиг. 8 вкладного листа), получающиеся из отложений кристаллов щавелевокислого кальция после сжигания (в отличие от манильской пеньки, у которой в золе — нерастворимые в кислотах кремневые стигматы). Сизаль и волокна других агав находят применение для канатов и шпагата, реже — для грубых тканей; короткие волокна употребляются для производства щеток. Потребление сизали за последние годы быстро растет. Мировая продукция сизали (по Р. Герцогу): в 1913 году—210 000, в 1923 году—175 000, в 1925 году—231 000 т.

2) Маврикийская пенька. Это волокно добывается из растения *Fourcroya gigantea* Vent., близкого к агавам, похожего на них по внешнему виду и дающего волокно, трудно отличимое от волокна агав даже под микроскопом. Маврикийская пенька, подобно сизали, применяется главн. обр. в канатном производстве, но ценится ниже. Главнейшим местом продукции являются острова Маврикия и Соединения, а также Центральная Америка; небольшие культуры ее были в немецких колониях Африки.

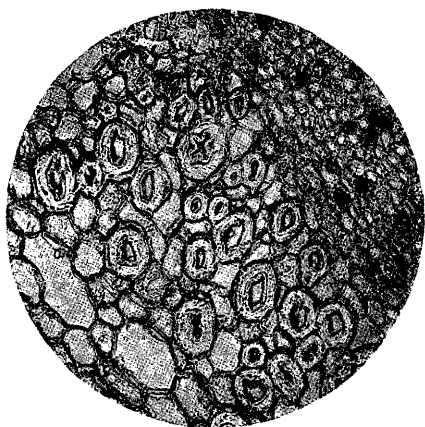
3) Новозеландский лен (*Phormium tenax* L. из семейства лилейных) ни по происхождению ни по свойствам волокна не имеет ничего общего с обыкновенным льном. Он представляет собою многолетнее травянистое растение с мечеобразными, прикорневыми листьями 1—2 м длиной, расположенными в одной плоскости. Родиной его является Н. Зеландия и Австралия (Новый Южн. Уэльс), но культивируется он также в Ост-Индии, на о-ве Маврикия и в Натале; культуры, не имеющие промышленного значения, существуют в Америке (Ирландия, Франция, Далматия), в СССР (Закавказье) и в восточной Африке. Существует несколько культурных разновидностей: *Narake* и *Tuhara* растут в низменных сырых местах, дают самое грубое волокно; *Paritanehwa* и *Wharariki* — в горных местностях; *Tihore* требует очень хорошей почвы и дает очень крепкое волокно; *Rataroga* требует также хорошей почвы и дает самое тонкое волокно. В культуре размножают новозеландский лен чаще корневищами, реже — семенами. На третий год после посадки листья, содержащие до 20% волокон, срезают и, после предварительной мочки или без нее, очищают вручную или машиной от мякоти, окружающей волокна. Необработанное волокно достигает 1 м длины, жестко и имеет бледножелтый цвет, местами переходящий в белый. По Геттону, крепости важнейших разновидностей *Tihore*, *Narake*, *Paritanehwa* и *Wharariki* относятся между собою, как 48 : 42 : 42 : 34. По Лабильярдьеру, абсолютные крепости волокна новозеландского льна, пеньки и льна относятся друг к другу, как 60:48:34,4, а по Ройлю — как 23,7 : 16,75 : 11,75. В анатомич. отношении волокна представляют собою или механич. тяжи, сопровождающие сосудистые пучки (подобно сизали, манильской пеньке и мн. др. волокнам однодольных растений) или изолированные механич. пучки; на поперечном срезе первые имеют по б. ч. удлинненно-овальную форму и часто с одной стороны несут остатки соседнего пучка; вторые же — более округлы и меньше. На фиг. 9 вкладн. листа это строение видно на поперечном срезе. Элементарные клетки, составляющие эти тяжи (технич. волокно), имеют 8—10 мм длины и 16 м толщины. Флороглюцин и серноокислый анилин дают отчетливую реакцию на одревеснение. Экспортное волокно новозеландского льна применяется гл. обр. для изготовления канатов и веревок. Туземцы приготавливают из грубых сортов чиновки и канаты, из более тонких — ткани; кроме того, оно применяется и в бумажном производстве. По Глафи и Бо-



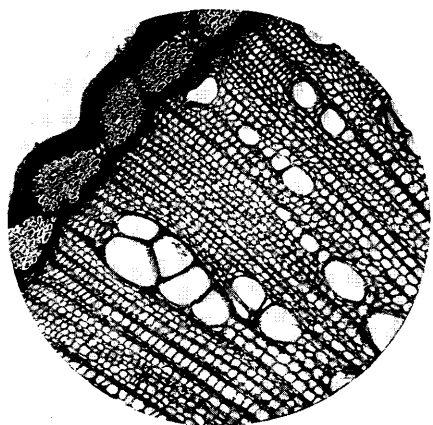
1



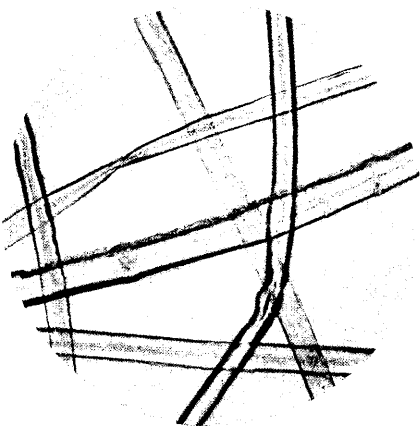
2



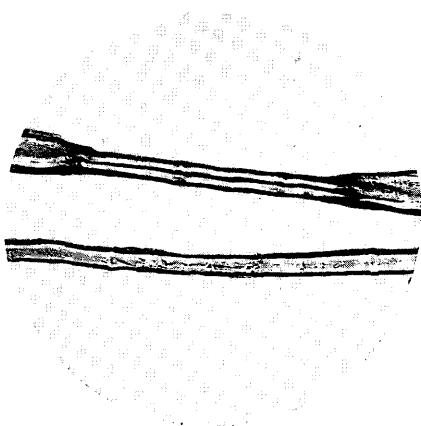
3



4



5



6

1. Рами, $\times 80$. 2. Рами, поперечный срез, $\times 200$. 3. Луб стебля крапивы, поперечный срез, $\times 200$. 4. Стебель кендыря, поперечный срез, $\times 80$. 5. Котонизированный кендырь, $\times 200$. 6. Котонизированный кендырь, $\times 200$.

вери, если применить особенно тщательную обработку и последующее чесание, то можно получить волокно, не уступающее по тонкости и мягкости лучшим сортам льна. В настоящее время новозеландский лен имеет второстепенное значение среди других грубоволокнистых материалов вследствие вытеснения его другими более дешевыми и прочными (по отношению к воде) волокнами, гл. обр. манильской пенькой, сизалью и др. Мировая продукция новозеландского льна, по Р. Герцогу: в 1913 г.—28 000, в 1924 г.—11 000, в 1925 г.—18 600 т.

4) Волокно ю к к и (Palma-Ixtle, в торговле—Pite) добывается из листьев различных видов рода Юсса (сем. лилейных), произрастающих главн. обр. в южных широтах С. Америки и в Центральной Америке, а теперь разводимых во многих др. теплых странах. Получаемое из листьев крепкое волокно используют для канатов, грубых тканей, сетей, плетеных изделий и щеток.

5) Волокно санзевьерий добывается из листьев нескольких (ок. 11) видов рода *Sansevieria*, семейства лилейных, родиной которых является тропич. Африка, для некоторых видов—Индия. В Африке это волокно туземцы получают путем примитивного отделения вручную и употребляют его для сизков и тегивы для лука, откуда и произошло англ. название этого волокна Bowstring hemp. Технич. волокно по свойствам близко к волокну сизали, но несколько короче его. Разрывн. длина равняется 38,4 км (Метьюз). Анатомически оно представляет собою механич. тяжи, сопровождающие сосудистые пучки с одревесневшими стенками. Это волокно идет главн. обр. для канатного производства и иногда появляется на европ. и америк. рынках, хотя имеет второстепенное значение. Смотря по месту происхождения оно носит различ. названия. Главнейшими производителями являются виды *Sansevieria guineensis* Willd., *S. zeylanica* Willd. и *S. longiflora* Sims. Туземцы и колонисты добывают волокно с дикорастущих растений, хотя теперь распространяется их культура, а также машинное отделение волокон.

6) Манильская пенька, абака (*Musa textilis* Née) относится к тому же семейству (Musaceae) и роду (*Musa*), что и съедобный банан, и не имеет ничего общего с обыкновенной пенькой. Она представляет растение до 7—10 м высотой, с крупными эллиптическими листьями, свернутые и суженные влагалища (черешки) к-рых образуют цилиндр. ложный стебель, высотой до 3,5 м и толщиной в 18—20 см. Из этого ложного стебля и добывается волокно. Родиной манильской пеньки являются Филиппинские и Молуккские острова, где она растет дико. Однако в диком виде она содержит мало волокон, и они низкого качества; поэтому волокна добывают с одомашненных видов, культивируемых на названных островах, к-рые и являются главными производителями манильской пеньки. Растение требует плодородной почвы, защищенного от ветра положения и большой влажности; особенно хорошо развивается на старых вулканич. почвах; размножают семенами, а еще лучше—частями корневища с

побегами. Растение на волокна срезают через 3 года после посадки, непосредственно перед цветением, так как после него получается волокно более низкого качества. После завядания срезанных растений листовые влагалища отделяют от стеблей, разрезают на полоски, 5—8 см шириной, которые затем разбивают деревянными молотками, скоблят и промывают. Затем отделенное волокно вешают для просушки. Если процесс сушки затягивается дольше двух дней или если волокно попадет под росу или дождь, то оно становится бурым и теряет приблизительно 15% своей ценности. Каждое растение дает в среднем 0,5 кг чистого волокна, которое сортируют обычно на три категории: а) *Bandala*—грубое волокно из внешних влагалищ; б) *Lupis*—среднее и в) *Turoz*—наиболее тонкое, из внутренних влагалищ. После сортировки волокно прессуют в тюки по 110—120 кг, и в таком виде оно поступает на рынок.

Волокно манильской пеньки достигает у грубых сортов 2,5 м длины, у тонких 1—2 м и имеет светложелтый или буроватый цвет и шелковистый блеск. Волокно очень крепко: разрывная длина его, по Визнеру, 31 км (у Метьюза, по данным работ Бидля и Стивенса, разрывная длина показана в 60,9 км). Волокна манильской пеньки очень гигроскопичны: высушенные на воздухе они содержат 12,9% влаги, а в воздухе, насыщенном влагой, могут содержать до 45—56%. В анатомическом отношении они представляют собою механич. элементы, которыми сопровождаются сосудистые пучки со стороны луба и древесины; встречаются, впрочем, и изолированные механич. элементы без сосудистых пучков. Поперечные срезы техничск. волокон имеют полукруглую или круглую форму. Элементарные волоконца, составляющие технич. волокно, имеют круглое сечение и поэтому часто образуют между собою треугольные межклеточные пространства (фиг. 10 вкладн. листа). Мацерированные хромовой к-той элементарные волокна имеют ок. 2,7 мм длины и ок. 24 м толщины. Одревеснение стенок волокон невелико. Характерный микроскопич. признаком манильской пеньки являются также т. н. стигматы, т. е. цепочки окремневших пластинок, к-рые лучше всего обнаружить в золе после сжигания волокна (фиг. 11 вкладного листа).

Грубые сорта манильской пеньки, главн. обр. экспортируемые в Европу, употребляются для выделки морских канатов, отличающихся большою легкостью и устойчивостью по отношению к морской воде. Эти же сорта употребляются и для приготовления шпагата. Тонкие сорта, одни или вместе с шелком или хлопком, служат для приготовления местных тканей. Отслужившие канаты из манильской пеньки представляют хороший исходный материал для бумажно-производства. Вывоз манильской пеньки с Филиппинских о-вов составлял, по Метьюзу:

Годы	Вывоз в т	Годы	Вывоз в т
1913	119 821	1916	137 326
1914	116 396	1917	169 436
1915	142 010		

Кроме описанной манильской пеньки, другие виды рода, в том числе и съедобный банан (*Musa paradisiaca*), являются также растениями, дающими В. п., однако выход волокна меньше и худшего качества (см. *Банановое волокно*). Мировая продукция манильской пеньки составляла, по Р. Герцогу:

Годы	1913	1923	1925
Продукция в т . . .	170 500	186 000	180 000

7) **Пиассава.** Под этим названием на мировой рынок поступает грубоволокнистый материал, окружающий стволы многих видов пальм в виде спутанной волокнистой массы и состоящий из жилок (сосудистых пучков) отмерших листьев и их влагалищ. Различают бразильскую пиассаву, получаемую главным образом с видов *Attalea funifera* (под названиями *Bahia-Piassove*, *Paragras* и *Leopoldinia Piacaba, Para-Piassove*), африканскую пиассаву, получаемую главным образом с видов *Dictyosperma fibrosum* (под названиями *Madagaskarpiassave*, *Raphia vinifera*, африкан. *piassava* или *bass-fibre*), и индийскую пиассаву (называемую также *Bassine*), получаемую с видов *Borassus flabelliformis* и *Arenga saccharifera*. Африканская пиассава ценится ниже остальных. Пиассава представляет грубое, жесткое, одревесневшее волокно, большей частью темного цвета (от желтого до темнокоричневого), длиной в 60—200 см. В анатомическом отношении пиассава представляет большей частью комплексы сосудистых пучков, окруженных мощной механической тканью. Употребляется главным образом в щеточном производстве, а также для грубых канатов, цыновок и в качестве набивочного материала.

8) **Панамская солома.** Для добытия этого волокна (неверно называемого соломой) служат молодые, неразвернувшиеся листья пальмовидного растения *Carludovica palmata Ruiz. et Pav.*, сем. *Cyrtaceae*, дико произрастающего в тропиках Центр. и Юж. Америки и служащего для приготовления шляп. Волокно получается путем выварки молодых листьев в воде с добавлением лимонного сока, последующего промывания в холодной воде и сушки в тени. Для предохранения от плесени волокна и готовые шляпы, кроме того, окуриваются серой. Шляпы приготавливаются ручным способом. Для приготовления одной шляпы требуется от 6 дней до нескольких недель, в зависимости от чего и цена шляпы колеблется от 2 до 100 р.; самые лучшие шляпы выделываются в Монтекристо (Эквадор).

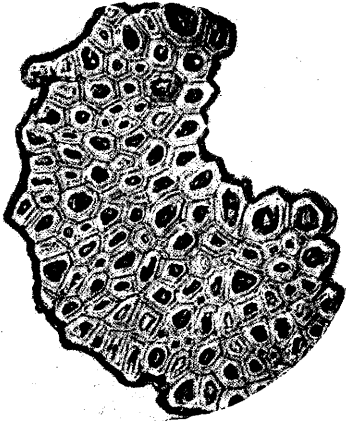
9) **Волокно ананаса** добывается из листьев ананаса (*Ananas sativus* Schult., из сем. *Bromeliaceae*), культивируемого всюду под тропиками в многочисленных разновидностях ради известных плодов. Если растение культивируют для плодов, то оно дает короткое, серое, жесткое волокно; если — на волокно (в затененных, влажных местах, где плоды не развиваются), то дает белое, длинное (до 1 м), тонкое, способное к пря-

дению волокно. Т. о., в зависимости от сорта, ананас может давать волокно для грубых изделий, как веревки, цыновки и т. п., или же для тонких тканей (*Ananasbatist*) — платков, рубашек, кружев и т. д. Микроскопически это волокно характеризуется своими тончайшими элементарными волокнами, имеющими 3—9 мм длины и 4—8 м толщины, с весьма узким каналом. В Европе этот волокнистый материал мало известен, но в Юж. Америке, Китае и на Филиппинских о-вах употребляется с давних времен.

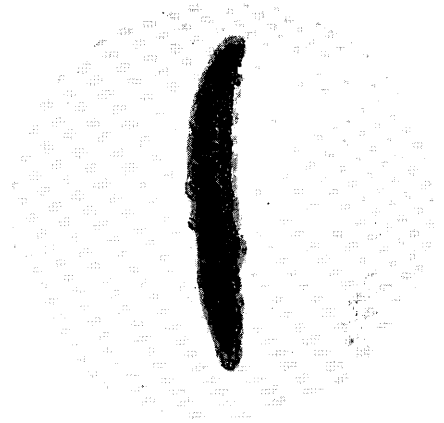
10) **Эспарто, альфа**, — см. *Альфа*. Мировая продукция эспарто, по Герцогу, составляла: в 1913 г. — 190 000, в 1923 г. — 200 000, в 1925 г. — 240 000 т.

11) **Лесная шерсть, сосновая шерсть.** Этим названием обозначают волокнистый материал, добываемый из хвои, главн. образ. сосны, путем варки хвои под давлением, обессмоливания и механического отделения волокна при помощи машин. Материал представляет собою смесь склеренихмных волокон и элементов сосудистых пучков. Он употребляется в смешении с хлопком и шерстью для тканей; в Тюрингии, Швеции и Голландии лесная шерсть применяется также как набивочный материал и в бумажном производстве.

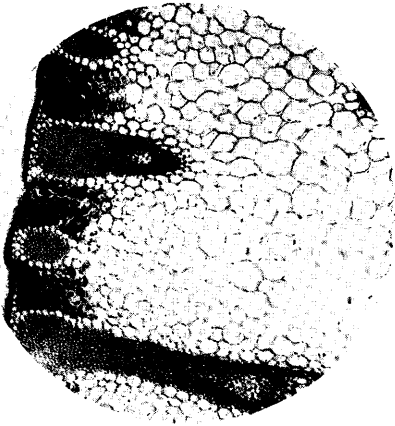
4. **В. п., добываемые из плодов.** Коир (*Coir*). Под этим названием на мировой рынок поступает в большом количестве волокно, добываемое из плодов кокосовой пальмы (*Cocos nucifera* L.), распространенной в тропиках всюду по морским берегам и имеющей около двух десятков разновидностей, из которых наилучшее волокно дают *Cocos nucifera var. rutila, var. cupuliformis* и *var. stipposa*. Волокно добывается из мощного волокнистого слоя плода после удаления из него съедобного маслянистого ядра (копры); 1 000 плодов дают 45—60 кг длинных волокон и 7,5—12,5 кг коротких. Машинный способ отделения волокон имеет то преимущество перед ручным, что облегчает сортировку волокна на грубое (*Madras fibre*) и тонкое (*Bristle fibre*). При мойке в соленой воде получается более темная окраска волокна, но крепость его от этого не страдает. Коир имеет 13—33 см длины при толщине в 50—300 м. Оно очень крепко и устойчиво по отношению к воде. Разрывная длина, по Гартигу, 17,8 км. В анатомическом отношении оно представляет собой механический тяж, в центре к-рого помещается сосудистый пучок. Вследствие частичного разрушения пучка в волокне образуется полость (канал), чем и обусловливается легкость волокна и его способность плавать на поверхности воды. Элементарные клетки, составляющие техническое волокно, имеют 0,4—1 мм длины и 15—18 м толщины. При микроскопич. исследовании золы коира обнаруживаются кремневые тельца — стигматы, наподобие стигмат в золе манильской пеньки. Стенки волокна — одревесневшие. Коир применяется г. о. для изготовления корабельных канатов (не тонут в воде), а также для цыновок, ковров, бечевы, шеток и т. д. На коир имеется большой спрос, и вывоз его значителен. Ежегодная продукция коира в Индии и на о-ве Цейлоне выражается в 65 000 т (Р. Герцог).



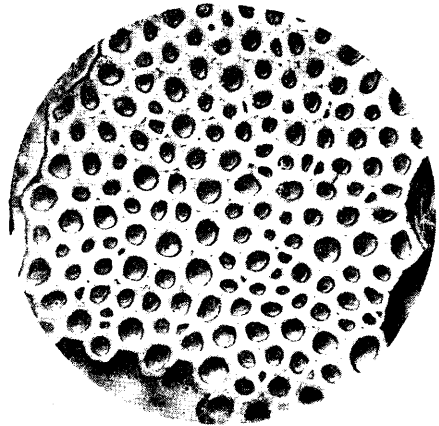
7



8



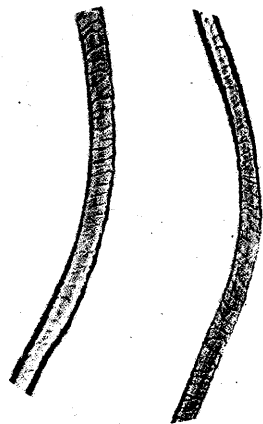
9



10



11



12

7. Техническое волокно сизали, поперечный срез, $\times 400$. 8. Ложный кристалл из золы сизали, $\times 400$. 9. Новозеландский лен, поперечный срез части листа [окраш. препарат], $\times 80$. 10. Техническое волокно манильской пеньки, поперечный срез, $\times 400$. 11. Стигматы манильской пеньки, $\times 400$. 12. Мериносовая шерсть, $\times 200$.

Лит.: Райкова И. А., Кендырь, П., 1919; Сурков Н. М., Кенаф, Краснодар, 1927; Гиттерман Б. Э., Кенаф, М., 1927; «Бюллетень кендырного бюро», М., 1927, 1, 2; Wiesner J., Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, B. 3, 3 Aufl., Leipzig, 1921; Beauverie J., Les textiles végétaux, P., 1913; Matthews J. M., The Textile Fibers, their Physical, Microscopical a. Chemical Properties, 4 ed., New York, 1924; Technologie d. Textilfasern, hrsg. v. R. O. Herzog, B. 5, T. II—Hanf- und Hartfasern, B., 1927; Glafey H., Rohstoffe der Textilindustrie, 2 Aufl., Lpz., 1921; Schilling E., Die Faserstoffe d. Pflanzenreiches, Lpz., 1924; Thiele R., Die wichtigsten Faserpflanzen, Lpz., 1918; Rohn G., Neue mechanische Technologie, Ergänzungsband—Textilfaserkunde, Berlin, 1920; Diels L., Ersatzstoffe aus d. Pflanzenreich, Stuttgart, 1918; Herzog A., Die Unterscheidung d. Flachs- u. Hanffasern, Berlin, 1926; Herzog A., Mikrophotographischer Atlas d. technisch wichtigen Faserstoffe, München, 1908; Hönnel F., Die Mikroskopie d. technisch verwendeten Faserstoffe, 2 Auflage, Wien, 1905; Töbler G. und F., Anleitung z. mikroskopischen Untersuchung von Pflanzenfasern, Berlin, 1912; Hauser K., Lehrbuch der technischen Mikroskopie, Stuttgart, 1901. А. Боярнин.

III. В. п. животного происхождения.

К этому классу В. п. относятся два вида: шерсть и шелк.

Шерсть. Шерсть представляет собой волокнистый материал, происходящий от волосяного покрова тела млекопитающих животных, и состоит из отдельных волос, называемых также шерстяными волокнами. Шерстяное волокно по своему происхождению является специальным роговидным образованием кожи. В образовании волоса участвуют разнообразные слои кожи: из одних слоев развивается самый волос, тогда как из других—волосяной сосочек и сальные железы. Волосяной сосочек служит проводником питательных веществ от организма к нижней части волоса, а сальные железы выделяют жироподобные вещества, образующие в результате взаимодействия с выделениями потовых желез жиропот шерсти. Значение жиропота для шерсти обусловлено двумя моментами: во-первых, он предохраняет шерстяное волокно от смачивания его водой и от воздействия различных внешних агентов во время произрастания волоса; во-вторых, он способствует образованию хороших сочетаний волокон между собою в волосяном покрове, что предохраняет шерсть на животном от механического засорения.

Строение волоса, см. *Волос*.

Основные типы шерсти. По роду животных, доставляющих шерсть, различают главным образом следующие категории: овечья, верблюжья, козья и шерсть лам. Второстепенное значение для прядильных целей имеют: коровья и кроличья шерсть, а также лошадиный волос.

1. Овечья шерсть. Из всех перечисленных категорий преобладающее значение в количественном и качественном отношении имеет овечья шерсть. В нашей шерстопрядильной промышленности количество перерабатываемой овечьей шерсти составляет 80—90% всего шерстяного сырья; в отдельных странах Западной Европы и Америки значение овечьей шерсти в качестве прядильного материала выражается еще большими числами.

По технологическим признакам различаются следующие три основных типа шерсти: тонкая, грубая и полугрубая шерсть. Тон-

кой шерстью называют шерсть, являющуюся однородной по входящим в ее состав волокнам (пуховые волокна), при чем поперечное сечение их не превышает 40—45 μ . К этой категории относится вся мериносковая шерсть, высшие сорта нашей цигейской, часть английской шерсти, а также высшие сорта шерсти с нечистопородных мериносковых овец. Грубой шерстью называются сорта, представляющие по своему составу смесь неоднородных волокон, из которых одни принадлежат к типу волокон ости, а другие имеют все характерные признаки пуха. Благодаря большим внешним различиям между остевыми и пуховыми волокнами неоднородность грубой шерсти легко обнаруживается невооруженным глазом и наощупь. По тонине волокна здесь имеются большие различия между пуховыми и остевыми волокнами: тогда как сечение пухового волокна редко превышает 35—40 μ , ость достигает 120 μ и более. Амплитуда колебаний тонины пухового волокна шерсти значительно меньше, нежели ости. Представителями грубой шерсти являются, за единичными исключениями, все виды шерсти, доставляемые породами овец СССР и смежных восточных стран. Сюда принадлежит ордовая шерсть, получаемая от различных типов курдючной породы; русская шерсть, доставляемая волошской и простой длиннохвостой овцой; малочевая и мн. др. Полугрубой шерстью принято называть такую шерсть, которая по внешнему виду является более или менее однородной, но состоит из волокон, не относящихся в целом к типу пуха или ости; при ближайшем исследовании оказывается, что она состоит из смеси волокон, имеющих в большинстве промежуточные признаки между типичными остью и пухом. В соответствии с этим полугрубая шерсть занимает по тонине некоторое промежуточное положение. Представителями этой категории шерсти являются: средние сорта нашей цигейской шерсти, лучшие сорта тушинской, шерсть различных ступеней нечистопородных мериносковых овец с руном промежуточного характера между мериносковым и грубошерстным. Сюда же относится распространенная на нашем рынке хорасанская шерсть персидского происхождения. Из иностранных видов шерсти к данной категории д. б. отнесена основная масса кроссбредной шерсти и многие виды шерсти, получаемой от английских пород овец.

Мериносковая шерсть, называемая также тонкой, испанской, или шленской, по своим достоинствам занимает первое место среди видов овечьей шерсти. Мировое количество ежегодно собираемой мериносковой шерсти составляло до 1914 года, по приблизительным подсчетам, около 30% всего мирового производства шерсти. По отношению же к мировому количеству шерсти фабрично-прядильного назначения мериносковая шерсть составляла около 50%. Однако за последние 50 лет количество мериносковой шерсти, собираемой во всем мире, имеет тенденцию к сокращению вследствие частич. замены ее кроссбредной. Районами мирового значения по сбору мериносковой

шерсти являются: Австралия, южная Африка, С. Ш. А., Южная Америка, Европа. В СССР районы сбора мериносовой шерсти расположены главным образом на С. Кавказе, в Сибири и отчасти на юге Украины.

Волокна мериносовой шерсти, как правило, не обнаруживают никаких следов сердцевины и являются типичным пухом (фиг. 12 вкладн. листа). Чешуйчатый слой имеет типичное кольцевидное строение с черепицеобразным расположением чешуек. Количество чешуек или, вернее, выступающих их краев на единицу длины волокна варьирует в широких пределах (табл. 4).

Табл. 4.—Число чешуек на 1 мм длины в мериносовом волокне.

По Райзеру					По Барнеру
очень тонкая венгерская	силезская	австралийская	буэнос-айресская	капская	колонийальная
114	100	85	85	71,4	200

Отдельные шерстяные волокна мериносовой шерсти образуют на овце шерстяной покров, состригаемый в форме сплошной шерстяной массы, именуемой руном, в котором волокна прочно удерживаются друг около друга. Соединенные с подобными же пучками посредством одиночных волокон, пучки шерсти, из которых слагается мериносовое руно, называются штапелами. Штапель мериносового руна является гл. обр. тем элементом, по которому производится практическое, непосредственное исследование различных физических свойств мериносовой шерсти при ее сортировке и оценке, до технологической обработки шерсти.

Волокно мериносовой шерсти изогнуто и образует значительное количество извитков, лежащих в одной плоскости. По сравнению с остальными видами шерсти мериносовая шерсть обладает более закономерной извитостью и большим количеством извитков на единицу длины. Закономерность мериносовой извитости заключается в том, что на протяжении одного волокна и в пределах штапеля извитки являются более или менее одинаковыми как по своей форме, так и по числу на единицу длины. Количество извитков на 1 см длины колеблется в мериносовой шерсти от 4—5 до 12 и более. Исследование извитости должно производиться не по отдельным шерстяным волокнам, а по совокупности последних, и лучше всего—в их естественном положении. Закономерная извитость шерсти обуславливает лучшее и наиболее плотное расположение шерстяных волокон друг около друга, что способствует образованию хорошо построенных штапелей, необходимых для сохранения ценных свойств шерсти. Извитость обуславливает в известной степени упругость шерстяного волокна, так как оно восстанавливает свою форму при распрямлении. Некоторые формы извитости, как, например, «нитка», свидетельствуют о невысоких физических качествах шерсти. Извитость хорошо характеризует тонину шерсти и является признаком для измерения тонины (см. табл. 5 и 6).

Табл. 5.—Связь между тониной и извитостью мериносовой шерсти.

Наименование классов	Число извитков на 1 см длины	Наиболее часто встречающиеся средние размеры поперечных сечений волокна в μ
SSE (супер супер электа)	12 и более	12,5—16,5
SE (супер электа)	11—12	16,5—17,75
E (электа)	9—11	17,75—20,3
P ₁ (прима первая)	8—9	20,3—23,0
P ₂ (прима вторая)	7—8	23,0—25,4
S (сенунда)	6—7	25,4—28,0
T (терция)	5—6	28,0—33,0
Q (кварта)	4—5	33,0—40,8

Табл. 6.—Классы тонины мериносовой шерсти.

По бредфордской классификации		По германской классификации	
классы	средние размеры поперечных сечений в μ	классы	средние размеры поперечных сечений в μ
90-е качество	11,2—14,4	AAAAA	Тоньше 18
80-е »	14,4—17,8	AAAA	18,0—20,0
70-е »	17,8—20,8	AAA	20,0—22,0
64-е »	20,8	AA	22,0—24,0
60-е »	25,0	A	24,0—26,0
58-е »	26,3	B	26,0—30,0
56-е »	27,7		
50-е »	33,3		

Длина мериносовой шерсти колеблется в широких пределах, в зависимости от системы овцеводства и от индивидуальных особенностей. В пределах штапеля, как правило, она более или менее одинакова. К типу коротких мериносовых шерстей относятся шерсти со средней длиной от 2 до 4—6 см. Эта шерсть обычно входит в класс суконной шерсти. Остальная, более длинная шерсть составляет ассортимент камвольной шерсти. Длина мериносовой шерсти нормального годового роста редко превышает в среднем 12 см. Цвет мериносовой шерсти всегда бывает белым; исключением из этого являются единичные случаи появления мериносовых овец с темно-коричневой и черной шерстью в стаде белых мериносов. Черная мериносовая шерсть иногда называется среди шерстоведов «самородком». Прядельная способность мериносовой шерсти выражается предельной и технической рациональным номером камвольной пряжи, который получается из данного класса (табл. 7).

Табл. 7.—Предельные номера пряжи из мериносовой шерсти.

Бредфордское качество	Номер камвольной пряжи	Бредфордское качество	Номер камвольной пряжи
90-е	150	60-е	48/50
80-е	100	58-е	50
70-е	80	56-е	48
64-е	56	50-е	44/46

В соответствии с условностью бредфордской классификации приведенные цифры не являются исчерпывающим выражением пря-

технологическ. качествами, благодаря чему начинает приобретать широкую известность. Она широко применяется в тонких сортах на средние и тонкие камвольные ткани, до типа ботани включительно, а также на тонкий трикотаж. Более грубые сорта употребляются на выделку более грубых камвольных, платяных тканей и костюмных товаров, до лостровых тканей включительно. Южноамериканская кроссбредная шерсть во многих партиях значительно уступает новозеландской и австралийской по эластичности и мягкости. Вследствие этого южноамериканская кроссбредная шерсть находит преобладающее применение в смесках с другими кроссбредными и чисто англ. видами шерсти для выработки более дешевых камвольных товаров.

Полугрубая шерсть в СССР. Кроме кроссбредной шерсти, ввозимой к нам из-за границы, наша промышленность перерабатывает следующие главнейшие виды полугрубой шерсти: цигейскую, метисную и хорасанскую.

Цигейская (цигайская) шерсть получается с овец цигейской породы, разводимых преимущественно в Бессарабии и, в меньшем количестве, на побережье Черного моря. Цигейская шерсть является одной из самых тонких и ценных разновидностей полугрубой шерсти, приближающихся по общему характеру к тонкой кроссбредной шерсти. Шерсть имеет белый цвет и сильную извитость, напоминающую мериносовую шерсть. По своему назначению цигейская шерсть является материалом главн. обр. для производства тонких сукон. Количество цигейск. шерсти, собираемой в пределах СССР, весьма незначительно, т. к. численность цигейских овец не превышает у нас двухсот тысяч голов. Разновидности цигейской шерсти нечистопородного происхождения, отличающиеся от обычной цигейской шерсти уклонениями в сторону других пород, называются переродами. По технологич. и торговым признакам, согласно проекту общесоюзного стандарта, существующая в торговле цигейская шерсть подразделяется на следующие сорта по тонине и прядильной способности: перерод в мериносовую; 1-й сорт; 2-й сорт; 3-й сорт; перерод в грубую. Выход на мойку составляет 30—55 %.

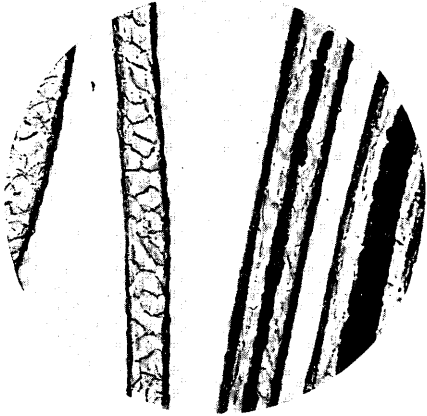
Метисная шерсть получается с овец, представляющих собою продукт скрещивания маток грубошерстных пород с баранами мериносовой породы. В настоящее время производство метисной шерсти приобретает у нас очень широкие размеры вследствие проводимой в государственном масштабе метизации овец. Наиболее распространенным видом этой метизации является скрещивание мериносовых баранов с матками волошской, курдючной и горных кавказских пород. Практическая фабрично-торговая оценка метисной шерсти является задачей ближайшего будущего, по мере поступления этой шерсти на рынок. Цигейской шерстью до 1914 г. у нас называли метисную шерсть от скрещивания грубошерстных пород овец с мериносами или цигейскими овцами.

Хорасанская шерсть получается с неизвестной породы овец, разводимой в Персии, откуда эта шерсть (гл. обр. белая) и поступает к нам. Хорасанская шерсть, поступающая на наш рынок, по б. ч. относится к типу полугрубой шерсти, но при этом она лишь в высших сортах является более или менее однородной. Хорасанская шерсть имеет преимущественное применение в тонкосуконном и полукамвольном производствах.

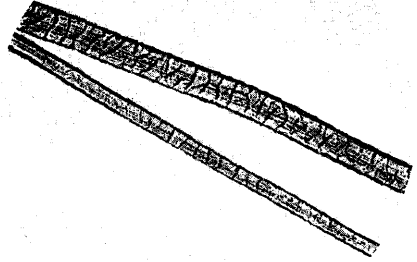
Грубая шерсть в СССР. Сюда относится до 25 видов овечьей шерсти, из которых главнейшими для текстильной промышленности являются следующие: 1) ордовая, 2) туркменская, 3) иомудская, 4) курдская, 5) бухарская, 6) русская, 7) маличевая, 8) тушинская, 9) домна, 10) лезгинская, 11) караевская, 12) горская, 13) карабахская, 14) хотанская, 15) кучарская, 16) монгольская, 17) афганская. Первые 13 перечисленных видов грубой шерсти являются шерстью исключительно или преимущественно русского происхождения и получают с пород овец, разводимых в пределах СССР, а также отчасти в пограничных с СССР странах. Остальные виды поступают в СССР через восточные границы из других стран. Ордовая шерсть по количеству занимает первое место среди всех видов грубой шерсти; она поступает преимущественно из районов Узбекистана, Казакстана, Киргизии, Северного Кавказа и других и характеризуется данными, приведенными в табл. 10 (фиг. 14, 15 и 16 вкладного листа).

Табл. 10.—Характеристика ордовой шерсти.
(По материалам общесоюзного стандарта шерсти.)

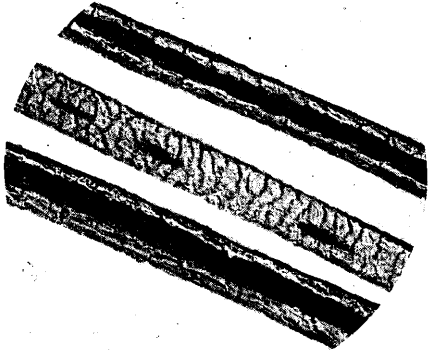
Стандартные сорта	Средняя тонина в μ	Процент волокон по классам тонины						Длина в мм				Влажность в %	Среднее содержание пуха и ости в % по весу		Выход после горячей мойки для шерсти, мытой холодным способом
		пуха		ости				минимальная	максимальная	средняя	неравномерность длины в %		пуха	ости	
		при тонине волокна													
		менее 20 μ	20—40 μ	20—40 μ	40—60 μ	60—80 μ	80 μ и более								
1 сорт	31	63	37	18	54	26	2	31	255	88	51	} 15	68	32	Минимум—78 Максимум—82 Среднее—80
2 »	37	55	45	11	42	39	3	35	252	89	49		57	43	
3 »	46	48	52	3	25	51	21	36	256	90	48		49	51	
4 »	52	41	59	1	15	46	38	38	248	91	50		45	55	



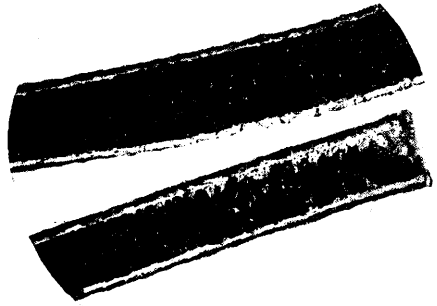
13



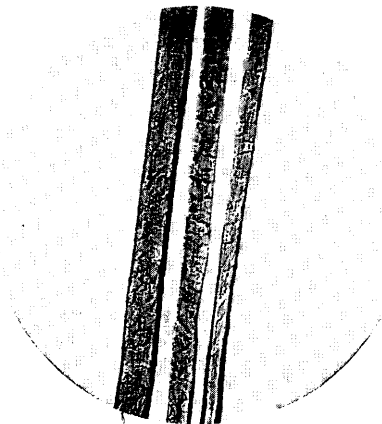
14



15



16



17



18

13. Английское лустровая [линкольнская] шерсть, $\times 200$. 14. Ордовая шерсть, пух, $\times 200$. 15. Ордовая шерсть, ость и переходный волос, $\times 200$. 16. Ордовая шерсть, „мертвый волос“, $\times 200$. 17. Верблюжья шерсть, пух, $\times 200$. 18. Верблюжья шерсть, ость, $\times 200$.

II. Верблюжья шерсть получается с различных пород двугорбых верблюдов. В СССР главным районом разведения верблюдов является Казакстан, где насчитывается 70% всего количества верблюдов в СССР. Количество верблюжьей шерсти, поступающей в распоряжение промышленности, составляло до 1914 года 10% всего шерстяного сырья. Верблюжья шерсть в основных своих свойствах и строении очень близко стоит к овечьей шерсти (фиг. 17 и 18 вкладного листа), но относится к разряду грубой шерсти, за исключением одного сорта, называемого т а й л а к о м, к-рый характеризуется высокой тониной и мягкостью и получается с молодых верблюдов, не бывших в работе. Г р и в а представляет собою самый грубый сорт верблюжьей шерсти, образующей волосяной покров преимущественно по нижней линии шеи, а также отчасти на верхних частях передних ног. Грива характеризуется большой длиной остевых волокон и их прочностью на разрыв (табл. 11).

странам. Все рассматриваемые виды шерсти относятся к типу грубой шерсти и обладают многими характерными признаками, сближающими их с верблюжьей шерстью. Названные виды шерсти из группы Auchenia не встречаются на нашем шерстяном рынке, а вообще имеют крайне ограниченное значение в общем мировом шерстяном хозяйстве.

IV. К о зья шерсть получается с разнообразных пород домашних коз, преимущественно шерстного направления. Лучшими видами козьей шерсти являются шерсть ангорской козы, называемая также могером (см. *Ангорская шерсть*), и шерсть кашмирской козы. Кашмирская шерсть получается с коз кашмирской породы, происходящих из Тибета, но впоследствии распространившихся и за его пределы. Кашмирская шерсть относится к типичной грубой шерсти и состоит из пуха и ости. Пух кашмирской шерсти принадлежит к разряду самых тонких шерстяных волокон, диаметр которых 20—15 μ и меньше, превосходя тонкие сорта мериносовой шерсти.

Табл. 11.—Характеристика верблюжьей шерсти.
(По материалам общесоюзного стандарта шерсти.)

Стандартные сорта	Средняя тонина в μ	Процент волокон по классам тонины						Длина в мм				Влажность в %	Среднее содержание ости и пуха в % по весу	
		пуха		ости				минимум	максимум	средняя	неравномерность длины в %		пуха	ости
		при тонине волокна												
		менее 20 μ	20—40 μ	20—40 μ	40—60 μ	60—80 μ	80 μ и более							
1 сорт (тайлак)	18	91	9	100	—	—	—	—	—	—	} 15	95	5	
2 »	28	84	16	17	55	24	4	36	154	70		72	28	
3 »	26	67	33	16	40	38	6	50	178	77		69	31	
Грива	54	53	37	3	37	48	12	29	376	171		22	78	

Тайлак находит применение как в тонкосуконном, так и камвольном производстве и пользуется большим спросом для трикотажа. Средние и грубые сорта верблюжьей шерсти поступают в грубосуконное производство, а также являются очень ценным материалом для изготовления салфеток, употребляемых в производстве растительных масел. Грива высоко расценивается и идет главным образом для изготовления приводных ремней.

III. Шерсть гуанако (Auchenia huapaso), вигони или викуньи (Auchenia vicugna), ламы (Auchenia lama) и альпака (Auchenia pacos) доставляется четырьмя видами одного и того же рода животных, принадлежащего к семейству верблюдов (Camelidae), но отличающегося от верблюдов меньшим ростом и некоторыми особенностями строения тела. Первые два вида—гуанако и вигонь—являются до настоящего времени дикими животными, обитающими в Кордильерах Южной Америки; альпака и лама существуют в Ю. Америке, гл. обр. в горах Перу, издавна в качестве домашних животных и в незначительном количестве распространились отсюда по другим

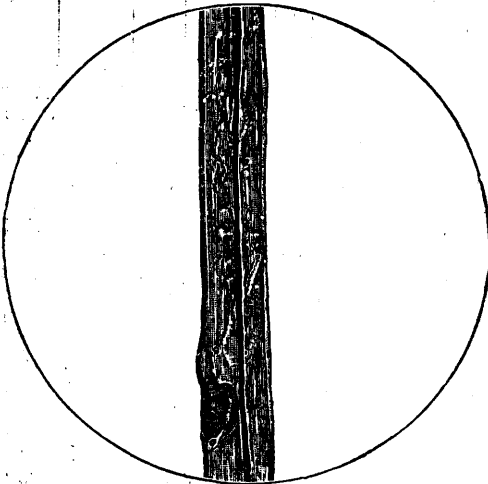
Козья шерсть обыкновенных пород коз является типичной грубой шерстью. Ость козьей шерсти называется в о л о с о м; Козий пух представляет собою типичные пуховые волокна, очень тонкие, мягкие, сильно извитые и обладающие шелковистым блеском. Районами сбора козьей шерсти в СССР являются главн. обр. Казакстан, Киргизия и ю.-восточные районы европ. части Союза. Козий волос не находит себе применения в качестве прядильного материала даже в смесках с овечьей шерстью вследствие крайне низких его прядильных качеств. Козий пух является прекрасным материалом как в камвольном, так и в суконном производстве и особенно широким спросом пользуется для трикотажных изделий. В значительных количествах его используют в кустарном промысле.

V. К о р о вья шерсть принадлежит к разряду «заводских» видов шерсти, т. е. получаемых со шкур в процессе изготовления из последней кожи на соответствующих кожевенных з-дах. Коровья шерсть по своему происхождению и характеру обработки на кожевенных з-дах получается очень разнообразного достоинства. Главными районами

сбора коровьей шерсти являются центры кожевенной промышленности, сосредоточенные в поволжских и северо-восточных губерниях и в Сибири. Лучшими сортами коровьей шерсти являются: вятская, сибирская, уральская, петропавловская. Выские сорта коровьей шерсти при достаточной длине волокна используются для смесок в грубосуконном производстве. Коровью шерсть употребляют при изготовлении валяных изделий (обуви и войлоков) в виде подмеси к другой шерсти.

Лит.: Труды и материалы Комиссии ВСНХ СССР по стандартизации шерсти, М., 1928; Connor L. G., Ряд статей в «Bull. of the National Association of Wool Manufacturers», Boston, 1924; Bouman F. H., The Structure of the Wool Fibre, London, 1908; Matthews M., The Textile Fibers, N. Y., 1924; Heune J., Die Wollkunde, Lpz., 1924; Reiser N., Handbuch d. Weberei, B. 1—Die Rohstoffe, Lpz., 1907. А. Николаев.

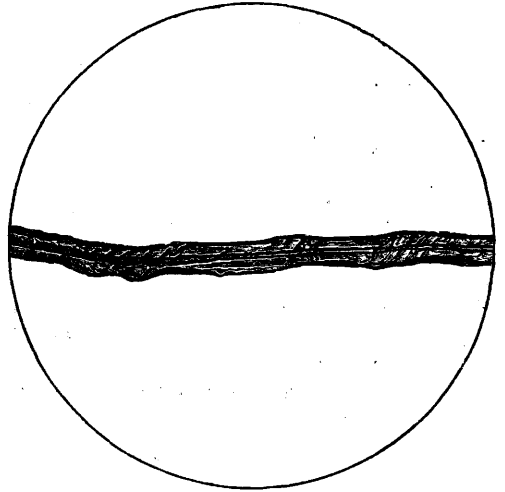
Шелк. Шелк представляет собою продукт выделения желез червя-шелкопряда при завивке им кокона перед превращением в куколку. Представляя собою непрерывную нить, шелк существенным обр. отличается как формой, так и свойствами от других прядильных волокон. Главным производителем шелка является тутовый шелкопряд (*Bombyx mori*), принадлежащий к отряду чешуекрылых (*Lepidoptera*), семейству *Bombycidae* и питающийся тутовым листом. Тутовый шелкопряд является одомашненным животным, почему и шелк его называется культиурным шелком, в отличие от шелка, производимого другими видами шелкопрядов, живущих в диком состоянии (дикий шелк). Коконная нить представляет собою шелковину (*bave*), состоящую, в свою очередь, из двух одиночных нитей (*brin*), соответственно двум отдельным железам червя, склеенных серицином в одну связанную нить. Под микроскопом эта двойная нить (фиг. 20)



Фиг. 20. Шелк, $\times 305$.

представляется в виде сплюснутого цилиндра; посредине шелковины видна бороздка—линия раздела между одиночными нитями. По длине шелковины в различных местах встречаются утолщения и перехваты неправильной формы, представляющие собою места скопления серицина (фиг. 21). В шелко-

вине диких шелкопрядов эти перехваты встречаются чаще и выражены более резко, чем у тутового шелкопряда. Особенно они развиты в нити индийского туссора (*Antheaea mylitta*). В перехватах шелковины светопреломляющая способность иная, чем в других местах. При размотке перехваты и утолщения размягчаются и исчезают, но часть

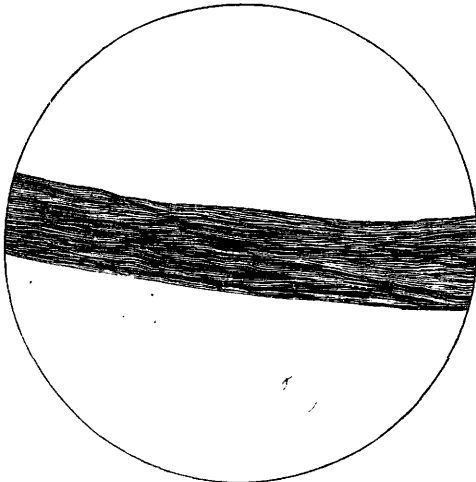


Фиг. 21. Шелк, $\times 126$.

утолщений и налетов остается. Содержание серицина в коконной нити и внешний вид серицинового слоя отличаются большей неустойчивостью, чем фиброинный слой. Встречаются места с недостаточным содержанием серицина и с полным отсутствием серицинового слоя. Наиболее резкие колебания и в данном случае дает нить дикого шелкопряда. Серициновый слой, будучи высушен, быстро становится твердым и ломким, на поверхности нити образуются трещины, складки и утолщения, вызывающие пороки в грежевой нити. Во время завивки кокона и укладывания червем коконной нити в виде восьмерок на поверхности ее появляются трещины и рассечины, к-рые сильнее в наружных слоях коконной нити, а также в нити диких шелкопрядов. В разрезе шелковинная нить представляется в виде растянутого неправильного овала или в виде двух клиньев треугольного сечения с закругленными углами, повернутых заостренными концами в противоположные стороны.

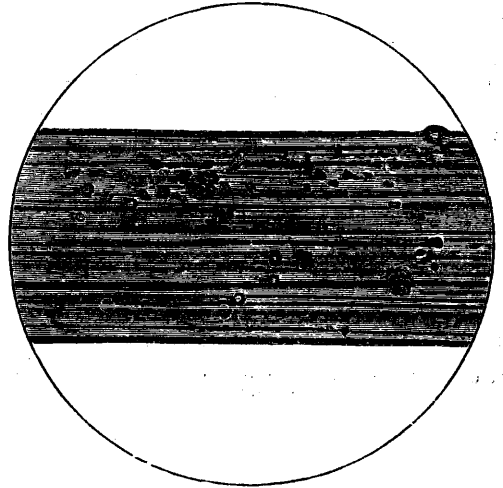
Структура коконной нити еще недостаточно изучена, хотя первые указания по этому вопросу были даны еще голландским ученым А. А. Левенгуком (1702 г.). Гёнель (Höhnel) в 1887 г. окончательно установил, что нить диких шелкопрядов состоит из отдельных элементарных волоконцев круглового сечения и очень небольшой тонины ($0,3 - 1,5 \mu$). Фибриллярное строение шелковинной нити придает ей полосатый вид. Наряду с продольными, правильными, очень тонкими и нежными полосами в шелковине нек-рых диких шелкопрядов, как и в шелковине китайского туссора, можно наблюдать резкие, темные, неправильно расположенные места. Происхождение этих пятен объясняется пустотами внутри кокон-

ной нити, возникшими вследствие испарения протеиновой массы, при чем пустоты заполняются воздухом. Пустоты могут быть отмечены карминовой к-той. При проходе нити через выводные протоки-волочилины червя пустоты принимают форму весьма тоненьких полосок, число которых в разрезе доходит до 500, а поперечник колеблется от 0,2 до 1 μ . При рассмотрении шелковины в среде канадского бальзама воздушные каналы шелковины становятся блестящими благодаря заполнению пустот бальзамом. Фибриллярность нити долгое время признавалась лишь за шелковиной диких шелкопрядов, при чем полосатость нити принималась за признак, отличающий нить дикого шелкопряда от нити культурного шелка; но работы последних лет, в том числе исследования проф. Lenticchia, показали, что и у тутового шелкопряда шелковина состоит из отдельных элементарных волоконцев. Происхождение этих волоконцев объясняется тем, что фиброин поступает в шелкоотделительную железу из ее клеточного слоя в виде мельчайших капель, которые, попадая в канал железы, не вполне растворяются в общей массе шелкового вещества и сохраняют свою структуру. При проходе шелковой массы через волочилину червя фиброинные капли удлиняются и получают форму длинных тонких волокон, которые встречаются не только в фиброинной части шелковинной нити, но и в серициновом слое ее. При употреблении веществ, растворяющих серицин, или при продолжительной выварке шелка серицин исчезает, и волокна теряют связь с общей массой. При этом нити становятся более доступными наблюдению и представляются в виде отдельных волосков, наподобие щетины в щетке или в кисти, почему и носят по-итальянски название *fiocchetti*—кисточки (фиг. 22 и 23).

Фиг. 22. Шелк, $\times 400$.

Фибриллярной структурой коконной нити тутового шелкопряда объясняется один из главн. недостатков шелковой нити—моховатость, т. е. стремление нити расщепляться, отсутствие связности, что особенно сильно проявляется при крашении

шелка и его выварке: волоконца теряют между собой связь, на поверхности нити появляются маленькие усики, отделяющиеся от основной нити, нить получает полосатую поверхность и делается рыхлой. После крашения такой шелк часто приобретает неравномерную окраску с крупинками более

Фиг. 23. Шелк, $\times 1200$.

сильного тона. Это явление объясняется тем, что в моховатой шелковинной нити длина и толщина волоконцев не одинаковы и более толстые волоконца производят впечатление более густой окраски, подобно тому как окрашенная жидкость, налитая в бутылки разной ширины, кажется в широкой бутылке интенсивнее окрашенной, чем в плоской. Поэтому для размотки шелковинная нить должна иметь возможно более однородную структуру, в особенности в смысле фиброинного слоя. Излишняя фибриллярность с заполнением промежутков серициновой массой ведет к тому, что при растворении серицина нить делается моховатой. Практика показывает, что однородность нити тутового шелкопряда и отсутствие моховатости зависят: 1) от породы шелкопряда и 2) от ведения выкормки. Породы более культурные, как, напр., итальянские, французские, имеют значительно более связную нить, к-рая оказывает большее сопротивление расщеплению, чем нить пород менее культурных. Особенно слабыми в этом отношении оказываются нити поливольтинных пород (кантонский шелк, нек-рые виды

Табл. 12.—Моховатость различных пород шелка-сырца.

Породы шелка-сырца	Число моховатых мест на 1 000 м
Крашенный шелк из брусской грежи	202,5
Японский	171,5
Брианца	168
Багдадский	133
Смешанные китайские породы	110,5
Ломбардский	90,5
Северский	87,5
Брешия	73,5
Фриули	55,5

японского шелка). Равным образом при рациональном ведении выкормки развитие червя и его шелкоотделительная секреция идут правильно; здоровый червь завивает однородную, правильно построенную нить. В табл. 12 приведены результаты, к которым пришла особая комиссия при Миланском кондиционе (1905 г.), подвергшая этот вопрос тщательному изучению.

Табл. показывает, что работы нагорных мест, например североитальянская и Фриули, отличающаяся гладкостью нити, имеют наименьшую моховатость. Далее, работы упомянутой комиссии показали, что моховатость шелковины в значительной мере зависит и от способа обработки. Так, число моховатых мест у шелка, окрашенного в лаборатории, составляло на 1 000 м—216, а на фабрике—985 (ср. табл. 13).

Табл. 13.—Зависимость моховатости шелка от обработки.

Обработка	Число моховатых мест на 1 000 м	
	испытание I	испытание II
Шелк, вываренный 1 раз	155	110
» » 2 раза	599	474
» » 2 » в мыльн. бане		560
» » 3 » » »		910
» » 4 » » »		5 540

Длина шелковины. Средняя длина шелковины, смотанной с одного кокона, различна: она зависит от породы и качества коконов; в среднем она составляет 600—700 м. Наибольшая длина шелковины, к-рую возможно смотать с одного кокона, доходит до 1 200—1 250 м. Общая же длина шелковины, выпускаемой червем, включая сюда теллет, фризон и др. отбросы, примерно на 200 м больше разматываемой длины шелковины. Данные о длине разматываемой нити у разных пород, по измерениям Кавказской станции шелководства, приведены в табл. 14.

Табл. 14.—Длина шелковины разных пород.

Порода	Длина в м
Японская зеленая	577,6
Китайская белая ченган	527,6
Хорасанская »	702,0
Бухарская	782,0
Туркменская белая	613,0
Багдацкая	865,7
Кутаисская оранжеевая	676,0
Французская желтая	747,0
Итальянская	792,0

Тонина шелковины измеряется титром или номером. Общепринятым является легальный титр, представляющий собою вес мотка шелка, длиной в 450 м, выраженный в денье (1 денье = 0,05 г). Титр шелко-

вины коконов различных пород (по данным Миланской лаборатории): кутаисских коконов 2,82, туркестанских 2,68, персидских

Табл. 15.—Зависимость титра и длины от величины коконов.

Порода коконов	Вес 10 коконов в г	Длина шелковины 10 коконов в м	Длина шелковины, смотанной с 100 г коконов в м	Титр шелковины в денье
Салоникие желтые крупные	7,130	8 530	119 648	2,76
» » мелкие	4,455	5 825	130 752	2,69
Греческие белые крупные	8,400	9 835	117 083	2,83
» » мелкие	4,870	6 700	143 468	2,22
Сирийские желтые крупные	7,560	9 340	123 544	2,82
» » мелкие	4,100	6 430	156 829	2,16

2,87 денье. Титр шелковины, как и длина ее, зависит и от величины коконов. Исследования, произведенные в этом направлении Миланской лабораторией (табл. 15), показывают, что 1) титр шелковины мелких коконов меньше, чем крупных, 2) мелкие коконы дают большую длину шелковины, смотанной с весовой единицы (со 100 г коконов), чем крупные. Особое значение для получения шелка-сырца хорошей согласности имеют колебания титра шелковины в зависимости от слоя кокона. Титр шелковины, за небольшими исключениями, следует определенному закону; так, титр шелковины первых слоев кокона (удаляемой при запарке) несколько выше среднего титра и колеблется для различных пород от 2,6 до 4,0, доходя в исключительных случаях до 5,0 денье и даже несколько выше. Достигнув максимума, титр шелковины начинает постепенно падать и в конце шелковины составляет от 2,0 до 1,1 денье. Таким образом в конце размотки шелковина имеет от 0,3 до 0,5 начального титра. Титр шелковины различных пород, по данным Миланской лаборатории, представлен в табл. 16.

Табл. 16.—Титр шелковины различных пород.

Кокон	Титр шелковины	
	наименьший	наибольший
Кутаисские	2,04	4,16
Туркестанские	2,02	3,59
Персидские	2,12	3,54
Вуци	1,41	2,81
Шао-шинг	1,90	3,10
Китайские скрещенные	1,69	3,24
Греческие	1,95	3,37
Адрианополюские	2,11	3,68
Салоникие	2,25	3,35
Тосканские	2,05	3,83
Пьемонтские	2,08	3,77
Венгерские	1,99	3,66
Китайские золотистые	1,53	3,43

Диаметр шелковины. Под диаметром шелковины понимается наибольший поперечник сечения. Диаметр шелковины, как длина и титр ее, зависит от породы и места происхождения коконов, от способа ведения выкормки и от слоя кокона. Диаметр шелковины и ее геометрия, строение в свое время изучали Корналия, Робине, Дюсеньер и др., которые нашли, что диаметр шелковины не

является величиной постоянной. Корналия рассматривал шелковинную нить как очень длинный конус с основанием в начале разматываемой нити и с вершиной в конце нити, но дальнейшие исследования показали неправильность этого предположения. Диаметр шелковинной нити непостоянен, но он не обнаруживает постепенного уменьшения к концу нити. Уерлд (World) наблюдал наибольший диаметр и посередине шелковины и у ее конца. Это не противоречит тому, что было сказано относительно изменения титра шелковины. Титр зависит от веса шелковины и не зависит от формы ее сечения. Форма же сечения шелковины изменяется: у конца она суживается и принимает лентообразную форму, что позволяет ей, уменьшаясь в титре по определенному закону, сохранять диаметр или изменять его вне зависимости от изменения титра. Постоянного соотношения между диаметром шелковины и титром нет. Утверждения некоторых исследователей (Париже, Дюсеньер, Рондо и др.), что уд. в. шелковины уменьшается к ее концу, не подтвердились работами Миланской лаборатории. Работы последней показали, что колебания уд. в. шелковины, смотанной из разных слоев кокона, очень невелики. Диаметр вареной шелковины является более постоянным, чем диаметр сырцовой нити. Большие колебания диаметра сырцовой нити следует объяснить: 1) непостоянным соотношением количеств серицина и фиброина, 2) не всегда параллельным положением однострунных нитей шелковины, 3) дефектами сырцовой нити в виде утолщений серицинового слоя, перехватов и пр. По данным Зильбермана, диаметр сырцовой шелковины тутового шелкопряда колеблется от 18 до 30 μ . Результаты исследований Миланской лаборатории относительно диаметра сырцовой шелковины приведены в табл. 17.

Табл. 17.—Диаметры сырцовых шелковин.

Порода	Диам. в μ	Порода	Диам. в μ
Варская	29,9	Багдалская	31,6
Северная	23,1	Шантунг желтая	25,2
Бионе-Варская	31,9	Китайская серицино-белая	24,6
Мессинская	30,1	Японская белая	27,3
Асколи	26,7		

Диаметр вываренной шелковины значительно меньше диаметра сырцовой нити и, по данным Миланской лаборатории, колеблется от 12 до 16,7 μ (табл. 18). Диам. шелковины

Табл. 18.—Диаметр вываренной шелковины.

Коконы	Диам. в μ	Коконы	Диам. в μ
Кутанские	16,73	Адрианополюск.	13,30
Туркестанские	14,42	Салоникские	12,34
Персидские	12,97	Тосканские	13,49
Китайские серицино-белые	12,47	Пьемонтские	13,23
Китайск. скрещ. желтые	13,49	Венгерские	13,36
Греческие	12,50	Китайские золотистые	12,04

диких шелкопрядов значительно больше тутового и, по Зильберману, составляет в μ :

Туссор индийский	40—65, в среднем 45
» китайский	60—80 » 70
» ямайский	45—55 » 50
Шелкопряд Эри	35—40 » 38
» айлантовый	40—45 » 45

Механич. свойства шелковины. Из механич. свойств шелковины для производства имеют особенное значение крепость на разрыв и удлинение нити под влиянием последнего. В производственной практике для определения крепости p нити пользуются не разрывной длиной или разрывн. усилием на 1 мм^2 сечения нити, а разрывным усилием на одно денье, по ф-ле $p = \frac{P}{T}$, где P —разрывное усилие, T —титр. Разрывное усилие для шелковины хорошего качества колеблется в среднем от 2,8 до 3,0 г на 1 денье. Разрывное усилие на 1 денье, определенное на разрыве грежевой нити, всегда больше разрывного усилия, определенного на разрыве одной шелковины. Это объясняется тем, что, благодаря перевивке и склеиванию грежевой нити серицином, она обладает большей связностью.

Удлинение составляет приращение длины нити к моменту ее разрыва и выражается или в мм на 1 м первоначальной длины нити или в % приращения к первоначальной длине. Предел эластичности для шелковины составляет приблизительно 25% разрывного усилия, при чем нить получает лишь около 10% того удлинения, которое соответствует разрыву. Механич. свойства

Табл. 19.—Крепость и удлинение шелковин.

Коконы	Разрывн. усилие в г на 1 денье	Удлинение в мм на 1 м	Разрывное усилие в г на 1 денье
	определенные на 1 шелковине		определенное на шелксырце с 4 коконов
Кутанские беловатые	2,21	142	—
Туркестанские беловатые	2,77	141	3,96
Персидские беловатые	2,52	166	4,09
Вуци белые	2,54	126	4,04
Шао-шинг белые	2,86	151	4,17
Донг-динг »	2,70	141	4,30
Китайские скрещ. желтые	3,07	158	3,94
Греческие	2,68	148	3,93
Адрианополюск. желтые	3,00	149	4,00
Салоникские желтые	2,56	179	4,00
Итальянские	—	—	3,80
Тосканские »	2,81	151	—
Пьемонтские »	2,57	174	—
Венгерские »	2,67	151	—
Сирийские »	—	—	4,04
Кашмирские »	—	—	3,92

шелковины, крепость на разрыв и удлинение, хотя и зависят от тех же причин, что и титр, диаметр и длина нити (от породы и происхождения коконов, от ведения выкормки и от слоя кокона), но не дают таких значительных колебаний, как рассмотренные ранее свойства шелковины. Крепость на разрыв, отнесенная к одному денье, обычно возрастает от начала шелковины к ее

концу; внутренние слои шелковины показывают большую крепость на разрыв на 1 день. Удлинение показывает обратное. Наибольшее удлинение дают верхние слои кокона. Возможны, как и во всех физич. и химич. свойствах шелковины, отступления. Первые метры шелковины, выпускаемой червом, совершенно не подчиняются высказанному положению. Разрывное усилие шелковины хорошего качества до известной степени пропорционально титру; удлинение в меньшей степени зависит от тонины шелковины. Случается, что тонкая шелковина имеет большее удлинение, а толстая—меньшее. Результаты испытаний крепости и удлинения, полученные Миланской лабораторией, приведены в табл. 19.

Миланской лабораторией, кроме того, были произведены опыты для выяснения, насколько разрывное усилие шелковой нити на 1 день колеблется в пределах одной партии. Эти опыты (табл. 20) показали, что

Табл. 20.—Колебания крепости в одной партии.

Кокон	Разрывное усилие в г на 1 день, полученное при испытании греди, смотанной с 4 коконов						Среднее
	Испытания:						
	I	II	III	IV	V	VI	
Туркестанские беловатые	3,99	3,85	4,25	4,04	3,89	4,18	4,03
Итальянские желтые	3,86	3,71	3,65	3,75	3,74	—	3,74

колебания разрывного усилия значительно меньше, чем колебания титра и диаметра шелковины. Испытания же крепости и удлинения на одно день в зависимости от слоя кокона, произведенные Миланской лабораторией, представлены в табл. 21.

Табл. 21.—Крепость и удлинение греди, полученной из различных слоев коконов.

Кокон	Разрывное усилие в г на 1 день, определ. на гребевой нити в 4 кокона			Удлинение в мм, получ. при испытании гребевой нити в 4 кокона		
	Слои			Кокон		
	наруж.	средн.	внутр.	наруж.	средн.	внутр.
Вуци белые	3,16	4,33	4,60	225	206	175
Желтые золотистые	3,80	4,17	4,57	231	206	187
Брианца желтые	3,62	3,96	4,04	255	221	176
Калабрия »	3,82	4,14	4,38	237	229	184

Данные Зильбермана о крепости и удлинении шелковины пород диких шелкопрядов показывают, что дикий шелк в этом отношении весьма неоднороден, что значительно понижает его технологическую ценность по сравнению с шелковиной тутового шелкопряда (табл. 22).

Физические свойства шелковины. Уд. в. шелковой нити определяли в свое время Робине, Персо, Мюльбе, Виньон и др. Трудность определения уд. в. заключается в том, что шелк очень порист, легко поглощает воздух, газы и влагу. Первые трое из названных нами исследователей определяли объем, вытесняемый шелком при погружении в воду, и пришли к следующим

Табл. 22.—Крепость и удлинение дикого шелка.

Породы	Крепость на разрыв в г	Удлинение в %
Индийский шелкопряд (<i>Bombyx fortunatus</i>)	4,1	7,2
Китайский туссор, дубовый (<i>Antheaa peryni</i>)	17,9—15,3	16,3—5,6
Японский туссор (<i>Antheaа uamamaу</i>)	17,4—24,8	22,8—7,2
Ассамский туссор (<i>Antheaа assama</i>)	16,3—12,84	23,9—6,4
Индийский туссор (<i>Antheaа mylitta</i>)	20,8—23,25	18,1—4,7
Сивнигский ореховый шелкопряд (<i>Actias selene</i>)	28,0—7,53	13,7—2,8
Клешевиный шелкопряд (<i>Philosamia ricini</i>)	7,91	4,4
Шанхайский мандариновый шелкопряд (<i>Theophila mandarina</i>)	8,1	10,1
Китайский дикий тутовый шелкопряд (<i>Rondotia menciaana</i>)	3,5	16,6—19,0

результатам относительно уд. веса шелка-сырца: Робине—1,367, Персо—1,357, Мюльбе—1,359. Удельный вес шелковины диких шелкопрядов выше удельного веса шелковины тутового шелкопряда (табл. 23).

Табл. 23.—Удельный вес дикого шелка-сырца (по Зильберману).

Породы	Уд. в.
Индийский туссор	1,65
Китайский »	1,58
Японский »	1,66
Айлантовый шелкопряд	1,57
Клешевиный (Эри)	1,55
Китайский тутовый дикий	1,52
Шанхайский мандариновый	1,50

Отношение шелка к теплу. Шелк—плохой проводник тепла. При нагревании шелк теряет гигроскопическую воду, но к действию тепла значительно устойчивее других волокон: при постепенном нагревании шелк не обнаруживает признаков разложения до 160° ни в морфологическом, ни в химическом отношении и восстанавливает в значительной степени эластичность и крепость на разрыв при последующем охлаждении. Поэтому кондиционирование шелка производится при 130—140°. Утяжеленный шелк менее устойчив по отношению к нагреванию. При 120° он делается хрупким, и светлые тона получают коричневую окраску. При сжигании в тигле шелк обнаруживает то же, что и протеиновые вещества: разбухая и размягчаясь, он превращается, издавая запах жженого рога, в уголь с большим содержанием азота; образовавшийся уголь трудно сжигается.

Отношение шелка к электричеству. Шелк—плохой проводник электричества и употребляется в качестве изоляционного материала. При трении шелк наэлектризуется положительно или отрицательно. При трении двух шелковых

волокон происходит искрение. Шелк—плохой проводник электричества и употребляется в качестве изоляционного материала. При трении шелк наэлектризуется положительно или отрицательно. При трении двух шелковых

лент одна о другую лента с продольным направлением волокон наэлектризуется положительно, с поперечным—отрицательно. Влажный и в особенности намасленный шелк наэлектризуется значительно слабее. Особенно легко наэлектризуется сухой шелк после обработки его кислотой; при этом он становится шероховатым. В наэлектризованном состоянии шелк остается долгое время даже при соприкосновении с хорошими проводниками электричества. Способность шелка наэлектризовываться и оставаться в таком состоянии обнаруживается в особенности при прядении шелка, при трении волокон о карду и гребни. Волокна взаимно отталкиваются, топорщатся, вместо того чтобы ложиться параллельно друг другу, что затрудняет обработку. Для предупреждения наэлектризовывания волокно смачивают эмульсией с мыльным раствором. Шелк является плохим проводником электричества лишь в виде чистого шелкового волокна. Крашеный и в особенности крашеный в черный цвет и утяжеленный шелк относится к электричеству иначе: электропроводность такого шелка значительно выше. Электропроводность утяжеленного шелка в 10 раз выше электропроводности чистого шелкового волокна. Высокая электропроводность утяжеленного шелка объясняется присутствием в нем солей металлов, и чем больше солей в шелке, тем выше его проводимость. По отклонению гальванометра можно судить о проценте металлическ. примесей в утяжеленном шелке.

Вращение плоскости поляризации в шелке исследовали в свое время Виньон и другие, при чем нашли, что оно соответствует приблизительно вращению в альбуминоидах. По Виньону, угол вращения составляет для серицина 38,8—39,5°, для фиброина 39,96—42,8°. Вращательная способность шелка зависит от породы тутового шелкопряда и колеблется: для серицина от 30 до 45°, для фиброина от 39,5 до 48,2°. Серицин имеет кислую реакцию, и в растворе кислот его вращательная способность больше, чем в щелочном растворе. Фиброин—вещество с щелочной реакцией и обнаруживает обратные оптические свойства.

С химич. стороны шелковина представляет собою органич. соединение (животного происхождения), по своему составу являющееся белком, по нек-рым данным—кристаллического строения. Первые работы по химии шелка относятся ко второй половине 18 века (Риго де-Сен-Кентен, Моке и др.). В настоящее время установлено, что шелковинная нить образована из волокна белковой природы—фиброина (70—80%), из покрывающего его шелкового клея (20—30%), состоящего главн. образом из белка—серицина и из небольших количеств красящих минеральных веществ, жиров и воскоподобных образований неизвестной природы. Содержание второстепенных веществ в серицине соста-

вляет около 2,5% веса всей шелковой нити. Главная составная часть шелковины—фиброин, сложное азотсодержащее органич. соединение, относящееся к протеинам. Вместе с некоторыми другими азотистыми веществами, как, напр., кератином, входящим в состав волос, перьев и пуха, фиброин выделяется в особую группу белковых тел, т. н. альбуминоидов (см. *Белковые вещества*). Фиброин является одним из немногих белковых тел, не содержащих серы; он стоек по отношению к ферментам: напр. неспособен перевариваться при действии пепсина. Последние исследования физико-химич. природы фиброина показывают, что фиброин не является химически однородным веществом, а представляет собою смесь двух или даже большего количества компонентов, и что в волокнах фиброина присутствуют кристаллические вещества в состоянии твердого раствора. При гидролизе фиброин, подобно другим белкам, распадается на составные части, главную массу которых составляют аминокислоты, в особенности гликоколь, аланин и тирозин. Наиболее полный анализ продуктов гидролиза фиброина был произведен Абдергальденом в 1922 году и дал следующие результаты (в %):

Гликоколь	40,50
d-аланин	25,00
l-тирозин	11,00
l-лейцин	2,50
l-фенилаланин	1,50
l-серин	1,80
d-аргинин	1,50
Лизин	0,85
Гистидин	0,75
l-пролин	1,00

86,40

Анализы фиброина различных сортов шелка показывают, что количественные отношения входящих в его состав аминокислот подтверждены значительным колебанием (табл. 24).

Р а й о н ы д о б ы ч и ш е л к а. Культура шелковичного червя неразрывно связана с культурой шелковицы, или тутового дерева. Культура шелковицы возможна лишь в широтах, где температура зимою не опускается ниже —20°. В Союзе ССР эта граница проходит примерно по линии Сталинград—Воронеж—Минск. Главными же производящими шелк районами являются: в Союзе ССР—Закавказские республики и Средняя Азия, отчасти Северный Кавказ; в Европе—Италия, Франция и Испания; на Ближнем Востоке—Турция, Персия, Левантйское побережье и на Дальнем Востоке—Япония, Китай и Индия. Количество

Табл. 24.—Соотношение аминокислот в фиброине шелка (в %).

Сорт шелка	Серицин	Глико-коль	d-аланин	l-лейцин	l-серин	Аскар-кислота	Глютамин-нов. н-та	l-фенил-аланин	l-тирозин	l-пролин
Ломбардский	—	40,5	25,0	2,5	1,6	—	—	1,5	11,0	1,8
Кантонский	20,8	37,5	23,5	1,5	1,5	0,35	—	1,6	9,8	1,0
Бенгальский	21,0	30,5	20,0	1,2	1,75	0,8	Следы	1,4	10,0	1,85
Тан-геао-геам	15,0	25,0	18,2	0,9	1,2	2,1	2,0	1,0	7,8	1,0
Чафу	15,0	12,5	18,0	1,2	1,0	2,0	2,0	1,0	8,5	2,5
Тусса шангунг	20,0	14,5	22,0	1,0	1,8	1,0	1,75	1,0	9,7	2,5
Тусса индийская	—	9,5	24,0	1,5	2,0	2,5	1,0	1,6	9,2	1,0

шелка-сырца (грежи), выработанного в отдельных районах в 1924 г., составило (в т):

1. Европа:	5 685
Франция	365
Италия	5 225
Испания	95
2. Ближний Восток: Греция, Турция, ЗСФСР, Ср. Азия	900
3. Дальний Восток:	30 105
Китай, экспорт из Шанхая	4 020
Кантона	2 905
Япония » » Иокагамы	23 100
Индия	35
Индокитай	45
Всего	36 690

К этому количеству следует прибавить потребление шелка-сырца кустарной промышленностью Китая, Японии и др. стран Азии, которое составляет 10 000—12 000 т в год. Особенное развитие производство шелка-сырца за последние 60 лет получило в странах Дальнего Востока (табл. 25).

Табл. 25.—Рост производства шелка-сырца (в т).

Годы	Европа	Ближний Восток	Дальний Восток	Всего
Годичная средн. 1871—1875	3 676	676	5 194	9 546
Годичная средн. 1876—1880	2 475	639	5 740	8 854
Годичная средн. 1881—1885	3 630	700	5 108	9 438
Годичная средн. 1886—1890	4 340	738	6 522	11 600
Годичная средн. 1891—1895	5 518	1 107	8 670	15 295
Годичная средн. 1896—1900	5 220	1 552	10 281	17 053
Годичная средн. 1901—1905	5 312	2 304	11 476	19 092
Годичная средн. 1906—1910	5 454	2 836	14 917	23 207
1911	4 330	2 960	17 280	24 570
1912	4 982	2 233	19 750	26 965
1913	4 245	2 315	20 760	27 320
1914	4 840	1 785	15 595	22 220
1915	3 215	1 040	19 410	23 665
1916	4 072	1 040	22 013	27 125
1917	3 245	1 040	22 480	26 765
1918	3 165	1 040	20 890	25 095
1919	2 090	1 040	24 060	27 190
1920	3 655	750	16 425	20 830
1921	3 460	550	25 285	29 295
1922	4 010	700	26 950	31 660
1923	5 225	760	25 480	31 465
1924	5 685	900	30 105	36 690
1925	4 820	1 065	33 185	39 070

Шелковые отбросы. Кроме утилизации в виде непрерывной шелковой нити, шелковое волокно находит значительн. применение в прядении в виде шелковых отбросов. Последние разделяются на 2 категории: 1) отбросы, получаемые при шелководстве, и 2) отбросы, получаемые при размотке коконов. К первой группе принадлежат: а) охляпья, сдор — нить, выпускаемая червем перед завивкой кокона; вследствие своей неровности сдор принадлежит к наихудшим видам шелковых отбросов; содержание шелка в нем приблизительно 35%; б) порченые коконы, к-рые не м. б. размотаны, — коконы слабые, ржавые, запачканные, уродливые, коконы после греная; смотря по сорту, содержание шелка в этой группе колеблется

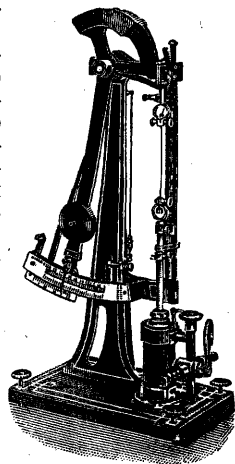
от 50 до 75%. Ко второй группе принадлежат: а) фризон — верхи коконов, снимаемые при запарке коконов перед размоткой; сюда отходит в среднем ок. 25% шелковой массы коконов; фризон является очень ценным шелковым отбросом, с содержанием шелка в 65—78%; б) теллетт — внутренняя оболочка размотанных коконов; содержание шелка здесь не более 40%, при чем волокно крайне тонко и слабо. Шелковые отбросы перерабатываются на прядильных ф-ках в пряжу, называемую шаппом, бурдесуа или прядным шелком. Это производство держится в большом секрете и точных статистических данных нет. Ориентировочно можно считать, что мировое количество всех шелковых отбросов, перерабатываемых в год, составляет около 25 000 т.

Лит.: А н у ч и н А. В., Изменчивость и наследственность коконов тутового шелкопряда, М., 1926; И в а н о в В. П., О селекции коконов, Тифлис, 1914; Т и х о м и р о в А. А., Основы прядения шелководства, М., 1914; Ч и л и к и н Н. М., О свойствах коконов и шелковой грежи различного происхождения, Москва, 1913; Ш а п о ш н и к о в В. Г., Общая технология волокнистых и красящих веществ, М.—Киев, 1926; «Груды Кавк. шелковод. станция», т. 2—Материалы по описи шелков Кавказа и сопредельных стран, Тифлис, 1891; «Изв. Московского текст. ин-та», М., 1927, т. 1, вып. 1, 1928, вып. 2; «Технико-экономич. вестник», М., 1925, 6—6, 1926, 6—7; Chittick I., Silk Manufacturing and its Problems, N. Y., 1913; Colombo G., Sunto delle lezioni di merceologia e tecnologia dei bozzoli e della seta, Milano, 1917; Herzog A., Die mikroskopische Untersuchung d. Seide, B., 1924; Herzog A., Die Unterscheidung d. natürlichen u. künstlichen Seiden, Dresden, 1910; Rosenzweig A., Serivalor, The Valuation of Raw Silk, N. Y., 1917; Seem W. P., Raw Silk Properties, Classification of Raw Silk a. Silk Throwing, N. Y., 1922; Silbermann H., Die Seide, ihre Geschichte, Gewinnung und Verarbeitung, B. 1—2, Dresden, 1897; Schober I., Seide und Seidenwaren, Lpz., 1927; «Bulletin des soies et des soieries», Lyon; «Melliand's Textilberichte», Mannheim; «Die Seide», Krefeld; «Silk», N. Y.

В. Линде.

IV. Испытание В. п.

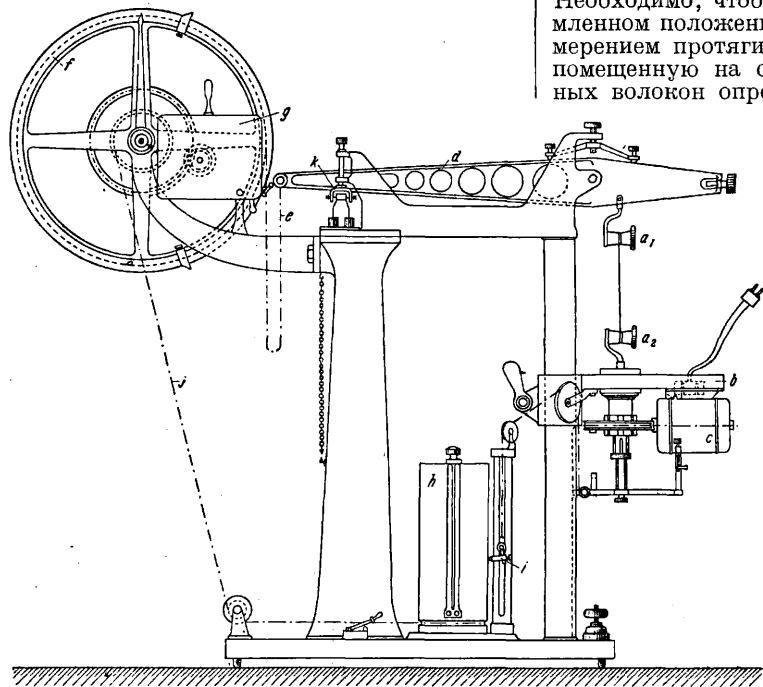
Крепость В. п. определяется на динамометре, представляющем собою рычаг, к одному плечу к-рого подвешены тиски для зажима одного конца волокна; другой конец волокна зажимается во вторые тиски, расположенные под первыми, второе же плечо рычага служит для измерения разрывающего усилия. Нагрузка производится разными способами в зависимости от конструкции динамометра. На фиг. 24 и 25 изображены две типичные конструкции: Шоппера и Дефордена. В первой из них нагрузка производится давлением воды на поршень, к которому прикреплен конец испытываемого волокна. В динамометре Дефордена к плечу рычага подвешена чашка с, в которую наливается вода; а — тиски, б — измеритель удлинения, d — трубка для воды, e — резервуар для воды, f — рычажные весы для взвешивания чашки с. У д л и н е н и е



Фиг. 24.

при разрыве, в % к первоначальной длине, определяется одновременно с разрывом; для этого измерения во всех динамометрах имеются специальные приспособления. Упругость волокна при постоянном на него воздействии механич. силы с течением времени ослабевает: появляется усталость волокна. Определение упругости обычно производится измерением длины воло-

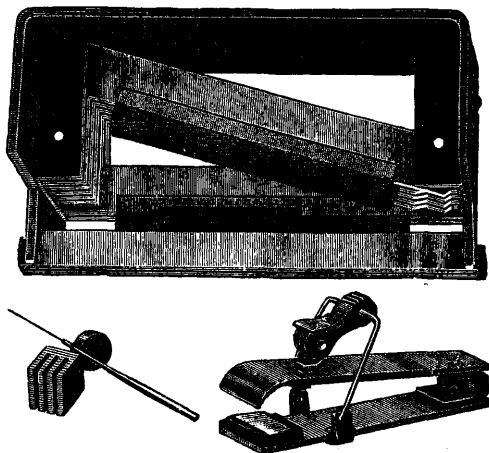
на при последовательных нагрузке и разгрузке. В последнее время применяется с этой целью специальный прибор Лейса (фиг. 26), измеряющий упругость и усталость волокна. Волокно укрепляется в тисках a_1 и a_2 . Тиски a_2 укреплены на каретке b , которая может перемещаться вверх и вниз электромотором c . Тиски a_1 подвешены на коромысле производятся нагрузка цепочкой e , которая сматывается с колеса f , вращающегося при помощи часового механизма g . Движения каретки b и колеса f регистрируются на цилиндре h при помощи пера i .



Фиг. 26.

Цилиндр h соединяется с колесом f шнуром j , а перо i соединяется шнуром с кареткой b . После того как волокно зажато в тиски, одновременно приводят в движение каретку b и колесо f , при чем перо чертит на вращающемся цилиндре диаграмму; при

обратном движении оно чертит разгрузочную диаграмму. При помощи особого механизма колесу можно давать всегда определенную величину оборота, при чем оно будет сматывать определенное количество цепи, а следовательно, производить определенную и постоянную по величине нагрузку на волокно. При перегрузке коромысло действует на выключатель k , и мотор останавливается.



Фиг. 27.

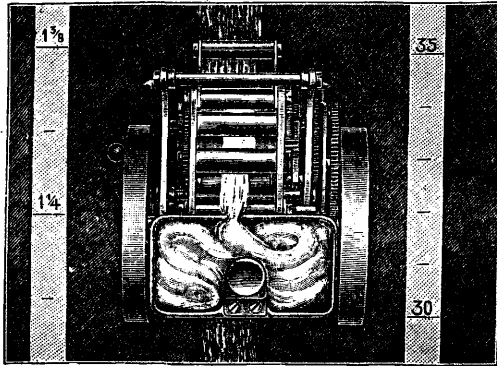
Длина волокна обычно определяется на стекле с нанесенным на нем масштабом. Необходимо, чтобы волокно было в выпрямленном положении, для чего его перед измерением протягивают через каплю масла, помещенную на стекле. Длина элементарных волокон определяется при помощи микроскопа с микрометром.

Перед измерением испытуемое волокно промывается бензином или водой. Однородность В. п. по длине имеет большое значение для его обработки. Измерению однородности длины предшествует сортировка волокон по классам длины, отличающимся один от другого на определенную величину. Каждый класс выражается в виде весового процента по отношению ко всему взятому для измерения количеству материала. Сортировка по длине производится при помощи различных приборов, из которых наиболее известны аппарат Иогансена для шерсти и хлопка, сортирующий волокна гребнями (фиг. 27), и аппарат Болса для хлопка, сорти-

рующий при помощи системы вытяжных валков (фиг. 28). Рассортированное волокно укладывается в ряд по убывающей длине для образования так наз. живой штапельной диаграммы, которая показывает степень однородности материала по длине (фиг. 2),

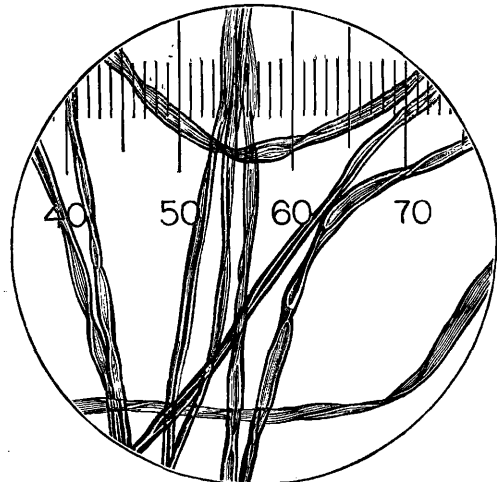
Тонина В. п. измеряется в μ под микроскопом при помощи различных систем микрометров (фиг. 29). Тонина волокна м. б. выражена метри номером, т. е. числом м волокон, весящих ровно 1 г.

Извитость волокна наиболее важное значение имеет для хлопка и шерсти, но характер извитости этих двух волокнистых материалов различен. Хлопок представляет



Фиг. 28.

собой извитую ленточку, тогда как шерсть имеет петлеобразно изогнутую форму. Число извитков подсчитывается под микроскопом и относится к мм длины (фиг. 30). По форме и величине петель определяется тонина шерстяного волокна, для чего применяются разных систем шерстомеры, из которых наиболее известен шерстомер Гартмана. Форма поперечного сечения имеет существенное значение при изучении волокна и нередко служит неоспоримым признаком при определении рода волокна. Для суждения о характере поперечного сечения иногда определяется полнота сечения,

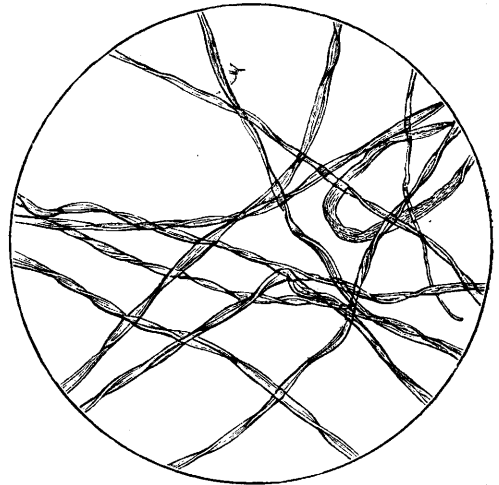


Фиг. 29.

т. е. процент заполнения данным сечением площади круга, описанного вокруг сечения. Площадь сечения измеряют планиметром на изображении волокна при известном увеличении. Для получения срезов параллельно расположенные волокна собираются в

тонкие пучки, заливаются в смесь парафина и канифоли (способ Моск. текст. ин-та) и затем режутся на микротоме. Для более простого и скорого получения срезов пучки волокон, пропитанные коллодием и зажатые в пробке, режутся обыкновенной бритвой (способ Московского текст. ин-та).

Окраска. В оценке качеств В. п. видное место занимает его природный цвет. Иногда цвет служит только признаком сорта



Фиг. 30. Хлопок, $\times 150$.

волокна; так, легкая кремовая окраска служит признаком высокого сорта хлопка, хотя сама по себе не имеет никакой ценности в последующей обработке, так как уничтожается отбелкой. Объективных методов определения окраски волокон не существует.

Блеск волокна измеряется разными фотометрами, из которых наиболее известны: полугеневой фотометр Оствальда, измеритель блеска Герца, ступенчатый фотометр Цейса. Самое измерение сводится к сравнению количества света, отражаемого данной поверхностью и поверхностями зеркальной и матовой. Нормальный блеск является чаще всего признаком доброкачественности природного волокна; он ценится также и потому, что оживляет вид выработанной из волокна ткани.

Табл. 26.—Тонина и крепость различных волокон.

Род волокна	Разрывная длина в км	Номер метрический
Хлопок	25	{ средн. 4 000 миним. 2 000 максим. 6 000 600 — 4 000
Шерсть	8—10	
Шелк натур. (одиночная коконная нить)	33,0	9 000
Лен	24,0	{ элемент. волокно 7 000 технич. » 900
Пеньма	30,0	{ элемент. волокно 4 300 технич. » 900
Джут	20,0	{ элемент. волокно 8 000 технич. » 300
Искусственное волокно, вискоза	10—12	1 400

Удельный вес волокна определяется при помощи пикнометра. Жидкость для наполнения пикнометра не должна действовать на волокно. Перед взвешиванием пикнометр, наполненный жидкостью и содержащий волокно, долгое время выдерживают в вакууме для удаления воздуха из волокна.

Гигроскопичность В. п.—см. выше. Для определения природы волокна применяют различные реактивы, из к-рых наиболее употребительны следующие: реактив Швейцера (аммиачный раствор гидрата окиси меди)—растворяет клетчатку, а потому применяется для распознавания хлопка, растворяет также фиброин шелковой нити: миллонов реактив (водный раствор

кость пипеткой или стеклянной палочкой, наносят на предметное стекло так, чтобы жидкость коснулась края покровного стекла; при этом она засасывается под покровн. стекло и смачивает волокно. Шерстяное волокно перед рассматриванием в микроскоп следует промыть эфиром для удаления жира и грязи. Рассматривать шерсть лучше всего в прованском масле. Сравнительные данные о крепости и тонине волокон, а равно действие реактивов приведены в табл. 26 и 27.

Лит.: Шапошников В. Г., Общая технология волокнистых и красящих веществ, М.—Киев, 1926; Архангельский А. Г., Волокна, пряжа, ткани, М., 1914; Heermann P., Mechanisch- und physikalisch-technische Textiluntersuchungen, В., 1923; Lunge G.—Berl E., Chemisch-technische

Табл. 27.—Действие наиболее употребительных реактивов на различные волокна.

Род волокна Реактив	Хлопок	Лен	Пенька	Джут	Шелк	Шерсть
Швейцеров реактив (аммиачный раствор гидрата окиси меди)	Растворяется	Растворяется	Медленно растворяется	Набухает	Растворяется фиброин	Без изменения
Азотная к-та крепкая	Без изменения	*	Тоже	Тоже	Желтое окрашивание	Желтое окрашивание
Едкая щелочь (крепкий раствор)	Набухает	Набухает	Набухает	Набухает	Растворяется	Растворяется
Едкая щелочь крепкая, со свинцовой солью	Набухает	Набухает	Набухает	Набухает	*****	*****
Флороглюцин с соляной кислотой	Не изменяется	Не изменяется	**	Малиновое окрашивание	Без изменения	Без изменения
Хлорцианиод	Окрашив. фиолет. или голубое	Тоже	***	****	****	****
Миллонов реактив	Без изменения	Без изменения	Без изменения	Без изменения	Красное окрашивание	Тоже
* Волокно не изменяется. Посторонние ткани желтеют.				**** Желто-коричневое окрашивание.		
** Неравномерное розовое окрашивание.				***** Растворяется без окрашивания.		
*** Окраска неравномерная, от коричневого до зеленого.				***** Растворяется с почернением.		

закисной азотнокислой ртути)—окрашивает шелк и шерсть в красный цвет, при нагревании—очень быстро; флороглюцин с соляной к-той—окрашивает древесину и лигнин в малиновый цвет; сернистый анилин—окрашивает древесину в желтый цвет; пикриновая к-та—окрашивает животные волокна в желтый цвет. Для исследования элементарных клеток лубяных волокон их получают из технич. волокон (пучка клеток) путем мацерации пучка хромовой кислотой. При микроскопич. исследовании структуры волокна лучше рассматривать его не сухим, а в воде или в глицерине. Для обработки волокна какой-либо жидкостью волокно кладут на предметное стекло, накрывают покровным стеклом, помещают под микроскоп, а затем, набрав реактив или другую жид-

Untersuchungsmethoden, В. 4, В., 1924; Rohm G., Neue mechan. Technologie d. Textilindustrie, Ergänzungsband—Textilfaserkunde, В., 1920; H ö h n e l F., Die Mikroskopie der technisch verwendeten Faserstoffe, 2 Aufl., Wien, 1905; T o b l e r G. u. F., Anleitung zur mikroskop. Untersuchung v. Pflanzenfasern, В., 1912; Herzog A., Mikrophotographischer Atlas d. technisch wichtigen Faserstoffe, Mch., 1908. В. Линде.

ВОЛОКНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, применение в твердеющих строительных растворах волокнистых веществ или иных волокноподобных материалов для достижения добавочной скрепляющей связи. В. с. м. допускает применение более тощих растворов, что выгодно в смысле увеличения теплопроводности волокнистого материала (в большинстве случаев—бетона того или иного состава). Правильно применяемая волокнизация в бетонах дает возможность постепенно найти

такую степень их отошения, которая вполне обеспечивает и достаточную теплопроводность, и достаточную экономичность, и необходимую прочность стены, при чем как степень отошения, так и система волокнизации могут изменяться с изменением высоты возводимой стены. В. с. м. может быть с пользой применена в местностях, подверженных землетрясениям. См. *Строительные материалы*.

Лит.: Некрасов В. П., Фибритные стены взамен кирпичных и деревянных, М., 1925; его же, Метод косвенного вооружения бетона. Новый железобетон, ч. I, М., 1925. С. Бекнев.

ВОЛОКНИСТЫЕ ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ (электрические), класс наиболее важных в электрохозяйстве естественных и, в особенности, искусственных диэлектриков, имеющих основанием вещества волокнистого строения и производимых из *ваты* (см.) путем организации распределения волокон и увеличения связи между ними. Во многих случаях волокнистое основание применяется в качестве В. и. м. без каких-либо посторонних дополнений, и тогда своеобразные свойства В. и. м. проявляются особенно отчетливо. Но гораздо многочисленнее случаи применения волокнистых веществ в сочетании с иными веществами—лаками, смолами, битуминозными составами и т. п.

склеивающими, скрепляющими и сообщающими им влаго- и газонепроницаемость, иногда жесткость, липкость и другие специальные свойства. В некоторых случаях волокнистое основание просто пропитывают изолирующей жидкостью (напр. минеральными маслами) или склеивают лаками, смолами, битуминозными составами и т. п. со слюдой, также для сообщения непроницаемости. Во всех этих случаях смешанного состава своеобразная природа волокнистого основания сказывается тем менее, чем тщательнее пропитка или иная обработка его: это вполне понятно, т. к. цель этой обработки заключается именно в исключении некоторых нежелательных явлений, свойственных волокнистому веществу. В виду этого при рассмотрении В. и. м. следует по преимуществу исходить от свойств волокнистых веществ в чистом виде.

К л а с с и ф и к а ц и я В. и. м. Все В. и. м. могут быть рассматриваемы как структурные производные ваты: все они представляют дисперсные системы из упругой, твердой, волокнистой фазы в газовой, жидкой, полутвердой или твердой среде, при чем характерные свойства волокнистой фазы проявляются тем менее, чем более вязкость среды. Структурное различие многочисленных

Табл. 1.—Структурная классификация волокнистых изоляционных материалов.

Структ. класс	Структ. тип	Распредел. волокон	Направление волокон	Виды В. и. м.
Простые структуры: однородное распределение волокон	Вата	Объемное	Беспорядочное, равно вероятное по всем направлениям	Вата—растительно волокнистая, целлюлозная, асбестовая, стеклянная и т. д. Рыхлый—бумага растительно-волокнистая, целлюлозная и асбестовая, разные виды легкого картона, шерстяной войлок, торфяная подстилка и т. д. Плотный—прессованный картон (прессшпай) Весьма плотный—анэлектрон, вулканизованная фибра, пергаментированная бумага, пилит и т. д. Обивка—из хлопка, шелка, вискозы Нить, шнур—растительно-волокнистые, шелковые, асбестовые, стеклянные, вискозные и т. д.
	Войлок	Пластовое	Беспорядочное, с наибольшей вероятностью в плоскости простираия пласта	
	Прядь Пряжа	Цилиндрическое Цилиндрическое	Беспорядочное, с наибольшей вероятностью по оси цилиндра Беспорядочное, с наибольшей вероятностью по семейству винтовых линий определенного винтового хода	
Сложные структуры: периодическое распределение волокон	Веревка	Несколькими винтовыми цилиндрами, не имеющими перегибов	Беспорядочное, с наибольшей вероятностью по семейству дважды винтовых линий, имеющих противоположный смысл крутки, при чем вероятнейшее направление есть периодическая функция точки	Изолирующие веревки—из разных волокон, сложные шнуры из различных волокнистых материалов
	Плетение Кипер	Плоской полосой	Беспорядочное, с наибольшей вероятностью по направлению зигзагообразных линий, имеющих волнистое искривление в плоскости, нормальных к плоскости простираия, при чем наивероятнейшее направление есть периодическая функция точки	Изоляционная тесемка—растительно-волокнистая, шелковая, стеклянная и т. д. Изоляционная тесьма из разных материалов
	Лента Ткань		Многими цилиндрами, с точками перегиба, при чем оси цилиндров имеют два взаимно перпендикулярных направления	Беспорядочное, с наибольшей вероятностью по двум взаимно перпендикулярным линиям, имеющим волнистое искривление в плоскости, перпендикулярной к плоскости простираия, при чем наивероятнейшее направление есть периодическая функция точки

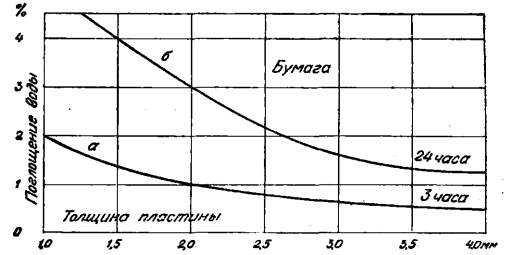
типов В. и. м. характеризуется видом математической функции точки, при чем эта функция выражает вероятность того или другого направления волоконных осей в каждой точке. Это различие лежит, в качестве признака деления, в основании структурной классификации В. и. м. (табл. 1). Сырьевая классификация В. и. м. соотносится с природой волокна и в этом отношении тождественна с классификацией ваты (см. *Вата*, табл. 1). Производственная классификация В. и. м. имеет в виду род обработки, которой подвергается волокнистое основание. Наконец, функциональная классификация (табл. 2) рассматривает В. и. м. как товар, в связи с его служебным назначением.

Табл. 2.— Функциональная классификация волокнистых изоляционных материалов (принята Британской ассоциацией Eng. Stds Com.).

Класс диэлектриков	Вид материала данного класса
0. Непропитанные материалы из органических волокон	<ol style="list-style-type: none"> 1. Непропитанные ткани из органич. волокон (хлопок, шелка, льна и т. д.) 2. Непропитанная бумага всех родов из органических волокон 3. Непропитанные тесьма, лента и навивка из органических волокон 4. Прессшпан
A. Материалы, пропитанные маслом, лаком, битуминозными составами и т. д.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ткани из органич. волокон, пропитанные маслом или лакированные, в частности Empire Cloth 2. Бумага, лакированная или пропитанная маслом, битуминозными составами или воском 3. Хлопковая или шелковая обмотка 4. Прессованный картон 5. Вулканизованная фибра 6. Тесьма, лента и навивка 7. Бумага всех родов, включая слоистые бакелиты 8. Асбестовые изделия при объемном содержании асбеста менее 75%
B. Огнестойкие материалы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нек-рые миканитовые изделия—слюда-шелк, слюда-кембрик, слюда-японская бумага 2. Асбестовые тесьма, ткани, бумага и шнуры, с объемным содержанием асбеста не менее 75% 3. Невоспламеняющийся и самогаснущий картон

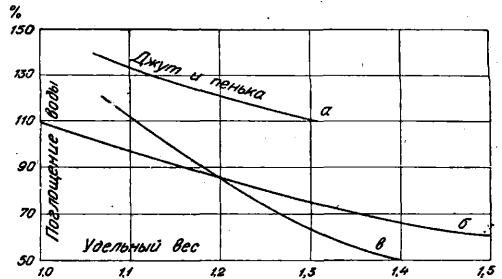
Отношение к влажности. Природа волокна, составляющего основание данного В. и. м. (форма, размеры, химический состав и способ обработки), определяет многие свойства В. и. м. и не безразлична для остальных его свойств. Однако строение В. и. м. настолько своеобразно, что, независимо от природы волокна, В. и. м. имеют ряд общих свойств, присущих им как определенным дисперсным структурам. Эти свойства указаны в статье *вата* (см.); сложность распределения наиболее вероятных направлений волокон В. и. м. увеличивает и

сложность общих свойств ваты благодаря явлениям анизотропии, неоднородности, периодичности и др. Наиболее своеобразная



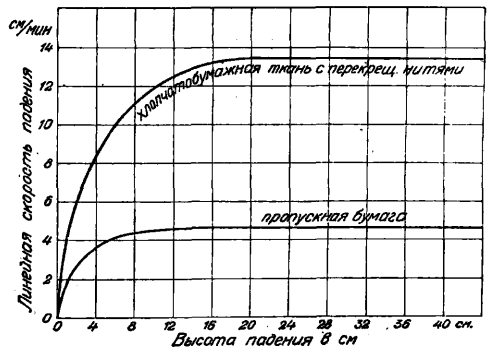
Фиг. 1.

особенность В. и. м.—их отношение к влажности. Образова сплетениями своих волокон бесчисленные запутанные капилляры с разветвлениями и слепыми порами, все В. и. м., а в особенности содержащие лишь волокнистое основание, обладают большим влагопоглощением. Величина его зависит от рода волокна, степени его уплотнения и толщины слоя В. и. м. На фиг. 1 показана зависимость влагопоглощения от толщины слоя



Фиг. 2.

для бумаги того же размола, по Ретцову [1]; кривая а характеризует привес бумаги через 3 часа, кривая б—через 24 часа. На фиг. 2 показана, по Флеммингу [2], зависимость той же величины от уд. веса В. и. м. в соответствии с родом волокна; кривая а относится к джуту и пеньке, б—к бумажному волокну и в—к хлопку. Указанные выше

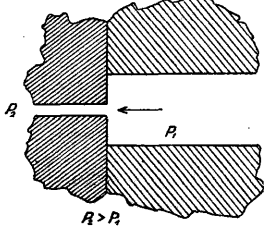


Фиг. 3.

капиллярные ходы, будучи сквозными, способны не только поглощать, но и проводить влагу туда, где она всасывается, испаряется или стекает. Это фитильное или сифонное

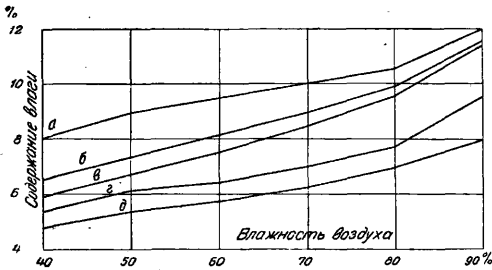
(в зависимости от формы В. и. м.) действие имеет важное практическое значение; оно исследовано Люмьером [3], выяснившим, что, с удлинением сифона из пропускной бумаги, хлопковой ткани и т. д. быстрота капиллярного передвижения возрастает, быстро приближаясь к характерной для данного В. и. м. постоянной (фиг. 3). Дополнит. сведения о влагопоглощении В. и. м. см. Вата, Вулканизованная Фибра и Бакелиты.

В отношении поглощения паров особенное значение имеет уже не простое наличие капилляров, а их форма—сужение и расширение их просвета, особенно в слепых ходах. Как выяснено теоретически и экспериментально Косоноговым [4], при переходе от широкого капилляра к узкому (фиг. 4) возникает прирост давления газовой среды; поэтому рыхлое тело, находящееся во



Фиг. 4.

влажностной газовой среде, должно сгущать в себе влажность, и все узкие места его капилляров служат ловушками влаги из среды. Выведенные из опыта кривые содержания влажности в различных целлюлозных полупродуктах (полумассах), в зависимости от влажности воздуха, представлены, по Герцбергу [5], на фиг. 5: кривая а относится к белым древесным опилкам, б—к бурым, в—к натронной целлюлозе, г—к льняному полупродукту, д—к хлопковому.

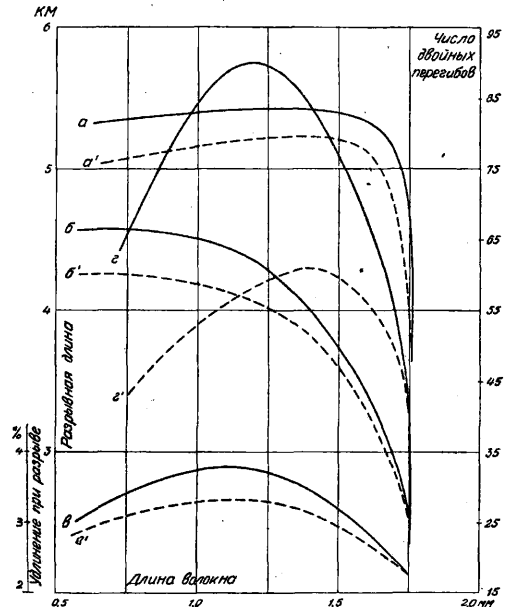


Фиг. 5.

Поглощение капельножидкой и паробразной влаги В. и. м. чрезвычайно велико и, главное, изменчиво. Поэтому значения различных характеристик В. и. м. находятся в тесной связи с состоянием влажности В. и. м., и каждая характеристика меняется в весьма широких пределах.

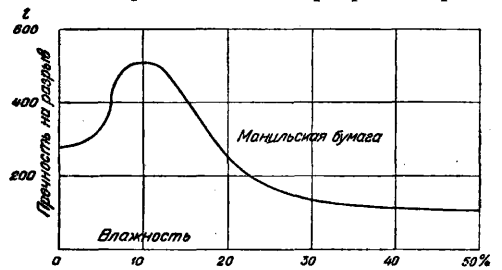
Механические свойства В. и. м. Всем волокнистым веществам свойственна значительная упругость, дающая возможность сгибать их, сжимать и растягивать; эта высокая упругость, с одной стороны, и податливость к механич. воздействиям, с другой, обусловлены строением В. и. м., как целого, и высокой упругостью волокон, взятых в отдельности. Вата и производные от нее В. и. м. отличаются мягкостью, но состоят из волокон весьма твердых (таковы не только волокна асбестовые, стеклянные и т. п., но и волокна шелка, целлюлозы и др.). В частности, эта твердость имеет

следствием весьма высокий электроположительный ранг целлюлозы в трибоэлектрическом ряде. Механические свойства В. и. м.



Фиг. 6.

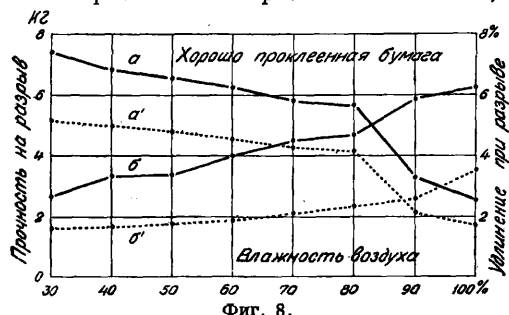
зависят от длины волокон, при чем разрывная длина В. и. м. падает с увеличением длины волокон, тогда как удлинения при разрыве и способность выдерживать складку достигают наибольшего значения при волокнах от 1 до 1,5 мм. Кривые Гофмана и Якобсена [6] (фиг. 6) показывают эту зависимость для отбеленной целлюлозы: а—разрывная длина, б—удлинение при разрыве, в—остаточное удлинение и г—число выдерживаемых двойных перегибов, при чем буквы без индексов относятся к целлюлозе того же размола, а буквы с индексом—к жирному размолу. Содержание влаги в В. и. м. меняет их механические свойства в разном смысле: так, слишком сухие целлюлозные В. и. м. становятся ломкими, а слишком влажные—мало прочными на разрыв. Как пример на фиг. 7 дается кривая для непропитанной манильской бумаги по ДельМару [7], показывающая, что при 10% поглощенной влаги эта бумага обладает наибольшей прочностью на разрыв. Кривые



Фиг. 7.

фиг. 8, по Герцбергу [8], показывают прочность на разрыв (а и а₁) и соответственное удлинение (б и б₁) хорошо проклеенной

бумаги в зависимости от влажности воздуха; кривые *a* и *b* относятся к продольному направлению бумаги, *a'* и *b'* — к поперечному. Прочность и удлинение, т. о., антидромны (взаимобратны по ходу — «ножницы»). Упругость и растяжимость различных волокон, а



также зависимость этих величин от влажности и быстроты растяжения подробно исследованы Каргером и Шмитом [9] при помощи приборов Полайиши [10]; в частности, модуль упругости овечьей шерсти установлен в 47 000 кг/см², а вываренного натурального шелка (тусса) — в 715 000 кг/см².

Действие нагрева. Вследствие сильного влияния влажности на свойства В. и. м. последние находятся в прямой зависимости от тепловых условий — длительности и *t*^o нагрева; кроме того, свойства В. и. м. зависят от тепловых условий косвенно, через состояние влажности. Тростон [11] теоретически вывел уравнение состояния влажности В. и. м. в зависимости от темп-ры и влажности атмосферы, подтвержденное до известной степени опытами данными Массона и Ричарда [12]. Это уравнение:

$$\left(\frac{q}{100}\right)^n = kH \quad (1)$$

(где *q* — % поглощенного пара, *H* — давление пара, *k* и *n* — постоянные данного вещества) не зависит от *t*^o опыта. Однако гораздо лучше согласуется с данными опыта эмпирическое соотношение японских исследователей Кудзираи, Кобаяси и Ториямы [13]:

$$q = \frac{1}{Lp^{-1} + M - Np} \quad (2)$$

где *q* имеет то же значение, *p* — относительная влажность воздуха в %, *L*, *M* и *N* — постоянные, значения к-рых даны в табл. 3.

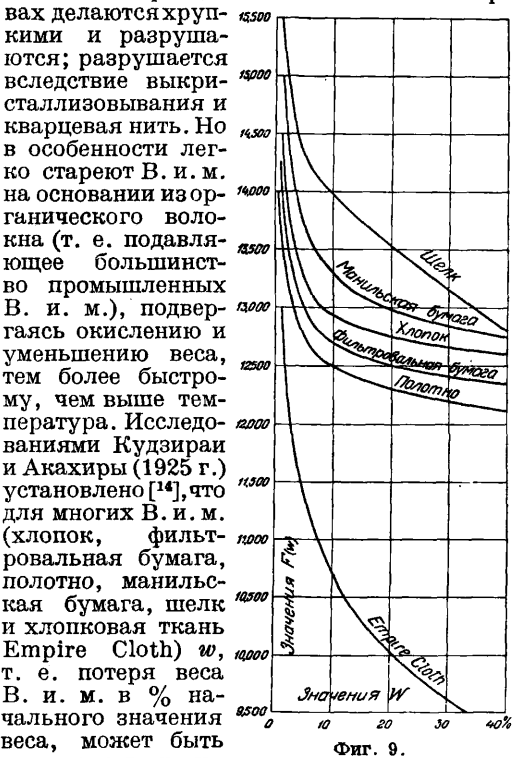
Табл. 3. — Численные значения коэффициентов в формуле (2).

Материал	L	M	N
Хлопковая ткань	16,51	0,1133	0,00173
Манильская бумага	1,835	0,175	0,00156
Канатная бумага	3,42	0,172	0,00158
Лакированная канатная бумага	11,34	0,146	0,00170
Литероид (Leatheroid)	3,26	0,160	0,00138
Прессшпан	3,04	0,161	0,00135
Фильтровальная бумага	2,76	0,179	0,00153
Шелк	2,23	0,149	0,00137
Асбестовая бумага	9,00	0,910	0,00828

Значительную гигроскопичностью В. и. м. объясняется и косвенная зависимость всех их свойств, связанных с влажностью, от *t*^o. Кроме того, нагрев меняет свойства раз-

личных веществ, пропитывающих, склеивающих и заполняющих поры В. и. м., и этим опять изменяет их свойства.

Старение. Влияние более высокой *t*^o или более длительного прогрева выражается также в постарении многих В. и. м., поскольку стареет образующее их волокно. Даже огнеупорные В. и. м. на асбестовом основании при длительных высоких нагревах делаются хрупкими и разрушаются;



тем более быстро, чем выше температура. Исследованиями Кудзираи и Акахиры (1925 г.) установлено [14], что для многих В. и. м. (хлопок, фильтровальная бумага, полотно, манильская бумага, шелк и хлопковая ткань Empire Cloth) *w*, т. е. потеря веса В. и. м. в % начального значения веса, может быть связана с длительностью прогрева в часах *τ* и абсолютной температурой *T* соотношением:

$$\lg \tau = \frac{Q}{T} - F(w), \quad (3)$$

где *F(w)* — некая эмпирически установленная табличная функция от *w*, а *Q* — постоянная данного вещества. Соответственные кривые даны на фиг. 9. В отделе материаловедения Государственного эксперимент. электротехнического института (ГЭЭИ) удалось

Табл. 4. — Численные значения коэффициентов в формулах (3) и (4).

Материал	Q · 10 ⁻³	A · 10 ⁻³	α	B · 10 ⁻³
Хлопок	7,028	0,909	1,1508	12
Фильтров. бумага	6,774	0,322	7,278	12
Полотно	6,781	0,12642	13,74435	12
Манильск. бумага	6,932	1,058	1,4678	12
Шелк	7,149	—	—	—
Хлопковая ткань	—	—	—	—
Empire Cloth	5,572	—	—	—

Для полотна ур-е (4) удовлетворяется сравнительно точно, для хлопка, фильтровальной и манильской бумаги — приблизительно, а для шелка и Empire Cloth кривая *F(w)* не соответствует уравнению вида (4).

подобрать почти для всех случаев (кроме шелка и Empire Cloth) функцию $F(w)$, а именно:

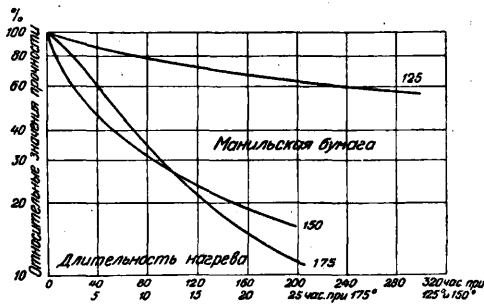
$$F(w) = Ae^{\frac{w}{b}} + B. \quad (4)$$

Коэфф-ты ур-ий (3) и (4) даны в табл. 4. По формулам (3) и (4) и фиг. 9 можно, т. о., предусмотреть срок потери материалом определенного % того или другого качества, если известна связь этого качества со степенью постарения этого материала. Так, например, постарение на 10% (потеря 10% веса через окисление) при 105° требует срока, указанного в табл. 5.

Табл. 5.—Сроки старения разных волокнистых материалов.

Материал	Срок старения при 105° на 10%		
	годы	месяцы	дни
Хлопок	52	7	11
Фильтровальная бумага	17	11	29
Полотно	31	2	25
Манильская бумага	10	10	29
Шелк	9	11	5
Хлопковая ткань	1	1	2
Empire Cloth	1	1	2

Эти числа дают достаточное основание для технички и экономически рационального подхода при выборе В. и. м. В частности благодаря им отказались от применения весьма распространенной в англо-саксонских странах ткани Empire Cloth, наименее стойкой из всех волокнистых оснований для В. и. м. При отсутствии доступа атмосферы В. и. м. на органическом основании более стойки в отношении температуры, чем при доступе атмосферы, — обстоятельство, особенно важное для службы кабелей с бумажной изоляцией. Ропер [15] нашел, что повышение t° оцинкованных кабелей до 200 и даже до 300° не привело их изоляцию в состояние негодности; он полагает, что долговременный нагрев изоляции примерно до 110° безвреден для нее, и считает верхним пределом безопасных длительных нагревов 180°, а кратковременных — t° выше этой. Зависимость механич. свойств непосредственно от длительности нагрева при разных температурах может

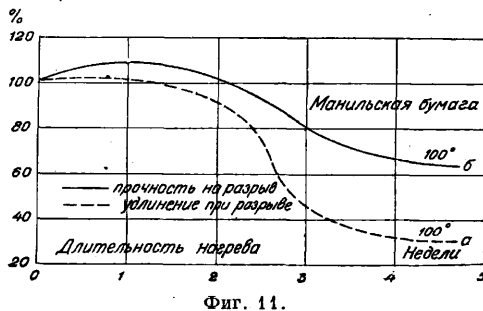


Фиг. 10.

быть пояснена примером кривых для манильской бумаги. Фиг. 10 показывает изменения ее прочности на разрыв (в % от начальной) при 125, 150 и 175°—по Фишеру и Аткинсону [16], а фиг. 11—изменение проч-

ности и удлинения при разрыве для той же бумаги при 100°—по Дель-Мару [17].

Электропроводность. Применяемые в производстве В. и. м. волокна (асбест, стекло, целлюлоза, шерсть, шелк, вискоза) сами по себе обладают весьма высокой изоляционной способностью. Однако общая зависимость В. и. м. от содержания влаги



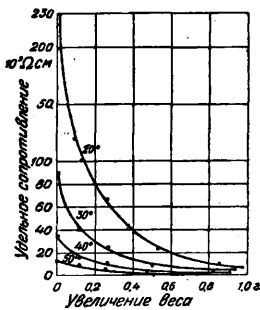
Фиг. 11.

делает на практике электроизоляционную способность В. и. м. неопределенной величиной, если не указывается при этом состояние влажности. Кросс и Биван даже нашли (в 1895 г.), что электропроводность влажной целлюлозы втрое превосходит электропроводность воды. Зависимость удельного сопротивления ρ (в $\Omega\text{-см}$) различных В. и. м. от относительной влажности выражается, по Кудзирай и Акахире [18], эмпирической функцией:

$$\lg \rho = A - \frac{Bp}{10000 - Cp^2} \quad (5)$$

(значения коэффициентов A , B и C показаны в табл. 6).

Свойства воды (вязкость, электропроводность) меняются с изменением t° . Поэтому зависимость электропроводности В. и. м. от содержания влаги сама изменяется с t° . Пример кривых этого рода, по Тедески [19], показан на фиг. 12. Значительный подъем температуры, оказывая осушающее действие, увеличивает сопротивление В. и. м., тогда как дальнейший подъем может оказать на него уже непосредственное понижающее воздействие.



Фиг. 12.

Фиг. 13 дает пример этой двойственной зависимости сопротивления хлопковой обмотки от температуры: ветвь A обусловлена высушающим действием тепла, а ветвь B —непосредственным.

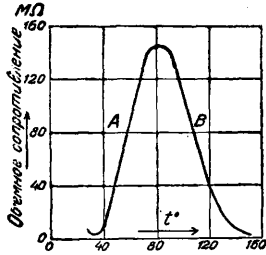
Эффект Эвершеда [20, 21]. Характерное для В. и. м. умеренное присутствие влаги имеет следствием существенную зависимость электрич. сопротивления этих веществ от силы действующего на них электрического поля. Эта зависимость выражается эмпирической формулой:

$$R = \frac{A}{\sqrt{U}}, \quad (6)$$

Табл. 6.—Численные значения коэфф-тов в ф-ле (5).

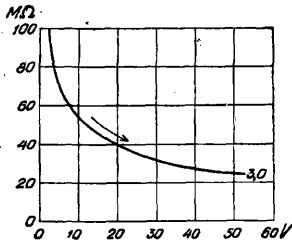
Материал	Толщина материала в мм	A	B	C
Митраль	0,22	11,685	809,7	0,057
Хлопковая ткань Empire Cloth	0,20	9,725	371,8	0,315
Полотно	0,35	1,255	783,3	0,114
Манильская бумага	0,12	11,445	880,3	0,00
Канатная бумага	0,19	11,415	718,3	0,202
Литероид	0,17	11,690	745,3	0,082
Прессшпан	0,28	11,750	814,4	0,134
Фильтровальная бумага	0,17	11,815	816,5	0,123
Шелк	0,08	11,970	496,6	0,560
Муслин	0,24	12,075	554,7	0,348
Асбестовая бумага	0,12	10,915	679,0	0,302

где R —сопротивление, U —приложенное напряжение и A —постоянная. Т. о. при возрастании напряжения в 10 раз сопротивление падает приблизительно до $\frac{1}{3}$ начального значения (собственно до $10^{\frac{1}{2}}$). Кривые фиг. 14 и 15 показывают этот «эффект Эвершеда» на примере хлопчатобумажной (для напряжений 0—60 В и 0—500 В). Подобные же кривые получаются для простой и для пропитанной бумаги,

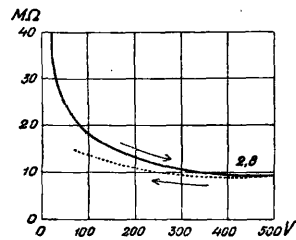


Фиг. 13.

для миканитового полотна, пиленита и т. д. и свойственны вообще всем В. и. м., если содержание влажности в них обычное, т. е. среднее. Напротив, при полной сухости В. и. м., равно как и при отсырелом состоянии, их электросопротивление уже не зависит от силы поля, и кривая сопротивления становится параллельной оси абсцисс. В тех случаях, когда эффект Эвершеда возникает, равновесие устанавливается не мгновенно: изменение напряжения несколько отстает от изменения поля. В силу этого влажного гистерезиса, кривая сопротивления при убывающей силе поля лежит ниже, чем при силе возрастающей (пример: кривые для якорн. обмотки на фиг. 15).



Фиг. 14.

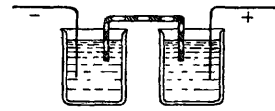


Фиг. 15.

Объяснение этих важных явлений дано было в 1913 г. Эвершедом. Как показывает опыт с химически чистой фильтровальной бумагой, количество поглощенной ею влаги способно было бы вызвать

проводимость в 10^6 — 10^9 раз больше наблюдаемой на самом деле. Следовательно, не вся поглощенная вода обслуживает проведение тока, а лишь ничтожная доля ее, — очевидно, водяная пленка, стелющаяся по стенкам между волокнами и капилляром. Толщина водяного слоя при поверхностной проводимости установлена для разных тел из опытов приблизительно в 10^{-5} мм ($3 \cdot 10^{-6}$ мм на кварце и 10^{-4} на стекле). Т. о. каналы тела, дающего эффект Эвершеда, следует представлять себе содержащими жаменовские цепочки влаги и воздушных пузырьков (или масля-

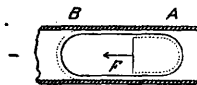
ных и вообще практически не проводящих пузырьков), водные стенки которых имеют толщину в десятки μ . Между тем, поверхностное натяжение жидкости, находящейся в электрич. поле, зависит, как известно, от силы поля (эффект Липмана), и потому каждое изменение поля влечет за собой изменение формы мениска, с соответствующим перераспределением влаги и изменением толщины стенок пузырьков. Построенная Эвершедом модель (фиг. 16) с капиллярной трубкой просветом в 0,30—0,35 мм, содержащей жаменовскую цепочку из воды и воздуха, показывает эффект Эвершеда качественно и количественно, особенно если параллельно соединено значительное число таких трубок. Фиг. 17 дает характеристику одной из таких систем, содержащей 13 трубок, при чем наблюдается также и гистерезис (пунктирные кривые). С течением времени характеристика снижается: кривая А получена через 20 часов после наполнения трубок, В—через 44, С—через 98 и D (совпадающая с предыдущей)—через 113 часов. Микроскопические наблюдения над моделью Эвершеда установили (фиг. 18) следующее: когда сила поля увеличивается, то в А, со стороны положительного электрода, начинается утолщение оболочки воздушного пузырька, распространяющееся затем в виде волны F' к В, в сторону отрицательного электрода; т. к. этот процесс совершается с некоторой скоростью, то на полную деформацию пузырька требуется известное время. В этом и лежит причина запаздывания эффекта Эвершеда. Пример характеристик этого запаздывания для манильской бумаги показан на фиг. 19 [18].



Фиг. 16.

Фиг. 17: Graph showing resistance (MΩ) vs voltage (V) for a system of 13 tubes. The curve shows a sharp decrease in resistance as voltage increases from 0 to 500V. Curves A, B, C, and D are shown, representing different times after filling the tubes.

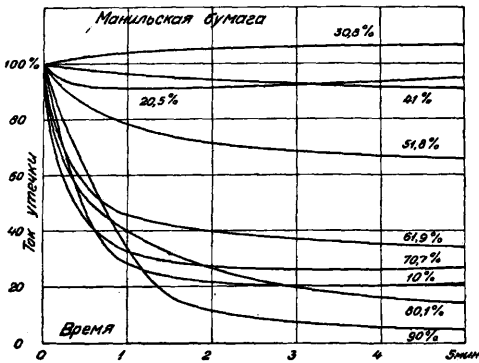
Фиг. 17.



Фиг. 18.

*13

Значение эффекта Эвершеда в службе В. и. м. весьма велико. В частности, этим эффектом объясняется увеличение тока чистой проводимости в бумажных конденсаторах и увеличение угла диэлектрич. потерь в В. и. м. с ростом напряжения; при этом повышение



Фиг. 19.

частоты переменного поля уменьшает зависимость угла потерь от напряжения, так как изменение проводимости не поспевает за изменением поля, и кривая изменений проводимости с увеличением частоты постепенно выравнивается. Фиг. 20 показывает пример зависимости коэф-та мощности p ($p = \text{tg } \delta$, где δ — угол потерь) от напряжения при разных частотах у лакированной проволоки, обвитой хлопком и шелком; так как диэлектрические потери N выражаются соотношением

$$N = \omega C U^2 \text{tg } \delta, \quad (7)$$

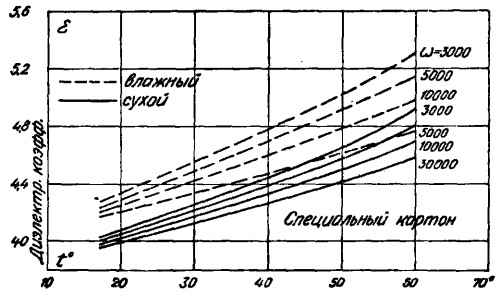
где ω — частота, C — емкость и U — напряжение, то в В. и. м. потери, вследствие роста $\text{tg } \delta$ с увеличением напряжения, растут быстрее, чем квадрат напряжения.

Сетон и Горияма [22] выразили величину коэф-та мощности P (диэлектрические потери в W на см^2), при частоте 50 пер/сек., темп-ре в 30° и градиенте потенциала 500 В/мм, в зависимости от относительной влажности атмосферы в %, соотношением:

$$P = \frac{c}{(100-p)^n} 10^m [\lg(100-p)]^2, \quad (8)$$

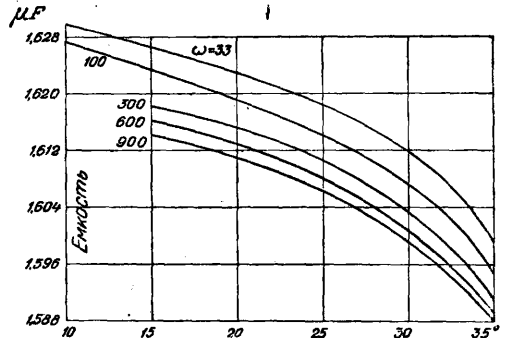
где c , m и n — постоянные, зависящие от вещества и условий опыта (темп-ры, частоты). В обычных условиях, при влажности 70—80%, $P \approx 1$. При большой влажности потери растут с увеличением частоты, сперва медленно, затем более быстро и потом снова медленно. При малой влажности потери за-

висят от частоты линейно. При большой влажности коэффициент мощности убывает с возрастанием частоты, тогда как при малой



Фиг. 21.

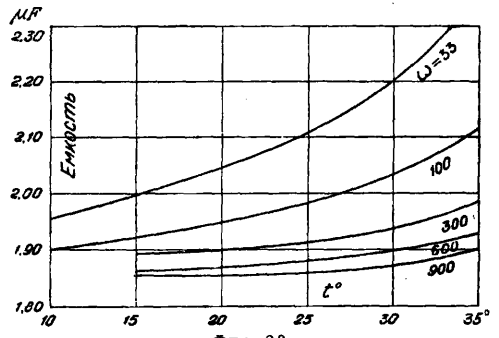
он почти постоянен. При постоянном токе потери сперва растут с временем, но, пройдя максимум, возвращаются к первоначальному значению. Теоретически значения влажности для диэлектрич. потерь в В. и. м. рассмотрены Деллафильдом дю-Буа [23], исходившим из предположения, что водяные



Фиг. 22.

шарики в волокнистых изоляционных материалах действием поля вытягиваются и разрушаются.

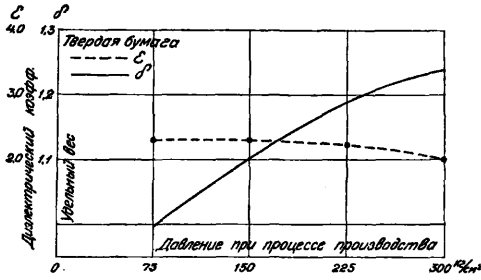
Диэлектрический коэффициент. Состояние влажности определяется также диэлектрич. коэфф. В. и. м., при чем зависимость ϵ от влажности меняется с t° , частотой и величиной диэлектрич. потерь.



Фиг. 23.

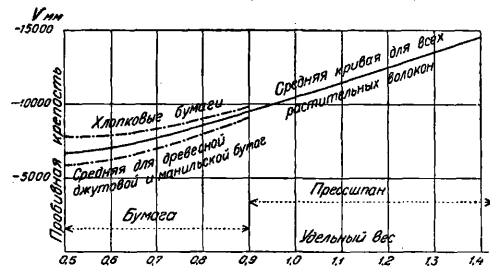
Фиг. 21 дает [24] группу кривых для специального картона в сухом и во влажном состоянии, в зависимости от частоты и t° ; фиг. 22 [25] и фиг. 23 [26] показывают зависимость емкости конденсатора из парафи-

нированной бумаги от частоты и t° , при чем фиг. 22 относится к случаю малых потерь, а фиг. 23—больших. Диэлектрич. коэфф-



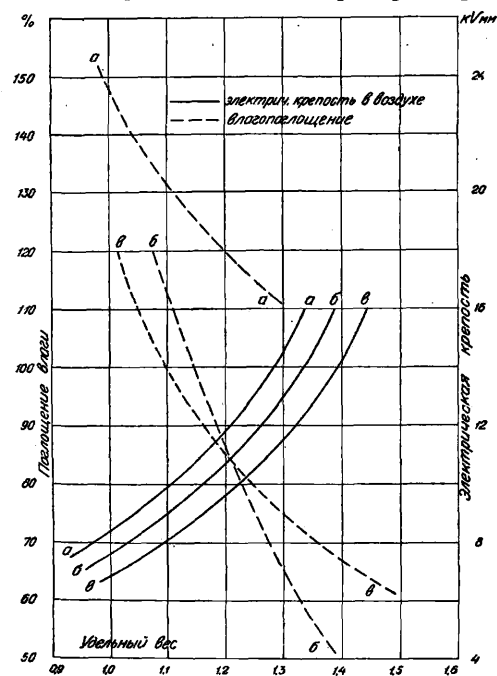
Фиг. 24.

В. и. м. зависит также от плотности вещества и, следовательно, от давления, которому вещество подвергалось в процессе производства. Весьма вероятно, что тут имеют



Фиг. 25.

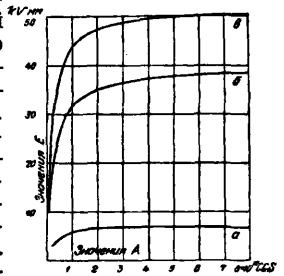
значение влагоемкость и гигроскопичность В. и. м., убывающие с ростом плотности. Фиг. 24 [27] показывает на примере твердой



Фиг. 26.

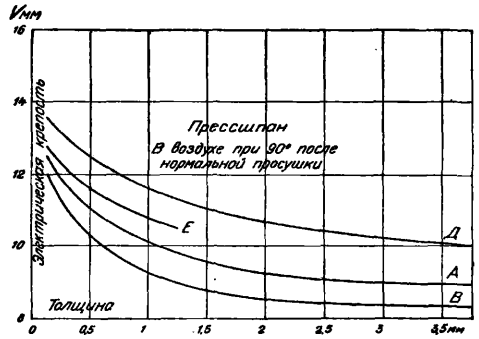
бумаги антидромность хода диэлектрического коэффициента и плотности как функций давления при производстве.

Электрическая крепость. Эта характеристика, как известно, весьма изменчива у всех диэлектриков. Вполне понятно, что, при чрезвычайной зависимости свойств В. и. м. от производственного процесса и условий их службы, им свойственна сложная и прихотливая характеристика электрической крепости. Однако во всех случаях исходная причина этой характеристики В. и. м. коренится в войлочной пористой структуре с обусловленными последнюю влагопоглощением и гигроскопичностью. Уменьшение этой пористости ведет к увеличению электрич.



Фиг. 27.

крепости материалов, и наоборот. Фиг. 25 [28] показывает среднюю кривую зависимости электрич. крепости непропитанных материалов из растительного волокна от их плотности, при чем для бумаг даны также отдельные кривые, характеризующие джут, маниллу и хлопок. Сопоставляя фиг. 25 и 24, можно установить также зависимость электрич. крепости от давления при производстве В. и. м. Ход кривой электрич. крепости в зависимости от плотности антидромен соответствующей кривой влагопоглощения. фиг. 26 дает [28] пример этой антидромности для непропитанного прессшпана:



Фиг. 28.

кривая а относится к материалу из джута и пеньки, б—из хлопка, в—из древесной массы. Электрич. крепость В. и. м. повышается с плотностью вещества не только у материала из чистого волокнистого основания, но и у материала, пропитанного полужидким изоляционным составом, т. е. в наиболее ответственном и наиболее частом случае (кабели). Согласно формуле Пуазейля (см. Вязкость), пористость В. и. м. (наприм. бумаги) м. б. оценена количеством Q просочившегося под разностью давлений $(p_1 - p_2)$ через В. и. м. воздуха в течение времени τ (процесс предполагается медленным):

$$Q = \frac{1}{A} \cdot \frac{S \cdot (p_1 - p_2)}{\tau \cdot h}, \quad (9)$$

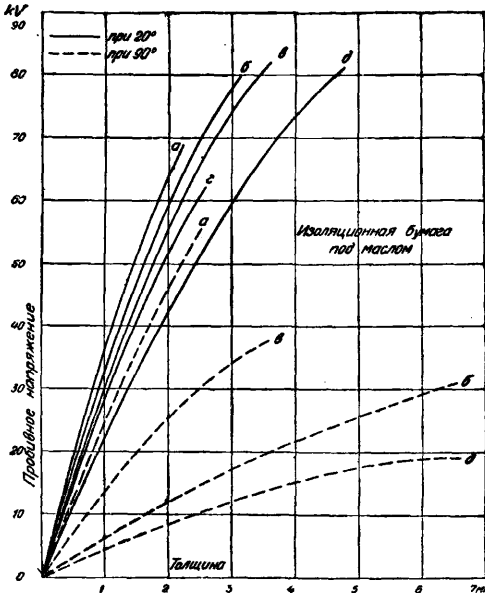
где S —площадь испытываемого образца В. и. м., h —толщина слоя, т. е. величина, пропорциональная средней (эффективной) длине

капиллярных каналов в образце, η — вязкость воздуха (при $15^\circ \eta = 0,0001808$ CGS). Коэфф. Табл. 7.—Некоторые характеристики британского ассортимента прессованного картона.

Класс	Уд. в.	Поглощение	
		масла при 105°	воды при 20°
A	1,15—1,25	15	100
B	0,9—1,15	20	150
C*	1,3	—	80
D	1,3	2,0	70—90
E	1,15—1,2	15	60

* Указать значение электрич. крепости для класса C не оказалось возможным.

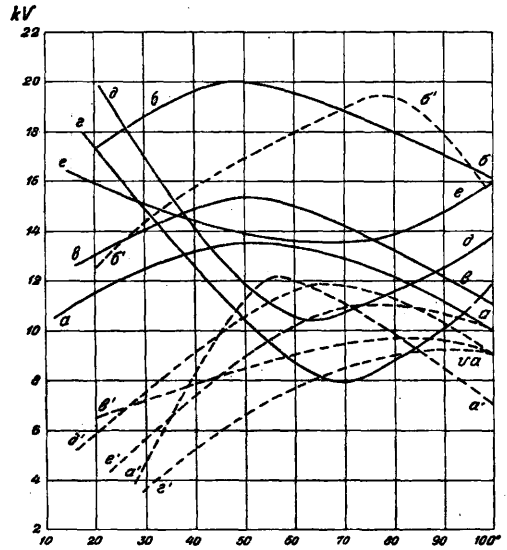
$\frac{1}{A}$ зависит от числа, размеров и формы каналов и пропорционален $\sum \frac{k}{1} s_k^2$, где s_k — площадь сечения отдельного капилляра; эта



Фиг. 29.

сумма может быть заменена произведением ηs^2 , где s — площадь среднего (эффективного) сечения канала, а η — плотность распределения каналов. Коэфф. A , как нашел Эмануели в 1919 г. [30], представляет возрастающую функцию электрической крепости E той же бумаги, когда бумага пропитана шпорочной массой (состав из минерального масла, канифоли и т. д.) или просто маслом. Электрич. крепость E сперва быстро растет с газонепроницаемостью A , затем замедляет свой подъем и подходит к области постоянных значений. Кроме того, E весьма сильно

меняется в зависимости от качества пропитывающего состава и его температуры. Фиг. 27 показывает эту зависимость между E и A для кабельной бумаги, при чем кривая a относится к E непропитанной



Фиг. 30.

бумаги, b — к пропитанной шпорочной массой и e — к пропитанной вязким минеральным маслом.

Зависимость пробойного напряжения V от толщины h пробиваемого слоя может быть выражена для В. и. м., по Клерку и Монсингеру [31], функцией:

$$V = E h^m, \quad (10)$$

где E — пробойная крепость, а показатель $m < 1$. Фиг. 28 показывает зависимость V от h для непропитанных прессшпанов разных классов; буквы при кривых означают наименование соответственно классу прессшпана по британскому ассортименту (см. табл. 7). Подобные же кривые (показывающие непосредственно пробойное напряжение как функцию толщины) для бумаги под маслом, после 24 часов проварки при 80° , представлены на фиг. 29; сплошные кривые относятся к испытанию при 20° , а пунктирные — при 90° ; кривая a относится к бумаге из одного хлопка, b — из одной манильской пеньки, e — из специальной сульфитной древес-

Табл. 8.—Некоторые характеристики бумаг.

Сорт бумаги	Образцы увлажненные	Образцы просушенные	Толщина в милях*	Пористость, определенная скоростью просачив. воздуха
	и затем испытанные в сухом воздухе			
Жиронепроницаемая	a'	a	2,5	3
»	b'	b	2,4	2
Древесная масса...	e'	e	5,5	17
Крафт-бумага...	a'	a	3,0	70
Пергаментированная	d'	d	3,0	2
Сульфитная...	e'	e	2,0	26

* 1 миль = 0,0254 мм

ной массы (кабельная бумага), σ —из гидроцеллюлозы (давшей при 90° весьма плохие результаты), δ —из одного джута. Все бумаги были свободны от отяжеляющих веществ.

Зависимость электрич. крепости В. и. м. от t° ,—так же, как и зависимость от нее других характеристик,—весьма велика, и притом существенно меняется с влажностью вещества; в некоторых случаях ход кривой после специальной просушки материала становится антидромным ходу ее для материала сырого. Фиг. 30 показывает, по Фляйту [32], такого рода кривые для бумаги различных сортов, при общей толщине слоя бумаги в 1,6 мм; значение букв поясняет табл. 8.

При прочих равных условиях электрич. крепость В. и. м. зависит также, согласно исследованию Кларка [33], от числа повторно приложенных напряжений, т. е. от степени «утомленности» бумаги. Дальнейшие сведения о В. и. м. см. в статьях *Вулканизованная фибра, Диэлектрики, Кабель, Картон, Кембрик, Изоляционная лента и Пилит*.

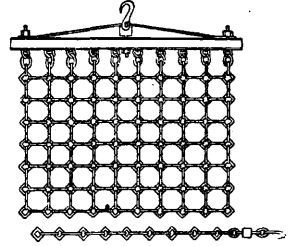
В. и. м. термические — см. *Абестоновые теплоизоляционные массы, Вата, Термоизоляционные материалы*.

Лит.: 1) Retzow U., «Kunststoffe», München, 1922, p. 49; 2) Fleming A. a. Monkhouse A., «The Electrician», L., 1921, v. 87, p. 211; 3) Lumière L., «CR», P., 1922, t. 174, 17, p. 1096—1101; 4) Косоногов И. И., «Ж», ч. физ., М., 1924, т. 56, вып. 1, стр. 25—29; 5) Herzberg W., Papierprüfung, 3 Aufl., B., 1907; 6) Hoffmann F. und Jakobsen P., «Papier-Fabrikant», Berlin, 1924, p. 277; 7) Del Mar W., «JAIEE», N. Y., 1920, v. 39, p. 55; 8) Herzberg W., Papierprüfung, 3 Aufl., B., 1907; 9) Karger J. u. Schmidt E., «Ztschr. f. techn. Phys.», Lpz., 1925, 4, p. 124—135; 10) Polanyi M., ibid., p. 121—124; 11) Bouasse H., Capillarité, p. 385—388, P., 1924; 12) Kujirai T., Kobayashi Y. a. Toriyama Y., «Scient. Papers of the Instit. of Phys. a. Chem. Res.», Tokyo, 1923, v. 1, 6—7, p. 78—93; 13) ibid., p. 388—391; 14) Kujirai T. a. Akahira T., «Scient. Papers of the Instit. of Phys. a. Chem. Res.», Tokyo, 1925, v. 2, 21, p. 223—252; 15) Roper D. W., «JAIEE», N. Y., 1921, v. 40, p. 201—202; 16) Fischer H. a. Atkinson R. W., ibid., p. 183; 17) Del Mar W., ibid., p. 131; 18) Kujirai T. a. Akahira T., «Scient. Papers of the Institute of Phys. a. Chem. Res.», Tokyo, 1923, v. 1, 6—7, p. 94—124; 19) Tedeschi B., «Arch. f. Elektrotechnik», B., 1913, B. 1, p. 497; 20) Eversched S., «Journ. of the Institution of Electr. Engineers», London, 1913, v. 52, p. 51; 21) Eversched S., «EuM», 1904, p. 84; 22) Setch S. a. Toriyama Y., «Scient. Papers of the Instit. of Phys. a. Chem. Res.», 1926, v. 3, p. 283—323; 23) Delafield du Bois, «JAIEE», N. Y., 1922, v. 41, p. 689—698; 24) Bültemann A., Leiter und Nichtleiter d. Elektrizität, «Kunststoffe», München, 1919, p. 49, 65, 91; 25) Grover F., «Bull. of the Bureau of Standards», Wsh., 1911, v. 7, p. 495; Grover F., «Journ. of the Washington Academy of Sciences», 1911, v. 1, p. 277; 26) ibid.; 27) Retzow U., «Kunststoffe», München, 1922, p. 49; 28) Monkhouse A., Electrical Insulating Materials, L., 1926; 29) Monkhouse A., «Electrician», L., 1921, 25 Nov.; 30) Emanuelli L., «Internat. Conference on Large Electric Systems», 1924; Emanuelli L., «Elettrotecnica», Milano, 1925, 5 Gen., t. 12, I, p. 18—20; 31) Clark F. M. a. Montsinger V. M., «Gen. Electr. Rev.», Schenectady (N. Y.), 1925, v. 28, p. 286—290; 32) Flight W. S., «Journ. of the Institution of Electr. Engineers», L., 1922, v. 60, 306; 33) Clark F. M., «JAIEE», N. Y., 1925, v. 44, p. 628—638. II: Schering H., Die Isolierstoffe d. Elektrotechnik, Berlin, 1924; Demuth W., Die Materialprüfung der Isolierstoffe der Elektrotechnik, 2 Aufl., Berlin, 1923; Monkhouse A., Electrical Insulating Materials, L., 1926; Rothmann C. J., «Journ. of the Franklin Institute», Philadelphia, 1919, v. 188, p. 409; Schwaiger A., «Arch. f. Elektrotechnik», B., 1915, B. 3, p. 332; Wagner K. W., ibid., 1915, B. 3, p. 67; Weber H. C. a. Mackay T. C., «Journ. of the Franklin Institute», Philadelphia, 1918, v. 186, p. 374; Sent W., «Elektrisch. Betrieb», München, 1923, B. 21, p. 193; Издания British Elec-

tric. a. Allied Industries Research Association («F.R.A.»), содержание инструкции для испытания волокнистых эл.-изол. материалов: A/S, (волокнистые материалы), A/S, (пресспан), A/S, (вулканизованная фибра), A/S, (изол. бумага не для кабелей), A/S, (лакированная бумага и изделия из нее), A/S₁₀ (невоспламеняющийся и самогаснущий картон), A/S₁₁ (непротитанные изол. ткани). П. Флоренский.

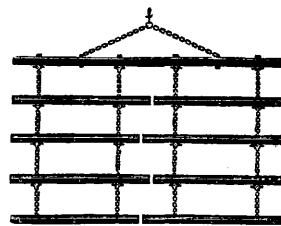
ВОЛОКОВАЯ ДОРОГА, волок — сухой путь, соединяющий две речные системы, через к-рый товары и суда волочат, т. е. перевозят или переносят. В. д. устраивались также в обход порогов на реке. В древней Руси товары с одной реки на другую перевозились в особых повозках волочугах, а суда при помощи подкладных бревен перекатывали до места, откуда возобновлялся путь водой.

ВОЛОКУША. 1) Волокуша, или шлейф для обработки почвы, применяется для выравнивания поверхности почвы и для уничтожения глыб, еще не успевших затвердеть, и рыхлых земляных куч, нарывших кротами на лугах. Обработка волокушей производится обыкновенно весной; иногда применяется волокушу перед посевом рядовой сеялкой, а также перед посадкой картофеля под маркер или ямкокопатель. В. чрезвычайно сильно разрушает комковатую структуру почвы, почему нужно избегать применения ее на полях. Простейшая В. — канальная В. — из новых или березовых прутьев. Более сложные В. делаются:



Фиг. 1.

а) из железных или железных брусков и в) из полос углового железа, соединенных между собою цепочками (фиг. 2). Улучшенную конструкцию представляет В. типа Дене (Fr. Dehne), состоящая не только из ряда деревянных окованных брусков, но имеющая еще две железных полосы: одну, поставленную на ребро, а другую, снабженную зубьями. Обе полосы могут быть наклонены рычагами для регулирования степени воздействия на поверхность поля. Свое-

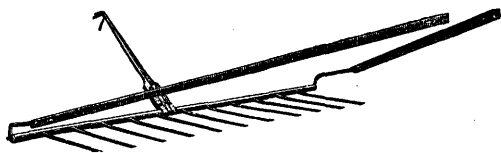


Фиг. 2.

образна конструкция волокуши типа Сакка; она представляет собою доску, поставленную на окованное железом ребро; в зависимости от плотности кочек и глыб можно устанавливать под различными углами.

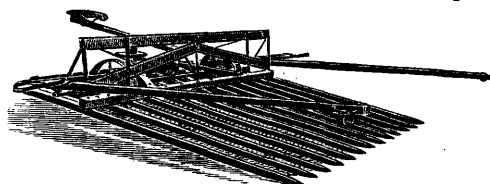
2) В. сенная применяется для уборки с поля сена, собранного в валы конными граблями. Эта одноконная В. (см. фиг. 3) имеет ряд железных зубьев, сидящих на поперечном бруске; с боков бруса прикреплены оглобли, а сзади — ручка для управления. Лошадь с В. пускают вдоль вала сена. Когда зубья наберут достаточное для образования копны количество сена, выключают

зашелку, соединяющую поперечину с ручкой, и зубья, упираясь в землю, приподнимают волокушу, оставляя копну на земле. В. затем перекачивается через копну, зубья устанавливаются в прежнее положение и при помощи зашелки опять скрепляются с ручкой.



Фиг. 3.

В. парная — более сложной конструкции (фиг. 4) и снабжена колесным ходом. Такая волокуша служит для перевозки копен к стогу; ее делают не перевертывающейся и снабжают рычагом для наклона зубьев при захватывании сена и для подъема его на время



Фиг. 4.

перевозки. В. сеной очень производительна лишь при уборке больших ровных площадей, в малых же хозяйствах ее применение нерентабельно.

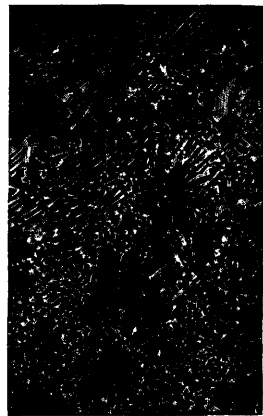
3) В.—Утюг в дорожном деле, приспособление для выравнивания поверхности почвы, ее уплотнения и для раздробления комьев с целью приспособить поверхность грунта для дороги. Такая В. называется шлейфером и выполняет функции катка для уплотнения поверхностного слоя земли на грунтовых дорогах. В. состоит из деревянной рамы с перекладинами, к-рые снабжаются переплетом из гибких прутьев; часто переплетается лишь одна задняя часть В. Иногда В. делается и из нескольких параллельно скрепленных цепями деревянных брусьев; последние расположены попеременно движения В. и оковываются спереди и снизу железом. Часто волокуша делается из одного бруска (20×20 см) с прикрепленным к нему сиденьем. В волокушу впрягается лошадь, а на бруске устраивается сиденье для погонщика, к-рый, прижимая весом своего тела волокушу к земле, способствует раздавливанию небольших и не очень прочных комьев земли и укатыванию дороги. См. *Дороги*.

4) В.-скреперы см. *Скрепер*.

Лит.: Дубелир Г. Д., Дорожное дело, М., 1923; Энцикл. словарь Т-ва бр. Гранат, М., 1923; Врем. справочник на землян. работы, М., 1927; Крыгин Д. П., Курс дорожного дела, М., 1926. И. Запорожец.

ВОЛОМИТ, сплав карбидов вольфрама, кобальта, никеля и хрома с незначительным количеством железа, отличающийся весьма большой твердостью (около 9,8—9,9), значительной прочностью (близкой к прочности стали), высокой t° размягчения (около 2700°), с уд. в. 15,5—16,0. Сплавы подобного состава были изобретены до 1914 года, но еще Муассан, сконструировавший печь для t° выше 3000° и получивший в ней в

чистом виде и в виде карбидов наиболее тугоплавкие металлы (вольфрам, молибден, ванадий и др.), наметил пути к получению тугоплавких и твердых (по природе своей, а не в силу закалки) сплавов. Однако практическая задача получения твердых сплавов в больших количествах была разрешена американцем Гайне в 1907 г. (см. *Стеллиты*) и еще более полно Ломаном в Германии непосредственно перед войной 1914—18 гг. Последнему удалось в сконструированной им электрич. печи достичь темп-р, превышающих t° вольтовой дуги. Для этой цели Ломан воспользовался тепловой алюминиемич. реакций, к-рые он заставил протекать в поле электрич. печи. Ломану удалось устранить главное затруднение процесса—бурное протекание алюминотермич. реакций: рядом удачных комбинаций он получил в своей печи б. или м. постоянную t° с возможностью ее регулирования. В сконструированных таким способом печах были изготовлены в больших количествах тугоплавкие металлы в чистом виде, а также и их карбиды, напр. вольфрама— $СW_2$ с твердостью около 9,8. Позже, уже во время войны 1914—18 гг., Ломан получил, взяв карбид вольфрама за основу, сплав, названный им В., механически настолько вязкий и твердый, что его можно было применить в целом ряде производств, где до тех пор применялся исключительно алмаз (например в волоочильном процессе—в качестве матриц для волоочильных досок, в алмазном бурении—в качестве сверл для коронок и пр.). Перед алмазом В. имеет два существенных преимущества: он дешевле алмаза (примерно раз в 200) и может принимать (отливка или прессование с последующим сплавлением) любую форму, наиболее соответствующую последующему применению его в технике, в то время как форма инструмента из алмаза определяется природными свойствами последнего (незначительность размеров и определенная естественная огранка). Вполне понятно, что указанные выше свойства В. и возможность широкого применения его в технике обуславливают большую сдержанность изготовляющих его фирм в отношении огубликования как точного состава выпускаемых сплавов, так и, в еще большей степени, описания способов его изготовления. Анализы В., произведенные различными исследовательскими лабораториями, указывают на присутствие в нем W, Ni, Co, Cr, Fe и C с примесями V, Si и Mn и следами S и P, при чем наибольшей составляющей является В., содержание которого колеблется от 70 до 95%. Помещаемая микроструктура В. (фиг. 1), выполненная в метал-

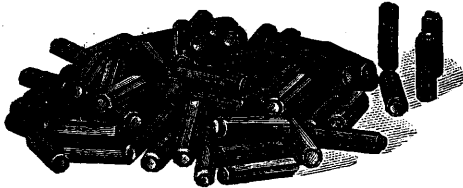


Фиг. 1.

фиг. 1), выполненная в метал-

лографической лаборатории Клаустальской горной академии, показывает чрезвычайно тонкую структуру В., состоящего из мельчайших частиц карбидов. Что касается твердости В., то в виду неплотности шкалы Мосса для веществ, твердость коих колеблется между 9 и 10, был применен метод определения твердости по Мартенсу. Риска шириной в 0,01 мм получалась при нагрузке алмазн. реза в 126—130 г, в то время как для рубина, твердость которого по шкале Мосса равна 9, нагрузка определяется в 50—51 г, а для стали твердостью по Мосу в 7 нагрузка определяется в 21—26 г. Прочность В. также высока, и нек-рые исследователи утверждают, что сопротивление В. на сжатие больше сопротивления алмаза.

В технике горного дела В. применяется: 1) для коронок при колонковом бурении, при чем употребляются коронки обычн. типа со вставленными кусками В. или зубчатые коронки, зубья к-рых делаются из В., и 2) для буровых долот типа «рыбий хвост», применяемых при вращательном бурении преимущественно нефтяных скважин. Для бурения В. изготавливается в двух формах — яйцевидной 4×5 мм и в форме восьмигранных призм в 16—22 мм длиной и 5—6 мм в сечении (фиг. 2). На фиг. 3 и 4 представлена



Фиг. 2.

коронка бура с воломитовыми стержнями. Результаты воломитового бурения скважин в большей части пород за границей и в пределах СССР представляют весьма убедительные данные для замены алмазов воломитом. Ниже приведена таблица сравнительных данных (по Гиммельфарбу) воломитового и алмазного бурений, произведенных при исследовании Курской магнитной аномалии, где было пробурено воломитом 382,9 м.

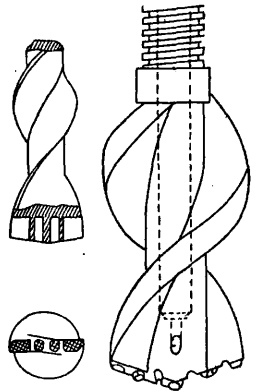
Сравнительные данные воломитового и алмазного бурений.

Название данных	Твердые метаморфизические слюдяные сланцы	Кристаллический известняк	Плотные метаморфиз. слюди-кислородные сланцы	Мергели и плотные глины
Пройдено воломитовой короной м	8,75	52,44	15,74	271,75
То же алмазной короной	271,46	132,91	244,14	—
Скорость бурения воломитовой короной м/ч	0,20	0,185	0,27	0,441
То же алмазной короной м/ч	0,21	0,270	0,27	—
Расход воломита в каратах на 1 п. м	3,022	4,049	1,812	0,517
То же для алмаза	0,114	0,089	0,060	—
Стоимость воломита, израсходованного на 1 п. м	1 р. 13 к.	1 р. 52 к.	68 к.	19 к.
То же для алмаза	7 р. 92 к.	6 р. 27 к.	4 р. 13 к.	—

При определении стоимости бурения цена одного карата В. была принята в 37,5 к. (1 швейц. фр.), а средняя цена карата алмазов-карбонатов — в 69 р. 43 к.

Попытки применить В. при проходке более твердых пород, как железорудные кварциты, оказались неудачными, так как В. быстро зашлифовывался и проходки не давал. Что же касается указанных в таблице пород, то в отношении их можно констатировать, что: 1) скорость бурения воломитом в породах средней твердости либо равна скорости бурения алмазной короной либо немного меньше ее и 2) стоимость расходуемого В. на 1 м проходки в 4—6 раз меньше стоимости соответственно расходуемых алмазов-карбонатов. По данным Рихтера, воломитовое бурение вдвое дешевле алмазного. В настоящее время можно сказать, что в 10 случаях из 100 В. уже вытеснил алмаз при проходке глубоких скважин в породах соответствующего характера. Так же успешно В. конкурирует с алмазом в производстве проволок мелких калибров. Для этой цели В. отливают в виде цилиндрическ. столбиков с углублениями в основаниях, где потом просверливают отверстие.

Приготовлен. таким образом воломитовые фильеры заделываются в волоочильные доски. Просверливание отверстий является длительной и сложной операцией. Производство механизировано путем применения точных сверлильных станков с большим числом оборотов. Немецкий з-д Hartmetall изготовляет фильеры с отверстиями разных размеров обычно от 0,15 до 5 мм диам., а по особому заказу и больше. В отношении стойкости воломитовые фильеры превосходят стальные на 60—70%, но уступают алмазным. Карат воломитовых фильеров в 1927 г. стоил 1,5 марки, алмазных — ок. 100 мар. В. находит широкое применение в металлообрабатывающей промышленности. Уступая стали в отношении механич. прочности (вязкости), воломит в значит. степени превосходит ее в твердости. Воломит тверд по самой своей природе и это свойство сохраняет почти до t° размягчения; в то время как твердость быстрорежущей стали уменьшается при t° 400—600°, В. при t° 800° и выше выявляет свои наилучшие свойства — твердость и вязкость увеличиваются.



Фиг. 3.

Фиг. 4.

Это существеннейшее преимущество воломита перед сталью позволяет применять при работе воломитовыми резаками большие скорости резания и подвергать обработке металлы такого состава, к-рые до сего времени считались не поддающимися обработке, например сталь Гадфильда. Воломит применяется с успехом для обточки гранитных валков, для проточки широких отверстий в толстых стеклянных пластинках и т. п., т. е. там, где стальные резцы определенно не применяются. Обычно из воломита делают только режущие части резцов, которые навариваются к держалкам. Применяется В. также и как кислотоупорный сплав для изготовления ответственных частей насосов, вентилях, кранов, так как он обладает высоким сопротивлением коррозии при действии химическ. реагентов. Наконец, большое значение В. может иметь в качестве предохранительных накладок на машинные части, подверженные сильному изнашиванию. В. изготовляется в настоящее время германское акц. об-во «Твердый металл» (Hartmetall, Berlin); одновременно в Германии появился ряд сплавов: торан (W, Th, Cr, Fe, C), тв. по Мартенсу до 160, каедит (45% Co, 33% Cr, 15% W, 2% Fe, 3% C), акрид (38% Co, 30% Cr, 16% W, 10% Ni, 4% Mo, 2% C), твердость по Мартенсу до 170, цельзит, перцит, твердый металл Вальтера и др. На Парижской выставке 1927 г. демонстрировался франц. акц. об-вом Forges et aciéries de la Sarre сплав мирамант, позволяющий обрабатывать 12—14%-ную марганцевую сталь Гадфильда. Состав мираманта—гл. образом карбиды вольфрама и молибдена. В последнее время промышленность СССР занялась вопросом получения сплавов высокой твердости и вязкости. Так, трест «Редкие элементы» уже получил лабораторным путем образцы сплава «редэлемент», характеризующегося высокими механическими свойствами, а Институтом прикладной минералогии и металлургии приступлено к систематическ. сравнительному изучению свойств твердых сплавов заграничного и союзного происхождения.

Лит.: Мерц А. и Шульц В., Применение воломита и других стеллитов в горных работах, пер. с нем., «ГЖ», М., 1927, 6; см. также Мерц А. и Schulz W., «Glückauf», Essen, 1928, 51; Гиммельфарб А. Я., Возможность и необходимость замены алмазов при буровых разведках на каменный уголь их суррогатами типа «воломит», «Уголь и железо», Харьков, 1927, 17; его же, Воломитовое бурение, «ГЖ», Москва, 1926, 7; Ломан, О высоких температурах, перевод с англ., «ГЖ», М., 1923, 8—9; Richter H., Bohrungen mit Volomit, «Petroleum», Berlin, 1926, 10, p. 383; «Вестник металлопром.», М., 1927, 1—2, стр. 127, 10, стр. 151. **Е. Прокофьев.**

ВОЛОС представляет собою образование эпидермы кожи млекопитающих животных. Стержень В. состоит из ороговших клеток, которые подразделяются на 3 слоя: сердцевинное вещество (сердцевина), корковое вещество и верхняя кожа (кутикула). Волосная сумка, в к-рой сидит В. (в соединительнотканном слое кожи), внутри выстлана эпителием. Утолщение у основания В., называемое луковицей, снабжено сосочком с хорошо развитой кровеносной системой. Корковое вещество состоит из плоских веретеновидных клеток, расположенных по продольной оси волоса и плотно соединенных между собой. Сердцевинное вещество

состоит из плоских клеток, между к-рыми находится воздух. Кутикула представляет собою верхний покров В., состоящий из тонких прозрачных черепицеобразных чешуек, налегающих одна на другую. Роговое вещество содержит кератин—вещество, родственное веществу ногтей, копыт и рога, из числа простых белковых тел. Кератин нерастворим в воде, разбавленных к-тах и щелочах. В. быстро набухает в концентрир. уксусной кислоте и концентрир. едком кали и постепенно растворяется, особенно при нагревании, с разложением. Едва подвергается разьедающему воздействию пищеварительных энзимов. Дает очень сильную реакцию с сернистым свинцом (Schwefelbleireaktionen). Испытание с реактивом Миллона и при помощи ксантопротеиновой реакции дает положительный эффект. Типично—большое содержание серы (приблизительно до 5%).

В. применяется в прядельном, ткацком, валяльно-войлочном, набивочном и веревочном производствах; может также перерабатываться в изоляционный материал—*миллит* (см.). См. *Волокна прядельные* (животного происхождения) и *Шерсть*.

Лит.: Вериге В. Ф., Общий курс физиологии животных и человека, 2 изд., М.—Л., 1924; Львов В., Сравнительное исследование и описание волоса, петины, иглы у млекопитающих и пера у птиц, «Учен. записки Имп. московского ун-та», отд. естественно-историч., М., 1884, вып. 4; Matthews J. M., The Textile Fibers, their Physical, Microscopical A. Chemical Properties, N. Y., 1924; Rosenthaler L., Der Nachweis organischer Verbindungen, 2 Auflage, p. 910—911, Stuttgart, 1923; Belzer F., Industrie des poils et fourures, cheveux et plumes, 2 édition, Paris, 1923. **Н. Раницкий.**

ВОЛОС РАСТИТЕЛЬНЫЙ, растительный конский волос, длинные, жесткие и грубые, упругие, прямые и гладкие волокна, обычно черного или темнорюбого цвета, доставляемые различными тропич. и субтропич. растениями; по внешнему виду В. р. похож на конский волос и в некоторых случаях идет для замены его или смеси к нему. Одни виды В. р. применяются для набивки матрацев, экипажных подушек и т. д., а другие—для щеток, цыновок, половиков, веревок, снастей и т. д. Простейшие испытания, позволяющие отличать В. р. от волоса животного, сопоставлены в табл.

Испытания растительного волоса.

Род испытания	Волос растительный	Волос животный
Держание над пламенем	Воспламеняется и легко сгорает	ПлавитсЯ, вскипает с треском, свертывается в кожеобразный натеи, растираемый между пальцами
Сжигание	Запах жженой бумаги	Запах горелого рога
Длительное вымачивание в разбавленной к-те (например серной, уд. веса 1,03) и тщательная просушка при 100°	Разрушается в пыль	Остается без повреждения
Кипячение в 10%-ном растворе едкой щелочи	Не изменяется	Разрушается

Растительный волос дают след. растения. 1) Сахарная пальма, *Arenga saccharifera*, рода *Caruotinae*, подсемейства *Ceroxyloideae*, известная в Нидерл. Индии под названием гомути; растет в Ост-Индии и на Малайском архипелаге; культивируется ради самых различных продуктов, добываемых из нее,—вина, уксуса, сахара, древесины и т. д. Добываемое из влагалитч листьев волокно, известн. под названием гомути или ийду, раньше служило на Малайских островах наиболее употребительным материалом для канатов, но теперь его вытеснили коир, манильская пенька и сизаль. Одна пальма дает ежегодно, в два сбора, около 9 кг гомути. 2) Настоящая веерная пальма, *Chamaerops humilis*, рода *Chamaerops*, подсемейства *Coqurphoideae*, одно из наиболее обычных декоративных растений средней Европы. В южной Европе (Ривьера) веерная пальма одичала, а в Алжире считается французами-колонистами наиболее трудно искоренимым сорняком. Ее тонко разрезанные листья дают В. р., *Crin végétal*, служащий материалом для набивки подушек и матрацев; тонкие бурые волокна с основания листа тоже дают В. р., перерабатываемый совместно с верблюжьим волосом в ковры для палаток, веревки, канаты и половые щетки. 3) Пенюковая пальма—четыре сходных между собою субтропич. вида *Trachycarpus*, подсемейства *Coqurphoideae*, растущих в Японии, Китае и на Гималаях. Высокоствольная пенюковая пальма, *Trachycarpus excelsa*, культивируется в большом количестве в вост. Азии ради доставляемого ею В. р., идущего на производство дождевых плащей; шляп, веников, веревок и т. д.; она выдерживает климат Англии и хорошо растет на Ривьере. 4) Зонтичная пальма—шесть весьма близких между собою тропич. видов, рода *Coqurpa*, подсемейства *Coqurphoideae*, растущих в Индии и на Зондских о-вах; очень высокие голоствольные пальмы, мощные веерные листья к-рых служат для плетения половиков, кровельного материала и снастей. 5) Настоящая финиковая пальма, *Phoenix dactylifera*, рода *Phoenix*, подсемейства *Coqurphoideae*, растет в с. Африке и ю.-з. Азии, одно из важнейших полезных растений; имеет ствол 10—20 м высотой и серо-зеленую крону из перистых листьев, дающих В. р. для кровель, цыновок, корзин, кулей, веревок и т. д. 6) Седа я борода, *Tillandsia usneoides* и другие виды рода *Tillandsia*, семейства *Bromeliaceae*, ананасовых, растут б. ч. в диком виде в Америке (от Аргентины до штата Каролины). Это—бескоренный эпифит, растущий на высоких деревьях и скалах с длинными, спускающимися вниз крупными пучками воздушных корней, доставляющих наиболее тонкий сорт В. р., идет на набивку подушек и носит название лунзианского мха. 7) *Scilla pomeridiana*, из рода *Scilla*—пролеска,—подсемейства *Liliaceae*. Грубые волокна листьев обрабатывают содой, сортируют, окрашивают уксусножелезною солью и отделяют для блеска лаком и маслом; они применяются как замена щетины и конского волоса, для набивки матрацев и т. д. 8) *Альфа* (см.). 9) Пе-

сочная осока, *Carex brizoides* Wimm. и *Carex arenaria* L., рода *Carex*, подсемейства *Carioideae*; произрастают: первая в лесах, а вторая—на бережьях средней Европы. Высушенные стебли их поступают на рынок под названием лесного волоса или лесной шерсти и идут на набивку матрацев, мебели и т. д.

Лит.: Warburg O., Die Pflanzenwelt, В. 3, Лpz., 1922; Wiesner J., Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, 3 Aufl., Leipzig, 1921; см. также *Волокна природные*. П. Флоренский.

ВОЛОСНЕЦ ПЕСЧАНЫЙ, песчаный тростник (*Elymus arenarius* L.), растение из семейства злаковых (*Gramineae*) с мощным корневищем, распространяющимся на 3,5—5 м кругом куста. В. п. очень неприхотлив и хорошо растет на песках, благодаря чему разводится для укрепления летучих песков; для посева В. п. на развеваемых ветром песках семена его смешивают с глиной, которую намазывают на пучки соломы, укрепляемые колыями в песке. Стебель В. п.—высокий, очень грубый; скот ест лишь молодые его побеги. Семена его охотно поедаются лошадьми. Волоснец песчаный в большом количестве растет на песчаных дюнах и прибрежных песках, распространяясь самосевом.

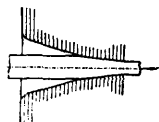
ВОЛОСНОСТЬ, капиллярность, свойство жидкостей в прикосновении с твердыми телами, особенно в узких трубках, устанавливаться на уровне, не соответствующем их гидростатическ. давлению. См. *Поверхностное натяжение*.

ВОЛОСЯНЫЕ ТКАНИ, ткани, изготовленные из белого конского волоса, к-рый м. б. окрашен в различные цвета. Из натурального прямого конского волоса, гл. обр. хвоста, изготовляют сита, ткнут волосяное полотно, делают мешки для прессования маслянистых семян, для фильтрования и пр. Конский волос входит также в нек-рые специальные ткани для придания им жесткости.

Лит.: см. *Волос*.

ВОЛОЧЕНИЕ, род холодной обработки проволоки, при которой форма ее меняется путем протяжки через конич. глазок волоочильной доски. Волоочильные доски изготовляются из специальной стали, а для самых тонких размеров проволоки употребляются также алмазн. плашки. Процесс волочения схематически представлен на фиг. 1. Цель В. заключается в последовательном уменьшении сечения проволоки и придании ей заданной формы. Процесс В. совершается за счет вытягивающего усилия. При волочении часть проволоки, находящаяся между клещами и волоочильной доской, подвергается растягивающему усилию, часть же, проходящая через глазок волоочильной доски, сжимается, при чем в последнем случае материал на поверхности приводится в пластическое состояние и испытывает напряжение, соответствующее давлению истечения металла.

В. применяется в технике: а) для изготовления проволоки как готового изделия (наприм. телеграфная, упаковочная, печная, бутылочная и пр. виды проволоки); б) для получения проволоки как полуфабриката



Фиг. 1.

при изготовлении строительных и сапожных гвоздей, сеток, плетенок, шурупов по дереву, винтов по металлу, закрепок, цепей, булавок, канатов, колючей проволоки и подобных изделий; в) для изготовления точно калиброванной круглой или фасонного профиля проволоки (квадратной, полукруглой и прочих профилей). Для специальных нужд протянутую проволоку подвергают отделочным операциям: цинкованию, лужению, бронзированию, олифовке и т. д.

Полный технологич. процесс получения проволоки посредством В. состоит из следующих производственных операций (в зависимости от назначения проволоки некоторые операции м. б. выпущены): 1) очистие поверхности проволоки от окалины путем травления в растворе к-ты; 2) промывка после травления; 3) желтение, т. е. получение тонкого налета окисла железа, способствующего дальнейшему В.; 4) нейтрализация в известковой ванне оставшейся к-ты на поверхности проволоки; 5) «отдых» проволоки и сушка, необходимые для удаления водорода, проникающего при травлении из к-ты в железо и придающего ему хрупкость; сушка имеет значение, кроме того, при В. через мыло; 6) заострение конца проволоки, необходимое для затягивания ее через волочиную доску; 7) собственно процесс В. через коническ. глазок волочинной доски, происходящий последовательно, в зависимости от допустимых коэффициентов обжатия до требуемого диаметра; 8) отжиг проволоки, восстанавливающий утрачиваемую в результате многократного волочения первоначальную вязкость и мягкость металла; после отжига, перед последующей протяжкой, необходимо протравить проволоку для удаления слоя окалины, получающейся при отжиге; 9) отделочные операции: а) перекатка проволоки на круги определенного диаметра и веса и вязка их, б) лакировка и олифовка проволоки, в) цинкование или лужение, г) разрезывание проволоки на заготовки определенной длины и рихтовка их.

Волочение железной проволоки.

Сырьем при В. железной проволоки служит прокатанная заготовка диаметром от 5 до 15 мм, с временным сопротивлением на разрыв $\sim 38 \text{ кг/мм}^2$ и минимальным удлинением в 16% [1]. Заготовка с диаметром меньше 5 мм обычно не прокатывается [2] в виду получающейся в катанке неравномерности материала по сечению.

1. Травление. Получаемая с прокатного стана проволока покрыта тонким слоем окалины, которая вредит В. Наиболее распространенным способом очищения от окалины является травление в растворе серной к-ты. Травление в соляной кислоте и бисульфате, а также механический способ очищения окалины не получили распространения как нерентабельные [3]. Окалина, состоящая из магнитной окиси железа Fe_3O_4 , мало растворима в растворе серной к-ты. Процесс химич. травления заключается в том, что к-та воздействует на железо под окалиной. При этом из к-ты освобождается водород, к-рый скапливается под давлением между металлом и слоем окалины и механически

отделяет ее [4]. Травление производится в деревянных баках, выложенных 4—5-мм свинцом. Обычно баки имеют размеры: $2500 \times 2000 \text{ мм}$ в свету и 2000 мм в глубину. В последнее время получают распротраненные ванны из железобетона со свинцовой выкладкой, а за границей применяются также ванны, изготовленные из цельного кислотупорного камня.

Проволока в мотках нанизывается на центральный брус рамы и подается посредством крана в травильную ванну. Большинство з-дов работает на травильном растворе с содержанием от 1,5 до 3% (по весу) серной кислоты $60^\circ \text{В}.$ При подогреве раствора паром до $60\text{--}70^\circ$ продолжительность травления доходит до 2 ч., при расходе кислоты в $4\text{--}4\frac{1}{2}\%$ и угаре в $1\frac{1}{2}\text{--}2\%$ от веса проволоки [5]. В настоящее время начинает распространяться новый способ ускоренного травления [4], давший вполне удовлетворительные результаты. По этому способу вновь запрошенная ванна содержит 9% серной кислоты по весу и подогревается паром до 45° . Ванна работает, пока содержание свободной серной кислоты не дойдет до 3%; при этом t° постепенно повышают до 70° . Искользванный раствор перекачивается в купоросную ванну для отделения купороса; остающийся маточный раствор идет на новую заправку в травильную ванну. Продолжительность процесса при этом способе понижается до 10—15 минут, а расход кислоты до 2,5% [6]. В результате процесса травления в ванне образуется раствор железного купороса, избыток к-рого откладывается в виде кристаллов на проволоке и впоследствии препятствует В. Поэтому на растворе с содержанием больше 100—110 г Fe на 1 л не рекомендуется дальше травить. Для правильного ведения травильного процесса необходимо установить систематич. контроль за содержанием травильных ванн. Для этой цели в Германии выпущены специальные приборы — кислотомеры [7]: а) «Beizprüfer» — фирмы Ing. Chem. Ph. Eyer (Halberstadt) и б) «Beizbadanalysator» — фирмы Ströhlein & Co (Düsseldorf).

Из отработанной травильной жидкости получается железный купорос, путем концентрации выпариванием и последующей кристаллизацией. На 1000 кг израсходованной серной к-ты получается 1500—2000 кг железного купороса [8]. На выпаривание 1000 кг купороса требуется 2300—2800 кг пара [8].

2. Промывка. После травления раму с мотками проволоки опускают для промывки в ванну с нагретой водой. Воду полезно механически перемешивать, так как тогда она лучше смывает с проволоки остатки окалины и лучше растворяет кристаллы железного купороса.

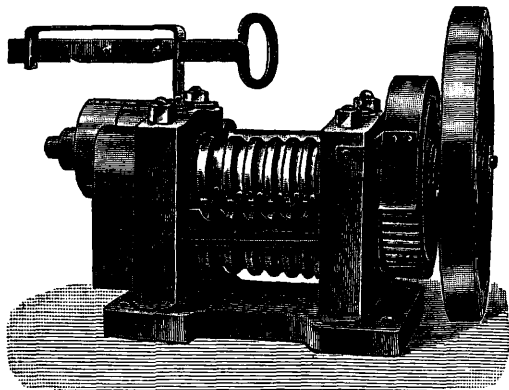
3. Желтение. При вынимании рамы из промывальной ванны проволоку обрызгивают дождем холодной воды и выдерживают до покрытия тончайшим слоем окисла железа — происходит процесс «желтения»; получаемый при этом покров способствует процессу В. проволоки.

4. Нейтрализация. После желтения необходимо нейтрализовать последние следы к-ты, что достигается погружением проволоки в

кипящую известковую ванну. При этом проволока покрывается тонкой пленкой, также способствующей В. Если проволока должна волочиться всухую (напр. через мыльный порошок), то она должна после известкования пройти через сушильные камеры.

5. «Отдых» проволоки и сушка ее. Сушка производится при 75—100° [5] в продолжение 30—60 мин. [9]. Отопление камер производится б. ч. отходящими газами [10]. Для правильной работы камеры необходима достаточная вентиляция. Мотки проволоки поступают в сушильные камеры на вагонетках. Операция сушки способствует удалению из проволоки приобретенного ею при травлении водорода, придающего ей хрупкость. С этой же целью оставляют проволоку «отдыхать» в течение 24 час. перед В. С 1918 года в Германии начали применять патентованный препарат д-ра Фогеля. Действие препарата состоит в том, что он препятствует непосредственному воздействию к-ты на железо. При этом исключается возможность перетравить железо, т. е. получить проволоку с наружным слоем из содержащего водород железа.

6. Заострение конца проволоки. Чтобы завести конец мотка в волоочильную доску, необходимо его заострить. Для проволоки более толстых размеров заострение производится на вальцах, где конец, расплющиваясь, оттягивается. На фиг. 2 представлен



Фиг. 2. Станок для заострения конца проволоки перед волочением.

такой станок. Для средне- и мелкосортного волочения конец оттягивается вручную ударами молотка и зачищается напильником.

7. Процесс В. Протравленная и нейтрализованная в известковой ванне проволока подается в цех для В. Назначение волоочильной доски заключается в калибровке проволоки по форме. Колебание диаметра проволоки по длине мотка допускается в зависимости от назначения проволоки от 0,01 до 0,10 мм. Для того чтобы противостоять истиранию во время волочения, доска д. б. достаточно твердой; но не всегда твердая волоочильная доска является лучшей [11], так как доска должна допускать заправку глазка в холодном состоянии. Волоочильные доски бывают: английские, немецкие и венские.

Английские доски (фиг. 3) имеют обычно небольшое число дыр, не более 18.

Данные фирмы Krefelder Stahlwerk A. G. приведены в табл. 1. Хим. состав [2] этих досок

Табл. 1.—Данные для английских волоочильных досок фирмы Krefelder Stahlwerk A. G.

№	Размеры волоч. доски в мм	Диам. протягив. проволоки в мм	Приблиз. вес доски в кг
2	210×105×38	1—1,5	7—8
4	230×115×40	2—3	9—10
7	250×120×42	3,5—5	12
9	270×130×42	6—7	13

характеризуется содержанием С от 0,7 до 2,5 % и Сг от 2,0 до 4,0 %. Для досок, предназначенных для В. твердой проволоки, содержание Сг возрастает до 12—13%. Эдем [12] в качестве типичного



Фиг. 3.

приводит следующий анализ: 2,65 % С, 0,042 % Si, 0,30 % Mn, следы S, 0,022 % P, 14,27 % Cr, 3,8 % W.

Немецкие доски изготовляются б. ч. сварными; состав их в рабочей части от 0,6 до 0,8 % С [2, 5], нерабочая часть доски—из мягкой стали с содержанием до 0,20 % С. Солиман [2] приводит следующий характерный анализ: 0,70 % С, 0,3—0,5 % Mn, 0,04—0,07 % Si, 0,02—0,06 % P, 0,02—0,06 % S. В табл. 2 приведены размеры этих волоочильных досок по данным фирмы Gebrüder Geck, Altena (Westf.).

Табл. 2.—Данные для немецких волоочильных досок фирмы Gebr. Geck, Altena (Westf.).

Род волочения	Размеры волоочильной доски в мм	Колич. рядов дыр
Крупносортное	450×130×25	4—6
Среднесортное	400×100×20	4
Мелкосортное	300×20×10	2

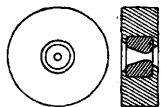
Заправка волоочильной доски заключается в том, что после протяжки мотка глазок суживают ударами молотка в холодную, а затем, при помощи набора конич. пробойников, дыру расширяют до требуемого диаметра. После четырех-пяти протяжек металл вокруг глазка становится жестким и хрупким и при В. задирает поверхность проволоки. Поэтому является необходимость провести заново операцию сужения глазка в горячем состоянии. Горячее заклепывание глазка волоочильной доски производят на небольшом быстроходном пружинном молоте (300—350 ударов в м.). По мере износа приходится глазок переводить на больший диаметр. Английская волоочильная доска позволяет протянуть через каждый глазок в среднем 160 кг проволоки от одного горячего заклепывания до другого. Волоочильная доска выдерживает от 150 до 200 заклепываний в горячем состоянии.

Достоинства английск. досок следующие: а) требуется менее высоко квалифицированная рабочая сила; б) доска благодаря своей толщине дает одинаковую по диаметру проволоку и благодаря химическому составу

отличается высокой прочностью, что особенно важно при крупносортном В. через масло. Недостатки англ. досок: а) вследствие высокого содержания Сг доска трудно поддается обработке; б) доска имеет по своей площади мало глазков и потому обходится дороже других.

Немецк. доска, требуя более высоко квалифицированной рабочей силы, менее прочна, чем английская. Вследствие недостаточной толщины доски глазков изнашивается быстрее, и перезаправлять его на более толстый диаметр приходится раньше. Достоинства немецкой доски в том, что в холодном состоянии она легче поддается обработке, число дыр по сравнению с площадью в ней больше, чем в английской, и доски эти стоят дешевле других. В последнее время начали выпускать волоочильные доски с содержанием 1,9—2,0% С (в СССР—на заводе «Электросталь»). При достаточной толщине (40—45 мм для толстых размеров) доски эти хороши в работе. Эдем [12] в качестве типичного приводит следующий анализ: 1,92—1,97% С, 0,12% Si, 0,36—0,40% Mn, 0,009% S, 0,014—0,019% P.

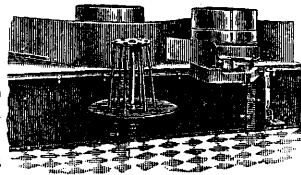
Для мелкосортного В. часто применяются т. н. венские доски. Они очень тверды, трудно поддаются обработке, но дают точную по диаметру проволоку. Эти достоинства очень важны при производстве тонкой проволоки, которая имеет значительную длину в одном мотке и повышен. твердость вследствие предыдущих многократных протяжек. Хим. состав этих досок: 3,0—3,5% С, 1% Mn, 0,5% Si. Самые тонкие размеры проволоки, особенно при работе на машинах многократной протяжки, волочатся через алмазы (фиг. 4). Цена алмазной



Фиг. 4.

плашки возрастает с укрупнением алмаза [13] непропорционально увеличению диаметра протягиваемой проволоки; поэтому выше определенного диаметра (обычно 0,80 мм) волочение через алмазы становится экономически невыгодным [14]. Достоинства волочения через алмазы: а) алмазы очень долговечны и по мере износа располировываются на больший диаметр; б) проволока получается весьма гладкой, без царапин и точно выдержанной по диаметру; в) уменьшается простоя машин из-за заправки волоочильных досок и других подсобных операций. Известную трудность в производстве представляют рассверловка и заполировка глазка алмазной плашки [15], которые производятся на специальных быстрорходных сверлильных станках (2 000—3 000 об/м.) посредством алмазной пыли. Различные фирмы за границей вели опыты изготовления искусственных камней для волочения проволоки. В результате опытов был найден материал в виде карбида вольфрама, который обладает чрезвычайно высокой твердостью, достигающей по шкале Моса 9,8. Состав искусственных камней: 60% W, 36% Fe, 4% С. Иногда вместо части Fe вводят 6% Ti. Помимо химическ. состава качество волоочильной доски зависит от формы глазка. Основное требование, предъявляемое глазку, сводится к

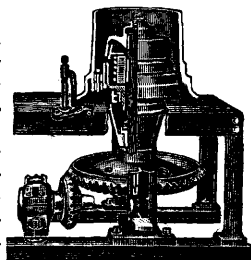
тому, чтобы он имел геометрически правильную форму, так как отклонение от этого условия ведет к неравномерным напряжениям в поверхностном слое проволоки и дает плохие результаты. Обычно форму глазка получают просверливанием доски уступами и затем развертыванием коническими развертками. Окончательную отделку производят коническими пробойниками с убывающей конусностью. Последняя операция уплотняет стенки глазка и придает ему форму конуса в пересечении с цилиндрич. частью, к-рая расправляется последним цилиндрич. пробойником-калибром по размеру протягиваемой проволоки. Папье рекомендует брать конусность от $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{8}$, а для мягкой проволоки до $\frac{1}{10}$; Солиман рекомендует $\frac{1}{10}$; по Эдему, конусность колеблется от $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{12}$; по наблюдениям Бюро научной организации труда Приокского горного округа [11] конусность колеблется от $\frac{1}{11}$ до $\frac{1}{8}$, при чем конусность уменьшается для протяжки более тонкой проволоки. Важное значение для правильной заправки глазка имеет точное изготовление пробойников, которые изготавливаются на специальных шлифовальных станках под любым углом конусности.



Фиг. 5.

Работа на волоочильном барабане состоит в следующем. Моток проволоки накладывают на свободно вращающуюся фигурку и конец проволоки заводят через глазок волоочильной доски. Барабаны, предназначенные для В. проволоки толстых размеров, имеют прикрепленные к низу клещи, которыми захватывают конец проволоки, продетой через глазок (фиг. 5). Барабан сидит на вертикальной оси и посредством ножной педали может сцепляться с ней. Вертикальная ось барабана приводится в движение конич. шестернями от центрального горизонтального вала, проходящего под столом волоочильного стана. Барабан вращается и протягивает при этом проволоку через волоочильную доску, а проволока наматывается на барабан. В табл. 3 приведены данные фирмы Malmeldie & Co (Düsseldorf) относительно главных размеров волоочильных барабанов в зависимости от диаметра протягиваемой проволоки. Для плавного включения их барабаны снабжаются специальным приспособлением для фрикционного сцепления, благодаря которому затяжка производится без ударов, при постепенном повышении числа оборотов барабана до нормального (фиг. 6).

В последнее время в Америке строятся волоочильные барабаны для крупносортного В., снабженные отдельным электромотором.

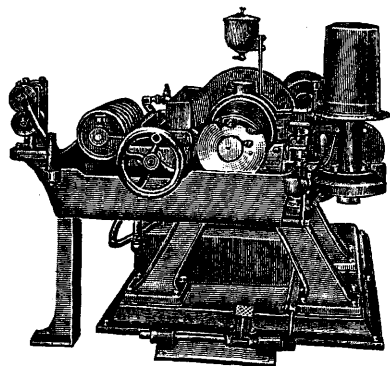


Фиг. 6.

Табл. 3.— Данные фирмы Malmédie & C° (Düsseldorf) относительно волоочильных барабанов.

Диам. <i>d</i> протягив. проволоки в мм	Диам. <i>D</i> волоч. барабана в мм	Число об/м. волоч. барабана	Средняя протяж. завод. за 8 час. в кг	Потребляемая мощность в HP
Волочение крупносортное				
12—6	650	30	2 000	10
8—4	600	45	1 600	8
6—3	560	55	1 200	6
Волочение среднесортное				
3—1,8	450	75	500	2,5
2,5—1,4	420	85	400	2
Волочение тонкой проволоки				
2—1,2	350	90	240	1,2
1,8—0,8	300	100	160	0,8
Волочение тончайшей проволоки				
0,8—0,2	200	125	10	0,25

В случае В. толстой проволоки (от 8 мм и выше) целесообразно устраивать горизонтально расположенный волоочильный бара-



Фиг. 7.

бан, что облегчает снятие мотка с барабана. Сам барабан выполняется коническим, с уклоном в $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{30}$ (по Папье), для облегчения снятия с него мотков проволоки. Обычное число барабанов, обслуживаемых одним рабочим: на крупносортном В. 1, на среднесортном 2, на волочении тонкой проволоки 6—8, на волочении тончайшей проволоки 10—15.

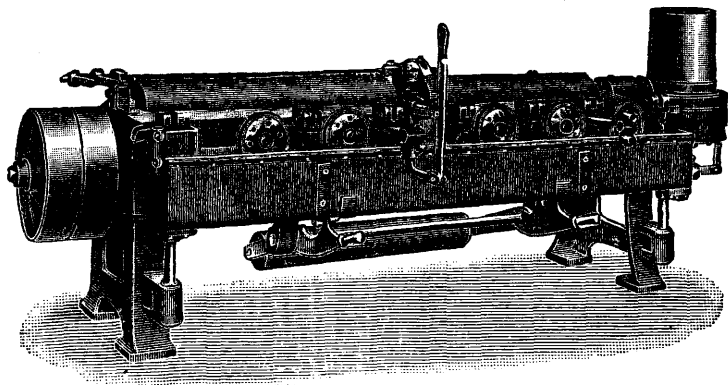
При процессе В., в отношении выбора коэфф-та обжатия, существуют довольно узкие пределы, т. к. вытягивающее усилие всегда д. б. меньше разрывающей силы. Коэфф. обжатия по диаметру колеблется от 0,10 до 1,20. Поэтому при В. тонких размеров проволоки является необходимость в последовательной протяжке через глазки с промежуточными диаметрами. Для средних и тонких размеров строят машины многократного волочения. Американская практика работы на многократных машинах

показывает возможность увеличить производительность труда на 60% за счет уменьшения непродуктивных операций после каждого прохода, как то: накладка на фигурку, заострение конца и снятие мотка. Машины многократного В. производят сразу от 4 до 12 протяжек. На фиг. 7 представлена многократная машина америк. фирмы Waterbury Machine C°, на фиг. 8—немецк. фирмы W. Gerhardi. Так как разрыв проволоки на многократных машинах сильно понижает выпуск всей машины, то обращается особое внимание

на качество волоочильных досок для них.

В результате последовательного В. проволока становится жесткой, и допустимые коэфф-ты обжатия уменьшаются. Чрезмерно малые коэфф-ты обжатия также недопустимы на практике, так как в этом случае проволока не получает остаточной деформации и будет стремиться вернуться к первоначальному диаметру. В этом случае сила трения в цилиндрич. части будет значительная, и поэтому будет иметь место повышенный износ волоочильной доски. На фиг. 9 показана зависимость коэфф-та обжатия по диаметру от степени волочения проволоки, а также указаны пределы максимума и минимума для этого коэффициента.

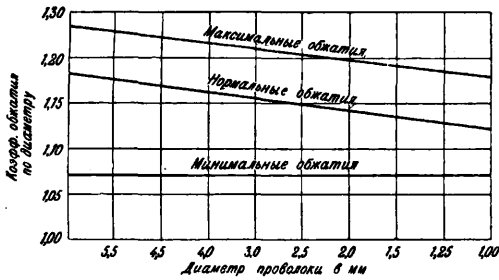
Назначение смазки заключается в уменьшении трения во время В. и в устранении возможности задиранья поверхности проволоки. Смазка д. б. настолько густой, чтобы ее не выдавило во время В. Распространенным составом является смесь сурепного масла и гашеной извести в пропорции 1 : 5 [16]. По мере высыхания смазки при волочении добавляется масло. На 1 т проволоки в две



Фиг. 8.

протяжки требуется 900 г масла и 1 кг извести; иногда к этому составу прибавляется животное сало. За границей и в СССР получил распространение в качестве смазки мыльный порошок, к-рого требуется ~ 1 кг на 1 т протянутой в 3 глазка проволоки [16].

В. через мыло и масло позволяет давать большие коэффициенты обжатия и большие скорости. Недостаток масляной смазки заключается в том, что при В. диам. проволоки постепенно возрастает к заднему концу мотки. Недостаток мыльной смазки—в том,



Фиг. 9.

что проволока получает желтовато-шоколадный цвет вместо светлого. Проволока, протянутая через масло, трудно поддается ржавлению. До сих пор еще распространены кислотные смазки; они состоят из раствора жира и кислотной добавки. Растворимый жир получается [5] растоплением сала с добавкой серной к-ты и затем эмульгированием в воде. Кислотная смазка имеет следующий состав: растворимого жира 10 л, медного купороса 2 л, серной к-ты 54° Вé 1,5 л и воды 200 л. В этот раствор мотки погружаются на короткое время, от 3 до 10 м. Расход медного купороса колеблется в пределах от 500 до 750 г на 1 т протянутой в три прохода проволоки. Достоинство этого способа заключается в том, что тонкий покров меди закрывает все царапины на поверхности, и проволока получается гладкой и блестящей. Недостатки—в том, что допустимый коэф. обжатия уменьшается, проволока становится жесткой и легче ржавеет. Для В. проволоки тонких размеров (ниже 2 мм) употребляют в качестве смазки т. н. «суп», имеющий в своем составе мыло, ржаную муку, медный купорос и серную кислоту. По мере последовательной протяжки содержание к-ты уменьшается. После каждой протяжки проволока подвергается измерению, которое производится калибром (фиг. 10) или, для более точных работ, микромером.

Скорость В. зависит гл. обр. от качества материала проволоки, от волоочильной доски и рода смазок. Из всех произведенных по этому вопросу исследований можно вывести заключение, основанное на изучении изменения структуры, которому подвергается проволока в процессе В. При первых протяжках частицы металла стремятся вытянуться по направлению В., при чем это происходит неравномерно по сечению, снаружи больше,



Фиг. 10.

чем к середине. Для начала этой структурной перегруппировки требуется замедленная скорость волочения. При следующих 1—2 протяжках достигается максимум скорости, а далее идет понижение скорости В., вследствие того, что проволока

под влиянием последовательных протяжек становится жесткой. На фиг. 11 представлены скорости В. в зависимости от диаметра проволоки и смазки.

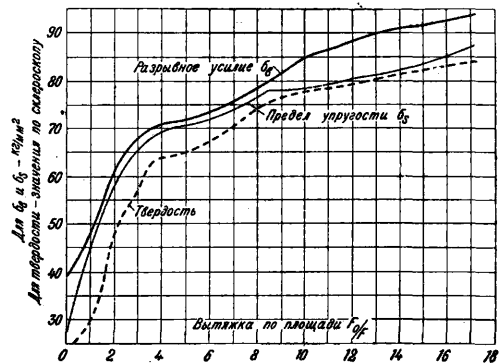
Вопрос о расходе энергии на процесс В. еще окончательно не разрешен. Проф. А. П. Гавриленко дает формулу: $N_{пр} = \frac{P \cdot v}{75}$, где v —скорость волочения в м/сек и P —вытягивающее усилие в кг. P определяется из ф-лы:

$$P = \frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2) \cdot (1 + f \cdot \operatorname{ctg} \alpha) D,$$

где d и d_1 —начальный и конечный диаметры проволоки, f —коэф. трения между проволокой и волоочильной доской, α —угол конусности, D —давление истечения металла; величина D зависит от свойств металла и является его материальной константой. Экспериментальное определение этой величины весьма затруднительно [17], и потому применение формулы А. П. Гавриленко дает приближенные результаты. Для определения потребной мощности в НР служит также след. формула [18]:

$$N_{пр} = 0,013 K_2 (Q - q) v F,$$

где K_2 —временное сопротивление на разрыв до протяжки в кг/мм², $(Q - q)$ —разность сечений до и после волочения в мм², v —скорость В. в м/сек, F —переменный фактор, зависящий от величины обжатия и изменяющийся от 1,25 до 3,0. Учитывая работу трения между проволокой и барабаном, следует ввести еще коэффициент 1,5. Можно считать, что расход энергии на волочение 1 т проволоки через 1 дыру составляет, в среднем, от 7 до 12 kWh [19].



Фиг. 12.

Процесс В. производит перегруппировку в строении металла [20]. В. вызывает неравномерную вытяжку частиц по периферии и в центре. Это обстоятельство обуславливает неравномерность свойств проволоки от краев к середине. Наряду с происходящей вы-

тяжкой, при волочении происходит, по мнению Альтпетера, понижение плотности материала, что ведет к повышению растворимости проволоки в разбавленной серной кислоте. Твердость проволоки возрастает в зависимости от числа протяжек; твердость неоднородна в сечении проволоки, и повышение ее идет от периферии к центру [21]. Общее разрывающее усилие для проволоки следует рассматривать как интеграл сопротивлений на разрыв отдельных элементарных площадок по сечению проволоки. В результате многократного волочения разрывающее усилие последовательно увеличивается. Испытанием установлено, что число возможных загибов под влиянием В. уменьшается при прочих равных условиях. Уменьшение диаметра проволоки и увеличение радиуса кривизны изгиба увеличивают число загибов до разрушения. На диаграмме (фиг. 12) представлено влияние последовательного волочения на твердость и предел упругости. На диаграмме (фиг. 13) [22] показано влияние В. на разрывающее усилие и удлинение для проволоки с различным содержанием С. В табл. 4 приведены результаты испытаний на загиб, по Альтпетеру [18].

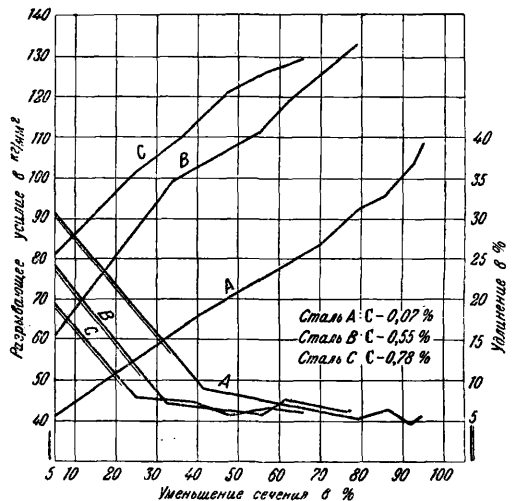
Табл. 4.—Данные испытаний на загиб (по Альтпетеру).

Диам. проволоки в мм	Времен. сопротивление на разрыв в кг/мм ²	Число загибов			
		r=12,5	r=10	r=7,5	r=5
Отожженная проволока					
5,73	33,15	20,5	15,5	12	9,5
4,20	33,80	33,0	20	16	9
3,40	33,65	35,5	28	19	13
2,79	33,90	51,5	35	22	17
2,40	33,10	69	48	29	21,5
1,98	33,63	98	60	37	25
1,69	33,82	141	103	47,5	28
1,59	34,45	—	117	57	34
1,47	34,20	200	123	63	38
Неотожженная проволока					
4,20	59,25	18	12	11	7,5
3,40	64,9	18,5	13,5	11	—
2,81	71,0	29	18	14	8
2,39	75,8	30	25	15	9,5
1,98	84,5	51,5	26	17	11
1,69	88,5	49	38,5	25	13,5
1,59	87,4	55	38	25,5	13,5
1,48	87,9	63	40	26	16

r—радиус кривизны губок (в мм).

8. Отжиг. Отжиг проволоки имеет задачей устранение вредных напряжений, возникающих в проволоке под влиянием В. После отжига твердость и временное сопротивление на разрыв уменьшаются, число загибов, удлинение и скручивание увеличиваются. Для отжига проволоку помещают в стальные или чугунные горшки, которые закрывают одной или двумя крышками для уменьшения возможности окисления проволоки. Размеры горшка след.: диаметр ~ 900 мм, высота—1 600—1 800 мм. Стальные горшки выдерживают 300—400 нагревов [8]. Горшки вставляют в печь сверху (см. *Отжигательные печи*). Продолжительность процесса—4 часа и более, в зависимости от рода горючего. После отжига горшок выдерживают нек-

ремя в печи и затем перемещают краном в канаву, где происходит остывание и выгрузка проволоки. Отжигательные печи в последнее время строят по типу муфельных; проволока непрерывно протягивается через нагреваемый муфель. Температура отжига



Фиг. 13.

зависит от состава проволоки [23]: для очень мягкого железа (времен. сопротивление на разрыв 35—40 кг/мм²) $t^0 \sim 925^\circ$, для мягкого железа (времен. сопротивление на разрыв 45—55 кг/мм²) $\sim 900^\circ$ и для полукрепкого (55—65 кг/мм²) $\sim 850^\circ$.

9. Отделочные операции. Цинкование. Из отделочных операций наибольшее распространение имеет цинкование проволоки. Железная и стальная проволока получают после волочения красивый блестящий вид, но от пребывания на воздухе проволока тускнеет. Для сохранения блестящего вида и для предохранения от ржавления проволоку покрывают тонким слоем цинка или олова. Существуют два способа цинкования: горячий и гальванический. Первый способ состоит в том, что железо, с химич. чистой поверхностью, погружают в расплавленный цинк. Второй способ основан на электролизе и выполняется при обычной температуре. Цинк, служащий анодом, переходит в раствор и осаждается на проволоке, к-рая служит катодом и которую медленно протягивают через ванну. Для травления проволоки, предназначенной к цинкованию, употребляют холодный 5%-ный (по объему) раствор соляной кислоты; последняя подготавливает проволоку к цинкованию. Светлая проволока пребывает в кислоте. ванне несколько минут для растворения оставшихся на ее поверхности смазочных веществ; отожженная проволока—до исчезновения окисленного покрова. При прибавлении Al консистенция ванны получается более жидкой, и уменьшается расход цинка. Al прибавляют в виде сплава с низкой температурой плавления следующего состава: 2 ч. Zn и 8 ч. Al; присаживают 0,6—0,7% этого сплава [24]. После ванны с расплавленным цинком проволока проходит через охладитель, приобретающая блестящую поверхность. Процессы

цинкования и лужения происходят непрерывно путем протягивания проволоки через кислотную ванну и ванну с расплавленным металлом. Скорость прохождения проволоки 50—70 м в минуту, при чем одновременно протягивается от 12 до 48 проволок. Цинкование ухудшает механические свойства проволоки: сопротивление на разрыв уменьшается ~ на 10%, предел упругости и удлинение уменьшаются ~ на 15% [24]. Цинкование производится еще нагревом в цинковой пыли (способ Шерарда) или обрызгиванием (способ Шоопа) [25].

Лужение. Протравленную в соляной кислоте проволоку вводят сначала в раствор хлористого цинка, а затем в ванну с расплавленным оловом. Для удаления излишков олова проволока, перед тем как покинуть ванну, пропускается через асбестовые пластинки, а для получения хорошего блеска, после лужения, подвергается быстрому охлаждению; t° ванны 245—250°. Процесс ведут непрерывно. Проволока сматывается с фигурки и, пройдя через кислотную ванну и ванну с расплавленным оловом, наматывается на барабаны. Нормальные скорости прохождения проволоки при ее лужении зависят от ее диаметра:

для проволоки \varnothing 1,5 мм	$v=12$ м/мин
» » \varnothing 1,0 »	$v=24$ »
» » \varnothing 0,8 »	$v=33$ »
» » \varnothing 0,5 »	$v=46$ »

Лакирование. Мотки проволоки предварительно слегка подогревают, а затем при помощи крана погружают в бак с жидким быстро высыхающим асфальтов. лаком. Время пребывания в баке 5—10 минут. Затем мотки подвешивают приблизительно на 3 часа для сушки, при чем излишек лака стекает по жолобу обратно в бак. Расход лака на 1 т проволоки \varnothing в 5 мм составляет 5 кг.

Олифовка производится в горячей олифе, при чем олифовке подвергается обычно отожженная проволока. К олифе в качестве сикатива прибавляют свинцовый глет.

Волочение стальной проволоки.

Исходным сырьем для изготовления стальной проволоки служит сталь с различным содержанием С. Табл. 5 показывает зависимость между содержанием С и врем. сопротивлением на разрыв (по Альтпетеру).

Табл. 5.—Зависимость между содержанием углерода и временным сопротивлением на разрыв.

Содержание С в %	Врем. сопротивл. на разрыв в кг/мм ²	Удлинение в %
0,10	45 — 47,5	26—30
0,15	47,5—50	24—27
0,20	50 — 55	21—25
0,25	55 — 60	18—22
0,35	60 — 70	16—20
0,45	70 — 80	14—18
0,55	80 — 90	9—15
0,65	90 —100	5—10
0,75	100 —105	4—8
0,80	105 —110	3—5

Стальная проволока по своему назначению бывает: 1) не требующая обработки, мягкая стальная проволока, 2) твердая, обработанная стальная проволока.

Мягкая стальная проволока находит применение при изготовлении разных сортов иголок, булавок, рыболовных крючков и прочих мелких проволочных изделий, выпускаемых в закаленном виде. Твердая стальная проволока применяется главным образом для изготовления канатов и пружин. Мягкая стальная проволока изготавливается из сырья с содержанием от 0,85 до 1,30 % С с времен. сопротивлением на разрыв от 50 до 90 кг/мм². Твердая стальная проволока изготавливается из сырья с содержанием от 0,40 до 0,85 % С; времен. сопротивление на разрыв в протянутом виде колеблется между 120 и 180 кг/мм² и в исключительных случаях (например в рояльной и пружинной проволоках) достигает 360 кг/мм². Мягкая стальная проволока должна легко поддаваться обработке с больш. числом последовательных механических операций (при изготовлении, напр., машинных иголок). В то же время изделия из мягкой проволоки после закалки д. б. тверды и выдерживать, не ломаясь, загибы до 90° (напр. иглы для чулочных вязальных машин и вязальные спицы). Мягкая стальная проволока изготавливается обычным путем, подвергаясь при этом многократным отжигам. Твердая стальная проволока, помимо очень высокой прочности на разрыв, должна обладать достаточной вязкостью, чтобы сохранить остающиеся деформации, получающиеся при свивке стальных канатов. Кроме того проволока должна выдерживать десятки тысяч изгибов (в канатах во время их работы) и обладать способностью наматываться вокруг самой себя как стержня (в рояльных струнах).

Твердая стальная проволока проходит дополнительную операцию—п а т е н т и р о в а н и е, т. е. комбинированный способ закалки с одновременным отпускном в свинцовой ванне. Наиболее совершенный способ патентирования стальной проволоки состоит в протягивании ее через трубки муфельной печи и затем непосредственно через свинцовую ванну, расположенную за печью. Процесс патентирования идет непрерывно. Для удешевления этого процесса одновременно протягивают 20 и более проволок. Нормальные скорости [26] протягивания проволоки через печь для патентирования:

для проволоки \varnothing 5 мм	$v=1,5-2,5$ м/мин
» » \varnothing 4,5 »	$v=3-4$ »
» » \varnothing 4 »	$v=4,5-5$ »
» » \varnothing 3,5 »	$v=5,5-6,5$ »
» » \varnothing 3 »	$v=7-8$ »
» » \varnothing 2,5 »	$v=8,5-9$ »
» » \varnothing 2,0 »	$v=10-11$ »
» » \varnothing 1,5 »	$v=12-13$ »
» » \varnothing 1,2 »	$v=15-16$ »
» » \varnothing 1,0 »	$v=18-20$ »

Темп-ра нагрева при патентировании проволоки с содержанием 0,9—1,0 % С ~ 800°, а с содержанием 0,4 % С ~ 900°. Темп-ра свинцовой ванны колеблется между 430 и 520°. Для получения стальной проволоки с повышенным врем. сопротивлением на разрыв ее следует пропускать через свинцовую ванну с более низкой t° , и наоборот. На фиг. 14 показано, как влияют патентирование и последующие протяжки на сопротивление на разрыв [27]: кривая 1 соответствует четырем

протяжкам, 2—трем протяжкам, 3—двум протяжкам, 4—одной протяжке, 5—после патентирования и 6—дает разрывающ. усилие для катанки. Сорбитовая структура стали придает проволоке следующее ценное свойство: способность значительного увеличения числа возможных загибов и скручиваний.

Характеристику изменения структуры в зависимости от термич. операций и последующего волочения дают приводимые микрофотографии шлифов [28] (фиг. 1, 2 и 3 вкладн. листа). В зависимости от того, на каком диаметре проволока

подвергается патентированию или сколько протяжек следует за патентированием, изменяются механич. свойства готовой стальной проволоки [29]. В табл. 6 приведено содержание С в стали для получения канатной проволоки ходовых размеров [30].

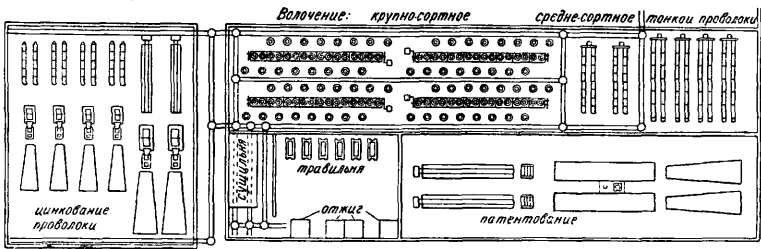
Табл. 6.—Содержание углерода в стали для канатной проволоки* (в %).

Временное сопротивление на разрыв в кг/мм ²	Диаметр готовой проволоки			
	0,5—1,0 мм	1,0—1,5 мм	1,5—2,0 мм	2,2—2,5 мм
140	0,75	0,70	0,65	0,55
160	0,82	0,77	0,70	0,60
180—200	0,90	0,85	0,76	0,65

Общая распланировка цехов для производства стальной проволоки показана на фиг. 15 [31].

Волочение нежелезной проволоки.

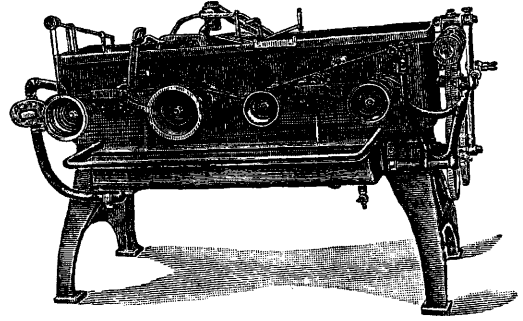
Исходным материалом для изготовления медной проволоки служат медные вайербарсы (Wirebars—болванки для проволоки).



Фиг. 15.

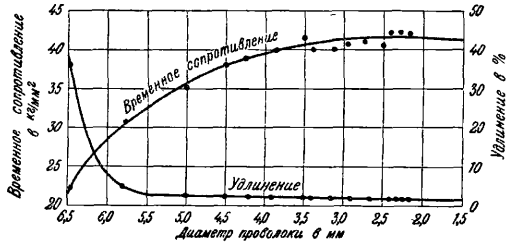
Вайербарсы весом ок. 80 кг прокатывают на прокатном стане на проволоку, диаметром 6—7 мм. Катаную проволоку травят в подогретом слабом растворе серной кислоты (крепостью ок. 4° Вé), промывают водой из

брандспойта и погружают в горячую мыльную воду для нейтрализации остатков к-ты. Процесс В. медной проволоки мало отличается от В. железной проволоки. При В. медной проволоки применяется преимущественно способ многократного В. При помощи многократного В. тянется вся проволока



Фиг. 16.

тоньше 3,5 мм. Благодаря высокой тягучести имеется возможность протягивать медную проволоку сразу через большое число волочильных глазков. На фиг. 16 представлен современный станок многократного В. сразу на 22 протяжки. Скорости В. меди значительно превышают допустимые скорости для В. железа. Скорости В. возрастают по мере уменьшения диаметра проволоки,



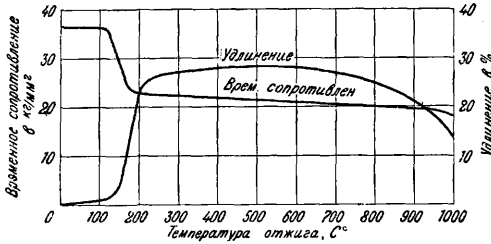
Фиг. 17.

от 1 до 5 м/сек, а в новейших машинах фирмы Kratos-Werke скорости доходят до 12—22 м/сек. Смазкой при В. служит вода с растворимым жиром (до 5%) и мылом (до 1%). В. медной проволоки производится через стальные волочильн. доски с высоким содержанием хрома или через алмазные плашки. Средний коэф. обжатия (по диаметру) для

медной проволоки при стальной волочильной доске колеблется между 1,15 и 1,20. Для алмазных плашек коэф. обжатия д. б. взят не более 1,10, так как при больших обжатиях алмазы лопаются.

Холодное волочение медной проволоки вызывает повышение твердости и уменьшение вязкости. Постепенное изменение механич. свойств медной проволоки под влиянием холодного В. показано на фиг. 17. Из диаграммы видно, что при холодном В. проволоки с диам. 6,5 мм на диам. 1,5 мм временное

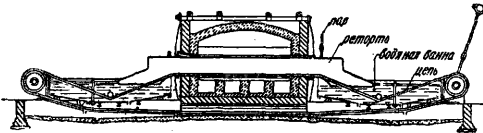
сопротивление вначале возрастает быстро, а к концу—медленно. Вместе с тем удлинение после 1—2 протяжек сильно уменьшается и дальше уже почти не изменяется. Восстановление свойств тягучести достигается отжигом при 400—650° в зависимости от толщины проволоки и, следовательно, скорости



Фиг. 18.

ее прогревания. На фиг. 18 показано влияние t° отжига на механич. свойства металла. Описанное изменение механич. свойств проволоки связано с изменением ее структуры. На фиг. 4 вкладного листа показана микроструктура протянутой медной проволоки. Волокна металла явно вытянуты по направлению В., и поэтому проволока имеет неоднородные свойства по сечению. На фиг. 5 вкладного листа показана структура медной проволоки, к-рая подверглась отжигу при 600°. В случае отжига проволоки при 850° (фиг. 6 вкладного листа) кристаллы сильно вырастают и окисляются по краям. На фотографии это можно заметить по черным границам между кристаллами. Проволока эта пережжена и для дальнейшей обработки непригодна.

На современных з-дах отжиг медной проволоки производится в т. н. ретортных печах с гидравлическим затвором. Схематически такая печь представлена на фиг. 19. Бесконечная цепь, приводимая особым механизмом в постоянное движение (ок. 7,5 м/ч), протаскивает через водяной затвор и нагретую чугунную реторту уложенную на цепь



Фиг. 19.

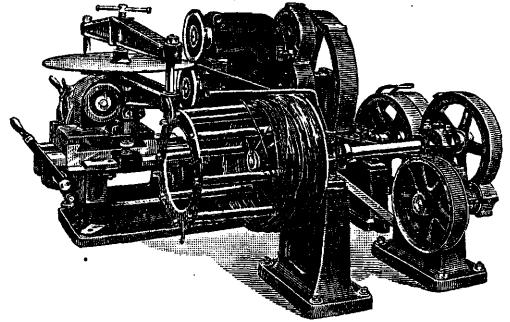
проволоку, к-рая при этом нагревается до t° отжига. Водяные ванны-затворы преграждают воздуху доступ в реторту. Этим предотвращается окисление отжигаемой проволоки, и она выходит из печи с совершенно чистой глянцевой поверхностью. Попадая из реторты в холодную воду, медь не меняет своих механических свойств. Прохождение проволоки через печь продолжается около 1,5 часов, из которых лишь половина приходится на пребывание в реторте.

Применение медной проволоки растет с общим развитием электротехники. Медная проволока идет главн. обр. на изготовление электрич. проводов, кабелей, машин и аппаратов. Предназначенная для этих целей проволока должна иметь максимальную про-

водимость электрич. тока и высокие механич. свойства [32]. Примеси других металлов сильно ухудшают электропроводимость и механич. свойства проволоки. Присутствие 0,3% свинца и 0,5% сурьмы приближает металл к красноломкости. Небольшие примеси висмута уже вызывают хладно- и красноломкость. Прибавление фосфора содействует лучшей тягучести металла [33].

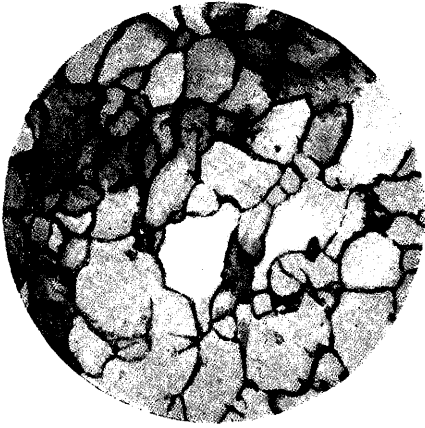
Медная проволока, предназначенная для покрытия резиновой изоляцией, обязательно предварительно лудится, так как в невулканизированной резине находится сера в свободном состоянии, к-рая разъедает поверхность проволоки, образуя черно-бурый налет сернистой меди (CuS). Для лужения проволоку пропускают через ванны: 1) с раствором хлористого цинка, 2) с расплавленным чистым оловом (примесь свинца недопустима) и 3) с водой, для охлаждения вылуженной проволоки. Скорость протяжки через эту установку колеблется от 1 до 4 м/сек в зависимости от толщины проволоки.

На практике имеет большое значение также проволока из сплавов меди с Zn,

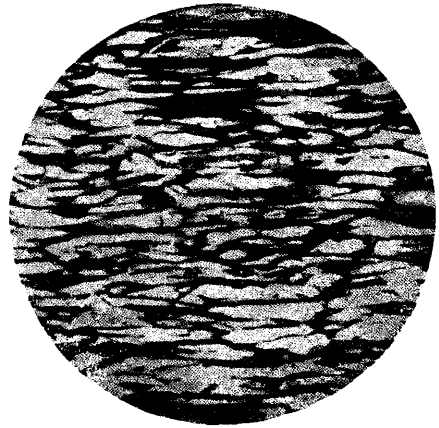


Фиг. 20.

Sn, Pb, P (латунь, томпак, фосфористая бронза) [34]. Латунная проволока обладает хорошей тягучестью как в горячем, так и в холодном состояниях и поэтому поддается вытягиванию до самых тонких размеров. Однако прокатка этого сплава на ручевых станках в катанку затруднительна, так как латунь при такой прокатке дает поверхностные трещины и при обжиге быстро теряет вязкость, становясь очень хрупкой. Поэтому исходная заготовка производится либо выдавливанием на гидравлич. прессах из цилиндрич. слитков, предварительно нагретых до t° размягчения, либо разрезыванием по спирали плоских латунных кругов, предварительно раскатанных в горячем состоянии на прокатном стане. В последнем случае получившаяся лента прямоугольного сечения перед поступлением на барабан пропускается один раз в холодном состоянии через специальные ручьевые вальцы, слегка округляющие края ленты и этим придающие ей форму, удобную для дальнейшего В. Станок для такой разрезки и способ ее выполнения видны на фиг. 20 [34]. Латунная проволока при В. нуждается в довольно частых отжигках и за один проход допускает обжатие не более 10—15% (по диаметру). Так же, как и проволоки других металлов, латунная проволока при В. теряет свою вязкость



1



2



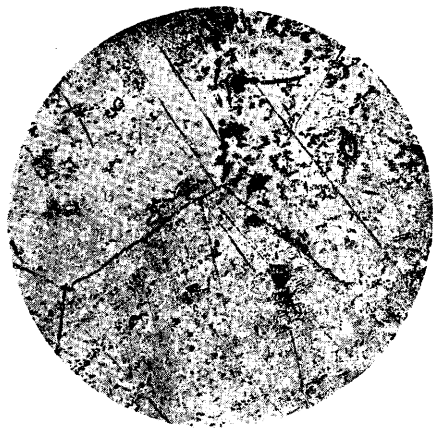
3



4



5



6

1. Структура отожженной стальной проволоки. 2. Та же проволока после нескольких протяжек. 3. Структура канатной проволоки с содержанием 0,44% С после патентирования и четырех протяжек. 4. Структура медной проволоки твердотянутой. 5. Структура медной проволоки, отожженной при 600°. 6. Структура медной проволоки, отожженной при 850°.

за счет увеличения твердости. Уменьшение в сплаве %-ного содержания меди ведет к уменьшению удлинения. Получение латунной проволоки выдавливанием прессом Дика повышает временное сопротивление на разрыв (табл. 7).

Табл. 7.—Временное сопротивление на разрыв латунной проволоки [23].

Содерж. Cu в %	Удли- н. в %	Врем. сопротивление на разрыв в кг/мм ²	
		получ. прокатной	получ. прессованием
60	49	34,4	37,2
58	41	40,5	42,5
55	32	47,9	52,3

Сплавы никеля с медью и цинком или только с медью также употребляются для вытяжки проволоки. Проволоки из этих сплавов трудно окисляются, имеют красивую серебристую поверхность и повышенное электрич. сопротивление. Процентное содержание составляющих металлов колеблется в зависимости от назначения проволоки. Сплавы, называемые никелинами (15—30% Ni, 65—55% Cu, 20—15% Zn), горячей обработке не поддаются из-за присутствия цинка. Изготовление проволоки ведется разрезыванием предварительно раскатанных кругов на ленты, обрабатываемые далее подобно лентам из латуны.

Lum...*) «Draht-Welt», Halle a/S., 1925, 44; *) S o l i m a n G., Principes généraux de l'étrirage et du tréfilage, p. 140, Paris, 1924; *) A l t p e t e r H., Die Herstellung d. Flusseisen- und Stahldrähte, p. 3—6, Halle a/S., 1926; *) P a p i e r R., Essai sur le tréfilage, P., 1921; *) H ü t t e, Taschenbuch für Eisenhüttenleute, p. 831, 3 Aufl., B., 1923; *) Draht-Weltbuch, p. 22, Halle a/S., 1924; *) V e l h a b e r L., Das Beizen, «Anzeiger f. d. Drahtindustrie», B., 1925, 46; *) Draht-Weltbuch, p. 28, Halle a/S., 1924; *) P a p i e r R., Essai sur le tréfilage, p. 24, Paris, 1921; *) «Draht-Welt», Halle a/S., 1927, 14, p. 341; *) П о п о в А. Г., Технич. нормирование, стр. 332, М.—Л., 1926; *) A d a m A. T., Wire Drawing and the Cold Working of Steel, p. 48, L., 1925; *) Westfal, «Draht-Welt», Halle a/S., 1925, 41; *) Draht-Weltbuch, p. 205, Halle a/S., 1924; *) S u v e r k r o p E. A., Zeitschrift für praktischen Maschinenbau, Berlin, 1911, p. 713; *) P a p i e r R., Essai sur le tréfilage, p. 47—48, Paris, 1921; *) B e c k e r R., Ueber die mechanische Vorgänge im Ziehkanal beim Ziehen v. Drähten, «Ztschr. f. techn. Physik», Lpz., 1925, p. 298; *) A l t p e t e r H., Die Herstellung d. Flusseisen- u. Stahldrähte, p. 39—40, Halle a/S., 1926; *) Л у р ь е Г. Б., Расход энергии на волочение проволоки, «Вестник инж.», М., 1928, 1; *) A l t p e t e r H., Ueber Einflüsse d. Drahtziehens auf d. Eigenschaften von Flusseisendrähnen, Handbuch f. d. Drahtindustrie u. deren Nebenzweige, B., 1925; *) В а б о ш и н А. Л., Термическая обработка обычных и спец. сортов стали, стр. 341, М., 1926; *) M a r s G., Die Spezialstähle, p. 188, Stuttgart, 1922; *) P a p i e r R., Essai sur le tréfilage, p. 66, Paris, 1921; *) P a p i e r R., Essai sur le tréfilage, p. 75, P., 1921; *) A l t p e t e r H., Die Herstellung d. Flusseisen- u. Stahldrähte, p. 146—147, Halle a/S., 1926; *) K ö s t e r F., Wärmebehandlungen bei d. Stahldrähtfabrikation, Handbuch f. d. Drahtindustrie u. deren Nebenzweige, B., 1925; *) P o m p a A., Aus Theorie u. Praxis d. Stahldräht-Herstellung, «Stahl u. Eisen», Düsseldorf, 1925, H. XXI; *) A d a m A. T., Wire Drawing and the Cold Working of Steel, p. 69, 90, L., 1925; *) P ü n g e l W., Die Abhängigkeit d. mechanischen Eigenschaften gezogenen Stahldrähtes v. d. Naturhärte u. d. Reckbehandlung durch d. Ziehen, «Stahl u. Eisen», Düsseldorf, 1927, 5, p. 172; *) A l t p e t e r H., Die Herstellung d. Flusseisen- und Stahldrähte, p. 113, Halle a/S., 1926; *) P o m p a A., «Stahl u. Eisen», Düsseldorf, 1925, 29, p. 1249; *) Draht-Weltbuch, p. 177, Halle a/S., 1924; *) Handbuch f. d. Drahtindustrie, p. 78, Berlin, 1926; *) Каталог фирмы A. Schmitz, Düsseldorf, p. 34; *) Handbuch f. d. Drahtindustrie, p. 102, B., 1926. Г. Лурье.

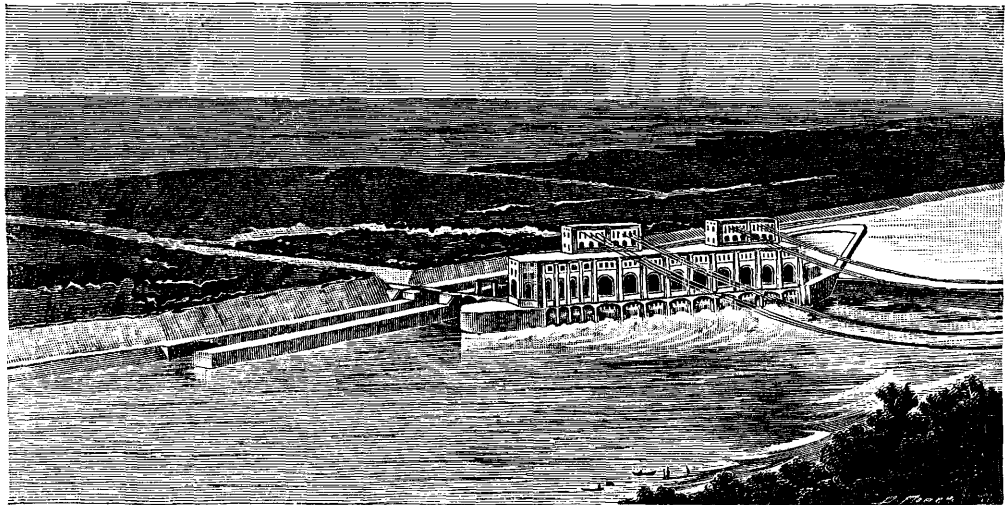
ВОЛОЧИЛЬНЫЕ ДОСКИ, см. *Волочение*.
ВОЛХОВСКАЯ ГИДРОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ (В о л х о в с т р о й), силовая установка, выстроенная за период времени с 1918 по 1927 год на реке Волхове с целью снабжения Ленинграда электрической энергией и улучшения судоходных условий порожистого участка реки. На станции установлено 8 турбин, каждая мощностью в 11 500 НР при расходе воды в 100 м³/сек и напоре нетто в 10,5 м, что дает общую мощность на валу всех 8 турбин 92 000 НР. Получаемая на станции электрическая энергия передается в Ленинград по линии высокого напряжения 120 000—150 000 V, длиной в 130 км. Несмотря на то, что бассейны озера Ильмень, откуда вытекает Волхов, в 5 раз больше бассейна Волхова (55 600 и 11 600 км²), естественного регулирования стока Волхова не происходит в виду малых глубин Ильменя и низких его берегов, что вызывает быстрый слив воды из притоков. Этим объясняется большая амплитуда колебаний расходов реки Волхова—от 44 м³/сек (в 1921 г.) до 2 438 м³/сек (в 1920 г.). Средний минимальный расход реки равен 267 м³/сек, а средний максимальный—1320 м³/сек. Из всего протяжения Волхова мог быть использован лишь участок от г. Волхова до д. Дубовики, длиной 10 км, захватывающий т. н. Петропавловские пороги, имеющие падение до 9 м. Расположение сооружений установки предудказано сверху (по течению) границей порогов, а снизу наличием моста Северных ж. д. через реку. В соответствии с этим сооружения расположены у села Октябрьского, в 1/2 км выше моста. В виду слабого уклона реки Волхова в верхних его участках создание значительного подпора в установке вызвало бы затопление низких берегов Ильменя. Пришлось ограничить подпор 11 м. При этом в низкую воду подпор распространится почти до Новгорода. Для проектирования плотины принят максимальный расчетный расход в 2 500 м³/сек; прохождение такого расхода вызывает повышение подпорного горизонта воды лишь на 2,13 м. Техническая часть установки (фиг. 1—первоначальный проект и фиг. 2*—окончательный вид) заключается в следующем. Водосливная глухая плотина создает в реке подпор величиной 11 м. Вблизи правого берега, под тупым углом к плотине, располагается здание силовой станции с турбинами, генераторами и трансформаторами. Такое расположение здания станции вызвано стремлением не уменьшать ширины водослива, облегчающей условия прохода воды и льда. Специальная ледозащитная стенка, направление которой, благодаря излучине реки, почти совпадает с общим направлением течения, ограждает станцию от ледохода. У правого берега, прорезая выпуклость его, расположен судоходный шлюз (фиг. 3) *, имеющий своим назначением пропускать суда; подход к шлюзу как с нижнего, так и с верхнего бефа устроен в виде канала. Пропуск высоких вод осуществляется через глухую водосливную плотину, а также через водоспуск, расположенный между нижн. головой

* Вкладна на отдельном листе.

шлюза и северным концом станции. Когда водослива плотины и работающих турбин станции недостаточно для пропуска высоких вод, вступает в работу водоспуск. При длине b гребня водослива 210 м и толщине h переливающегося слоя воды 2,13 м, получаем расход через плотину $2bh^{3/2} = 2 \cdot 210 \cdot 2,13^{3/2} = \sim 1300 \text{ м}^3/\text{сек}$; 8 турбин, поглощающих каждая $100 \text{ м}^3/\text{сек}$, пропускают $800 \text{ м}^3/\text{сек}$, и при паводке в $2500 \text{ м}^3/\text{сек}$ на долю водоспуска приходится $400 \text{ м}^3/\text{сек}$; в тех случаях, когда работает только часть турбин, расход воды, подлежащей пропуску через водоспуск, увеличивается. Между южным концом силовой станции и плотиной помещается рыбоход—для удовлетворения потребности рыбы в переходах из Ладожского озера в верховья Волхова.

зываемых колебаниями t° наружного воздуха и постепенным охлаждением раствора, выделяющего много тепла при схватывании и твердении, с повышением при этом t° на 22° . Левобережный участок, построенный за перемычками, имеет швы соединения через 15 м; остальной участок, выстроенный кессонным способом, имеет швы соединения через 7 и 7,5 м, соответственно с размерами кессонных и междукессонных участков. Швы соединения снабжены противифльтрационным устройством в виде гибкой металлической диафрагмы и эластичной грунтовой пробки.

Бетон тела плотины имеет состав 1 : 5 (1 ч. цемента на 5 ч. смеси песка со щебнем); однако для увеличения водонепроницаемости плотины с верховой грани и прочности



Фиг. 1. Волховская гидроэлектрическая станция. (Первоначальный проект.)

Плотина Волховской установки (фиг. 4, размеры в м) имеет высоту над грунтом 17,65 м в месте расположения зуба. Тело плотины—сплошной бетонный массив, облицованный гранитом в хвостовой части; эта часть имеет очертание, способствующее устранению обратного удара плавающих тел о сооружение, обеспечивая отгон переливающейся струи за пределы водоворота. Дно реки ниже плотины, в целях предохранения его от размыва, покрыто бетоном толщиной 0,9 м на протяжении 17 м, причем первые 7 м покрыты гранитной облицовкой, т. е. скорость воды в этом месте достигает $15 \text{ м}/\text{сек}$. С верховой стороны плотина имеет внизу зуб (шпору), играющий роль противифльтрационного устройства, а сверху гребень срезан под наклонную плоскость в целях облегчения прохода льда. В теле плотины устроена смотровая галерея размером $2 \times 5 \text{ м}$, дающая возможность вести наблюдения за фильтрацией через сооружение, а также позволяющая иметь сообщение между берегами. По длине своей тело плотины разделено на отдельные массивы различной длины, разграниченные швами соединения. Благодаря этому устраняется появление трещин, вы-

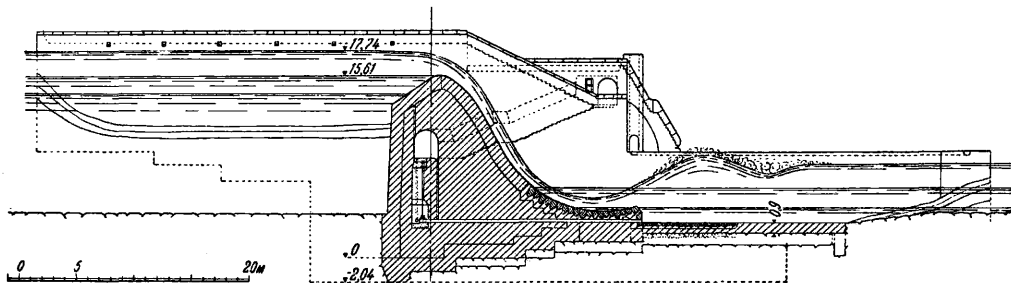
бетона на водосливной грани эти грани на толщину 1 м покрыты слоем бетона состава 1 : 4. В целях дальнейшего повышения водонепроницаемости плотины, с напорной стороны применена штукатурка в виде слоя *торкрета* (см.) толщиной 5 см. Считаясь с тем, что абсолютной водонепроницаемости добиться невозможно, устроен дренаж в виде ряда вертикальных трубок верхней грани смотровой галереи, внизу соединенных трубой диаметром 10 см. Собираемая трубой просочившаяся вода отводится в нижний бьеф по коллектору.

Плотина врезается в левый берег короткой шпорой; с др. конца плотина ограничивается островком силовой станции, где расположен рыбоход, стенка которого является щековой стенкой плотины. По концам плотины, с верховой и низовой сторон, устроены стенки—направляющие для высокой воды и льда, идущих через гребень плотины. Эти стенки на 0,5 м выше, чем самый высокий возможный горизонт воды. В нижнем бьефе стенки спускаются уступами. Общая кубатура кладки плотины 51700 м^3 .

Ледозащитная стенка представляет собой мост многоарочной конструкции, длиной 257 м. Расстояние между осями бычков

14 м, толщина бычка 3 м. Вода поступает из реки к зданию станции через арочные пролеты ледозащитной стенки. Чтобы через пролеты не проходили плавающие тела, шельга арки опущена на 1 м ниже самого низкого горизонта воды верхнего бьефа. Высота ледозащитной стенки около 17 м, при объеме кладки сооружения в 11 300 м³.

10,53 м, верхний — 3,84 м. Верхний щит каждого пролета может быть опущен отдельно от нижнего, что позволяет сбрасывать накопившийся лед с малыми потерями воды. Оба щита подвешены на цепях Галля и приводятся в движение от электромотора мощностью в 50 НР со скоростью подъема 0,5 м/мин. Нижн. щит весит 65 т и снабжен



Фиг. 4.

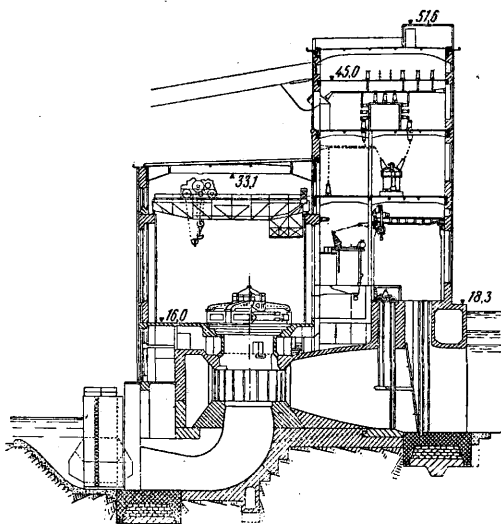
Водоспуск разделен на два пролета, по 9 м шириной каждый, при толщине разделяющего бычка в 4 м. Флютбет водоспуска длиной в 62,55 м имеет толщину 2 м; впереди затвора имеется зуб, глубиной 3,6 м, утолщающий т. о. флютбет в этом месте до 5,6 м. Порог флюتبета перед щитами приподнят, а за щитами опущен, что сделано для улучшения условий прохода через водоспуск воды, движущейся со скоростью, доходящей до 16 м/сек. Несмотря на то, что основанием всех сооружений Волховской установки служит плитняковая скала известняковой породы, весной 1926 года, при проходе через водоспуск 1 000 м³/сек воды, обнаружился сильный размыв ложа реки ниже флюتبета глубиной ок. 2 м, после чего поврежденная часть ложа реки была обделана

8 катками, которыми он опирается на направляющие; верхний весит 11 т и имеет 4 катка. На случай ремонта щитов предусмотрено шандорное ограждение, состоящее из одного комплекта в 12 металлич. клепаных балок. Маневрирование шандоры производится при помощи передвижных гидравлич. подъемников, устанавливаемых по обе стороны ограждаемого пролета. Шандоры перемещаются в плане при помощи мостового электрич. крана грузоподъемностью в 10 т. Максимальная пропускная способность водоспуска 1500 м³/сек.

Здание силовой станции (фиг. 5—поперечный разрез, размеры в м) расположено непосредственно у плотины. Подводная часть станции представляет собою бетонный массив длиной 142 м, прорезанный спиральными камерами, служащими для подвода воды, и всасывающими трубами турбин. Вход в спиральные камеры снабжен забралом, углубленным ниже самого низкого горизонта подпорных вод, в целях недопущения к турбинам льда и других плавающих тел. Непосредственно за забралом расположены щиты, закрывающие вход в спиральные камеры, и сороудержательные решетки, преграждающие доступ к турбинам отдельным плавающим телам, прошедшим под забралом. Вход в камеру разделен двумя бычками на три пролета, по 3,83 м в свету, толщина такого бычка—1 м. Толщина бычков, отделяющих вход в одну турбину от входа в другую, равна 2 м. Каждой турбине, имеющей свою специальную камеру, отвечает свой комплект щитовых затворов в количестве трех штук. На случай ремонта щитов предусмотрены шандорные пазы, закрываемые шандорами.

В надводной части здания размещены: машинный зал, распределительное устройство и прочее электротехническое оборудование. Размер машинного зала 140,5 × 17 × 17 м.

Установленная мощность В. г. с. рассчитана на утилизируемый расход воды в 800 м³/сек при напоре 10,5 м, количестве оборотов $n=75$ об/м., коэфф-те быстроходности $n_s=425$ и при кпд $\eta_{max}=0,86$; это соответствует 92 000 НР на валу всех 8 турбин, или

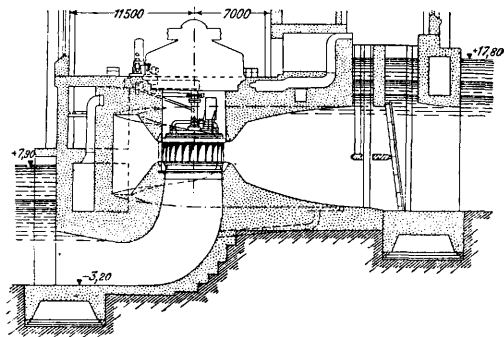


Фиг. 5.

бетонной ступенчатой подушкой. В пределах водобоя флютбет облицован гранитом.

Оба пролета водоспуска закрываются металлич. щитовыми затворами, расположенными в два яруса; нижний щит высотой

11 500 НР на каждую из 8 турбин. Однако такой расход в реке наблюдается лишь в течение небольшой части года. Турбины (фиг. 6, размеры в м)—одноколесные вертикальные, в спиральной железобетонной камере. Диаметр рабочего колеса (фиг. 7) 5 030 мм, вес 39 т. Лопатки колеса, имеющие весьма слабый изгиб, сделаны из литовой стали и залиты в чугунную втулку и в обод. Зазор между рабочим колесом



Фиг. 6.

и направляющим аппаратом сделан очень большим, что находится в соответствии с новейшими конструкциями быстроходных турбин. Турбина снабжена автоматическим регулятором, приводимым в движение ременной передачей непосредственно от турбинного вала. Помимо автоматического регулирования имеется и ручное приспособление, дающее возможность остановить или пустить в ход турбину. Кроме 8 главн. турбин в том же здании установлены 2 вспомогательные турбины мощностью каждая по 1 400 НР, также с вертикальным валом, но с числом оборотов 150. Одна из этих последних турбин обслуживает местные нужды: освещение, моторы (в частности возбуждители больших генераторов). Все турбины изготовлены в Швеции: большие—з-дом Verkstadен, малые—з-дами Nidqvist & Holm в Трельгетене.

Восемь больших генераторов, мощностью 7 000 kW каждый, изготовлены частью (4) шведскими (ASEA), частью (4) нашими ленинградскими заводами. Малые генераторы имеют мощность по 1 000 kW; при этом напряжение главных генераторов взято в 11 000 В, а малых—2 200 В. Размеры генераторов даны в следующей таблице:

Размеры генераторов Волховской гидроэлектрической станции (в мм).

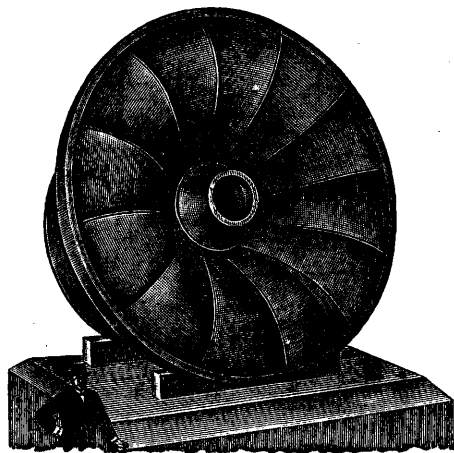
Детали генератора	Большие		Малые
	русские	шведские	
Внешний диам. фундам. кольца	9 900	9 450	4 200
Диам. ротора по ободу	7 500	6 480	3 080
Высота генератора над полом	4 350	4 300	2 985
Длина вала	6 430	6 230	3 305

Ток трехфазный, 50 пер/сек. Во время работы большие генераторы развивают весь

ма значительное количество тепла. С целью охлаждения их предусмотрено специальное вентиляционное устройство. Холодный воздух засасывается электрич. вентиляторами, производительностью до 20 м³/сек. Каждые 4 генератора имеют 5 вентиляторов, из которых один запасный. Каждый большой генератор имеет специальный мотор-генератор, состоящий из мотора трехфазного тока в 150 НР напряжением 2 200 В и соединенной с ним на одном валу динамо постоянного тока мощностью 100 kW и напряжением 240 В. Ток от динамо питает обмотку возбуждения большого генератора. В случае порчи обеих малых турбин мотор-генераторы могут быть пущены в ход от ленинградских станций по линии электропередачи, через соответствующие трансформаторы. В крайнем случае можно рассчитывать на возбуждение от аккумуляторной батареи, помещающейся при силовой станции. Для преобразования энергии генераторов напряжением в 11 000 В в энергию напряжением в 120 000 В служат главные трансформаторы однофазного типа, расположенные в двух группах, по три трансформатора в каждой. Общий вес одного трансформатора 42 т. Линия передачи длиной 130 км несет ток напряжением в 120 000 В, падающим к Ленинграду до 105 000 В.

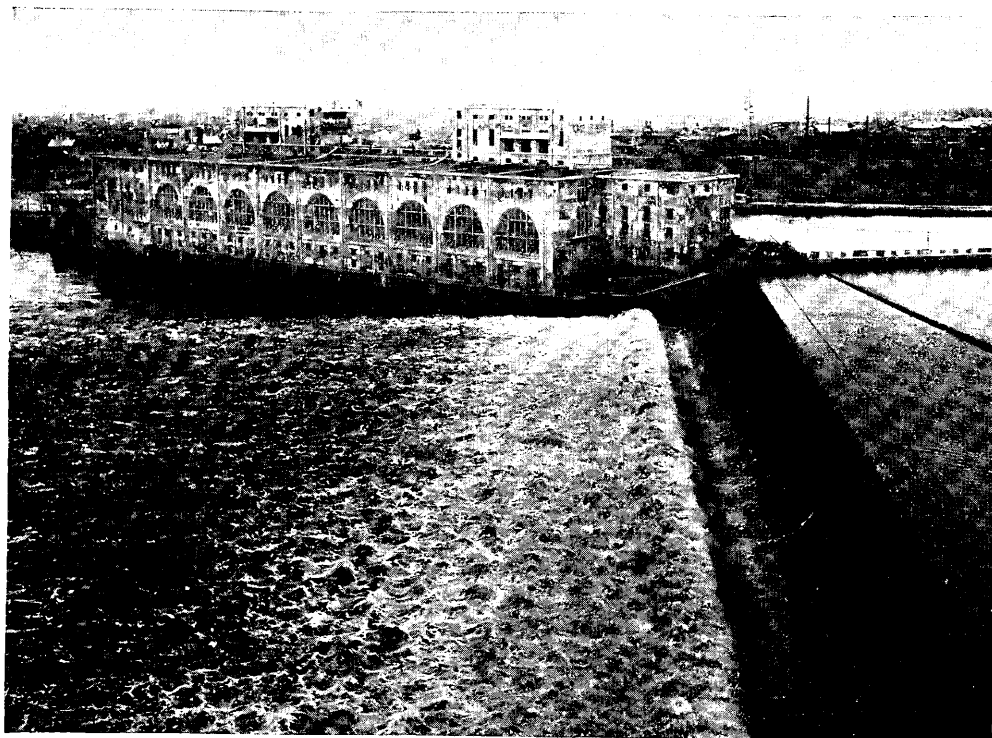
По данным Волховстрой, станция может дать в средний гидрологический год до 225 000 000 kWh, что позволяет Ленинграду сэкономить до 270 000 т угля в средний год.

Судоходное устройство состоит из однокамерного шлюза со стенкой падения (фиг. 6), расположенного в верхнем бьефе. Полезная длина камеры шлюза равна 149 м, а ширина 17,04 м, что совершенно достаточно, чтобы пропустить типовую волжскую баржу с буксиром. Местных судов (маринок) может по длине шлюза стать два, одно за другим. Минимальная глубина на короле

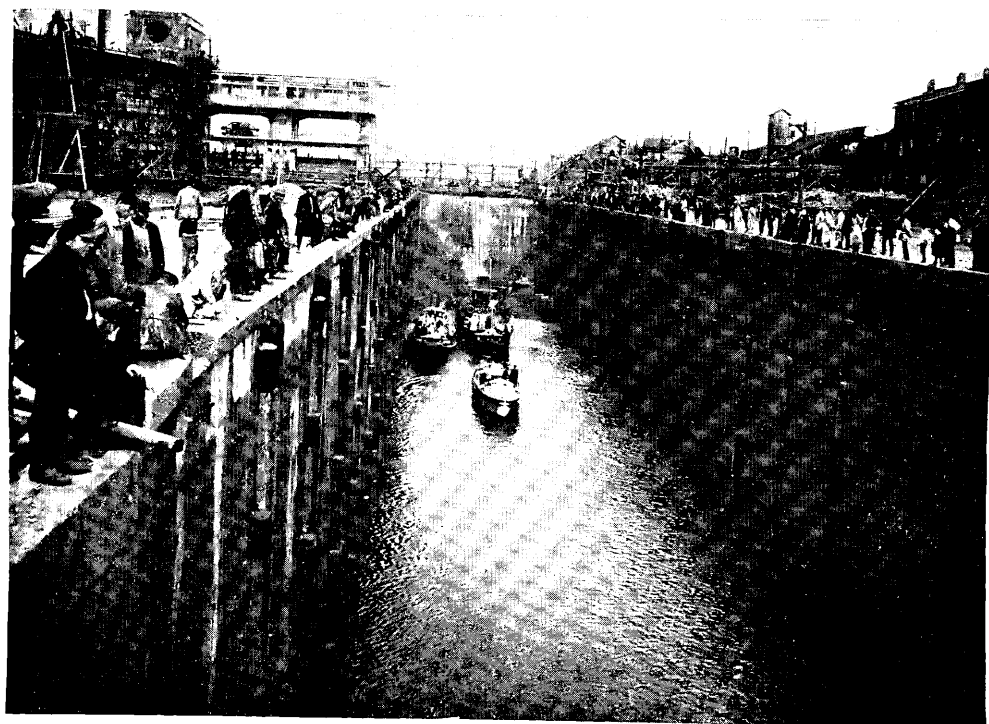


Фиг. 7.

шлюза равна 2,38 м, что обеспечивает запас в 0,60 м под днищем судна. Т. о. волховский шлюз вдвое короче новых шекнинских шлюзов, законченных в 1923 г., но он имеет максимальный напор из всех осуществленных судоходных шлюзов СССР. Судоходное зна-



Вид на водосливную плотину и здание станции.



Перспектива судоходного шлюза.

чение шлюзования реки в данное время незначительно. Однако в будущем экономические последствия шлюзования реки окажутся весьма благоприятными для всего края.

Затраты по устройству В. г. с. исчисляются в 97 500 000 руб., не считая % на капитал за время постройки; при этом не учтены оставшиеся от работы имущество, равно как и размеры затрат, лежащих исключительно на улучшение судоходных условий реки.

Лит.: «Как строится Волховская гидроэлектростанция», Бюллетень 1—3, Л., 1924—25 (в дальнейшем, с 4 1925 — до 11 1927, под назв. «Бюллетень Волховской гидроэлектростанции»). Анисимов.

ВОЛЧОК, в широком смысле слова—твердое тело произвольной формы, которое может вращаться около точки опоры с любой скоростью (точка опоры м. б. в состоянии покоя или прямолинейного и равномерного движения). Волчок, в узком смысле слова, или жирокопом, называется твердое тело, вращающееся с большой угловой скоростью вокруг некоторой оси, изменяющей в общем свое положение как в пространстве, так и в самом теле. Обычно жирокоп представляет собою однородное тело вращения, ц. т. которого находится на геометрич. оси; чаще всего он имеет вид плоского диска с утолщенными краями, ось вращения к-рого нормальна к его плоскости. Из всех внешних сил, действующих на волчок, самой существенной является сила тяжести. Если на В. кроме силы тяжести никакие другие силы не действуют, то он называется свободным или тяжелым, в зависимости от того, совпадает ли точка опоры с ц. т. или нет. Если же на В. действуют еще и другие внешние силы, то могут представиться двоякого рода проблемы: или при данных действующих силах требуется определить характер движения В. или при данном вынужденном движении В. определить действие его на связи. Поэтому главным вопросом в теории В. является установление соотношений между внешними силами, действующими на В., изменением положения его оси в пространстве и в теле и развивающимися при этом силами инерции.

В основе теории волчка лежат следующие теоремы динамики. Пусть r_i —радиус-вектор точки приложения силы F_i , имеющий начало в ц. т. тела, v_i —скорость движения точки, $M = \sum_{i=1}^{i=n} [r_i, F_i]$ — равнодействующий

момент всех сил относительно ц. т. и $\bar{\theta}$ —момент количества движения тела относительно той же точки (см. *Момент количества движения*). Тогда имеем:

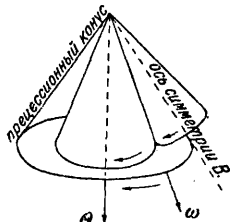
$$\frac{d\bar{\theta}}{dt} = M, \quad (1)$$

т. е. производная по времени от вектора равнодействующего момента количества движения тела равняется по величине и направлению вектору равнодействующего момента всех сил, действующих на тело.

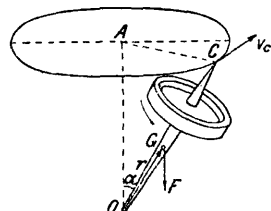
Пусть далее T —кинетич. энергия движения тела, ω —вектор мгновенной угловой скорости вращения тела. Тогда:

$$T = \frac{1}{2}(\bar{\theta} \omega), \quad (2)$$

т. е. кинетич. энергия движения тела равняется в каждый момент половине скалярного произведения (см. *Векторное исчисление*) вектора момента количества движения тела на вектор мгновенной угловой скорости. В частности, если $M = 0$ (что имеет место, напр., у свободного волчка), то из (1) видно, что $\bar{\theta} = \text{Const}$, т. е. что в этом случае момент количества движения тела не меняет ни своей величины ни своего направления в пространстве. Если кинетическая энергия T остается постоянной, например у свободного В., то проекция $\bar{\theta}$ на направление $\bar{\theta}$ постоянна. При помощи т. н. эллипсоида Пуансо (Poincot) представляется возможным по данному вектору $\bar{\theta}$ определить вектор ω и наоборот. При движении В. следует различать: мгновенную ось вращения, ось, по к-рой направлен в данный момент вектор $\bar{\theta}$, и ось симметрии В. (если В. симметричный). В частности, движение свободн. симметричного В. состоит из равномерного вращательного движения тела вокруг оси симметрии,



Фиг. 1.



Фиг. 2.

описывающей с некоторою постоянною скоростью круглую конич. поверхность вокруг оси постоянного направления, совпадающей с направлением вектора $\bar{\theta}$, при чем оба вращательные движения совершаются в одну и ту же сторону. Движение оси симметрии В. называется прецессией. Можно это сложное движение тела представить как качение без трения одного подвижного круглого конуса по другому круглому же, но неподвижному конусу, при чем общая образующая дает направление мгновенной оси вращения тела в данный момент, ось неподвижного конуса совпадает с направлением $\bar{\theta}$, а ось подвижного конуса—с осью симметрии волчка (фиг. 1).

Прецессион. движение объясняется следующим обр.: если В. вращается с большою угловой скоростью вокруг оси симметрии, то вектор момента количества движения $\bar{\theta}$ совпадает с направлением этой оси. Пусть O —неподвижная точка опоры; G —центр тяжести В.; $r = OG$ —радиус-вектор точки G , F —вес В. (фиг. 2); при отсутствии вращательного движения волчок под действием опрокидывающего момента силы тяжести, равно $[r, F] = M$ и перпендикулярного к плоскости OCA , опрокинулся бы. Но при быстром вращательном движении вектор $\bar{\theta}$, совпадая с осью В., перпендикулярен к M , так что $(\bar{\theta} M) = 0$, следовательно, имеем, принимая во внимание закон (1):

$$2(\bar{\theta} M) = 2\left(\bar{\theta} \frac{d\bar{\theta}}{dt}\right) = \frac{d(\bar{\theta}^2)}{dt} = 0; \quad \bar{\theta} = \text{Const}.$$

Пусть далее $OC = \bar{\theta}$, $\bar{\theta}_1$ — соответствующий единичный вектор и v_c — скорость точки C . Тогда имеем:

$$v_c = \frac{d\bar{\theta}}{dt} = \frac{d(\theta \cdot \bar{\theta}_1)}{dt} = \theta \cdot \frac{d\bar{\theta}_1}{dt} + \bar{\theta}_1 \cdot \frac{d\theta}{dt} = \theta \cdot \frac{d\bar{\theta}_1}{dt},$$

т. е. направление v_c совпадает с направлением вектора $\frac{d\bar{\theta}_1}{dt}$, который перпендикулярен вектору $\bar{\theta}$. Отсюда следует, что вектор v_c постоянен по абсолютной величине и перпендикулярен к плоскости OAC , т. е. точка C равномерно вращается вокруг точки A , а ось OC вокруг оси OA . Угловая скорость этого вращательного движения $\bar{\Omega}$ называется скоростью прецессии. Она определяется следующим образом:

$$\text{так как } v_c = [\bar{\Omega} OC] = [\bar{\Omega} \bar{\theta}] = \frac{d\bar{\theta}_1}{dt} = \mathbf{M} = [rF],$$

$$\text{то } \bar{\Omega} \theta = rF, \text{ откуда } \bar{\Omega} = \frac{rF}{\theta}.$$

Т. о. получается поразительное на первый взгляд явление, что B . под влиянием силы тяжести не падает, а совершает вращение. В действительности вначале B . начинает падать, но вступает в силу закон (1), заставляющий конец вектора $\bar{\theta}$, а вместе с ним и ось B . перемещаться по направлению, параллельному моменту силы тяжести M , т. е. в горизонтальном направлении. Если прецессионный угол $\alpha = \angle AOC$ сохраняет одну и ту же величину, то прецессия называется точной. Точная прецессия бывает лишь при определенных начальных условиях движения. Обычно же описанное выше движение оси сопровождается небольшими периодич. изменениями прецессии угла; последние движения называются нутациями. Если какие-либо внешние силы стремятся повернуть ось B ., то появляются т. н. гироскопические силы, являющиеся результатом сопротивления этим изменениям со стороны развивающихся сил инерции B .

В технике B . встречается довольно часто. Во всех тех случаях, когда имеются быстро вращающиеся части, мы имеем дело в сущности с B .; таковы, например, электромоторы, водяные и паровые турбины и т. п. Волчок применяют для приведения неустойчивых систем в состояние устойчивого равновесия или для улучшения уже существующего равновесия, т. е. для стабилизации системы. Если B . составляет при этом существенную часть массы всей системы, то он называется непосредственным стабилизатором; если же волчок служит лишь для указания степени отклонения системы от определенного направления, то он называется посредственным стабилизатором. Самый простой способ непосредственной стабилизации тела заключается в быстром вращательном движении самого тела; часто, однако, представляется возможным стабилизировать тело посредством связанного с ним B . Стабилизаторы применяют также для уменьшения нежелательных колебаний тела. При посредственной стабилизации B . действует на стрелку указателя или на электрич. ток либо изменяет определенное давление. Волчки можно

подразделить на три вида: 1) аstaticкие B ., у которых точка опоры совпадает с ц. т. и ось занимает неизменное положение в звездном пространстве вследствие того, что B . непосредственному действию силы тяжести не подвергается; 2) компасные B ., у которых ось приведена в соответствие с горизонтальной плоскостью, и 3) маятниковые B ., у которых ось в покое направлена по вертикали.

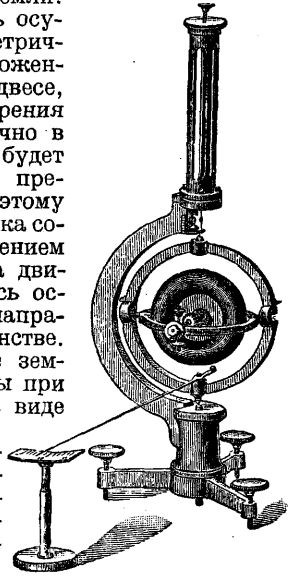
В 1852 г. Л. Фуко (L. Foucault) и почти одновременно с ним Персон (Person) пытались, пользуясь свойствами аstaticк. B ., доказать вращение земли.

Если предположить осуществимым симметричный волчок, расположенный в невесомом подвесе, движущийся без трения и опирающийся точно в ц. т., то такой B . будет описывать точную прецессию; если же к этому ось симметрии волчка совпадает с направлением момента количества движения $\bar{\theta}$, то эта ось остается неизменно направленной в пространстве. Суточное движение земли должно было бы при этом проявиться в виде некоторого вращения вышеупомянутой оси по отношению к наблюдателю. Трудности осуществления жирокопа Фуко заключаются, с одной стороны, в невозможности точного совпадения ц. т. с точкой опоры, так как малейшее несовпадение этих двух точек вызывает нутационное движение, искажающее результаты опыта, с другой стороны — в устранении сил трения.

Опыт Фуко вполне удался лишь впоследствии Ф. Жильберу (Ph. Gilbert) и А. Фёпплю (A. Förpl) при помощи изобретенных ими приборов.

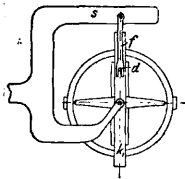
В жирокопе применяется так наз. карданов подвес (фиг. 3), в котором ось B . укреплена внутри кольца в направлении диаметра последнего; кольцо укреплено внутри другого кольца так, что оно может вращаться вокруг диаметра, перпендикулярного к первому диаметру; в свою очередь, последнее колесо укреплено в штативе так, что оно может вращаться вокруг оси, перпендикулярной к двум предшествующим осям вращения.

Идея жирокопа Фуко были положены Обри в основу прибора для регулирования движения мин (в 1898 г.). В задней части мины имеется жирокоп (фиг. 4), укрепленный посредством карданова подвеса и приводимый в момент выстрела в быстрое вращательное движение (до 10 000 об/м.). Ось жирокопа горизонтальна и, оставаясь постоянной, сохраняет направление выстрела. Внешнее кольцо подвеса k_1 снабжено штифтом d , находящимся внутри вилочки f . Как f , так и



Фиг. 3.

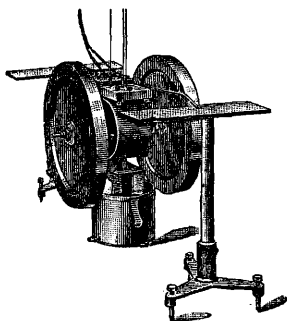
ось внешнего кольца вертикальны. Жироскоп и вилочка подвижно укреплены к ломаному рычагу *s*, соединенному с миной так, что всякое отклонение мины от направления оси волчка влечет за собою смещение рычага по отношению к оси внешнего кольца и смещение вилочки относительно рычага. Вилочка приводит при этом в движение особое рулевое приспособление, исправляющее отклонение движения в горизонтальном направлении.



Фиг. 4.

Если у астатич. В. с кардановым подвесом неподвижно укрепить внешнее кольцо со штативом, то полученный прибор, имеющий уже две степени свободы вместо прежних трех, м. б. употреблен, как это было указано Фуко, для определения меридиана и географической широты данного места. В этом случае ось В. не будет сохранять постоянного направления, но будет находиться все время в некоторой плоскости *S*, постоянного направления по отношению к земле в данной точке и вместе с нею принимающей участие в суточном движении. Во время движения В. ось его совершает в этой плоскости колебательные движения около некоторого положения равновесия, при чем полный период

колебания $t = 2\pi \sqrt{\frac{I}{R}}$, где *I* — экваториальный момент инерции волчка, а *R* — величина, определенным образом связанная с угловой скоростью вращения земли и с углами, определяющими направление земной оси как по отношению к плоскости *S*, так и по отношению к положению равновесия оси волчка. Определяя период колебания и отмечая положение равновесия оси, можно определить географич. положение места, не прибегая ни к каким астрономическим наблюдениям. Обычно плоскость колебания бывает вертикальной или горизонтальной. В первом случае получается возможность при некоторых дополнительных предположках непосредственно отсчитывать географическую широту места. Сюда относится барижирский прибор Жильбера, имеющий на оси волчка подвесок для компенсации вредного влияния

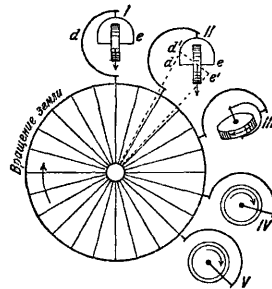


Фиг. 5.

неполной астатизации. Если же плоскость *S* горизонтальна, то получается возможность определения плоскости меридиана и угловой скорости вращения земли ω . А. Фёппль при помощи усовершенствованного им прибора определил ω с точностью до 2%, совпадающей с астрономическими наблюдениями. Прибор Фёппля (фиг. 5) состоит из двух тяжелых колец по 30 кг каждое, имеющих одну общую горизонтальную ось и приводимых в быстрое вращательное движение по-

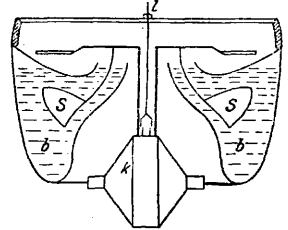
средством электрич. тока. Для избежания вредного влияния трения прибор подвешен посредством трех длинных нитей, которые в то же время являются и проводниками тока, и помещен в особую коробку.

Астатич. В. с двумя степенями свободы приобретает за последнее время известное значение в авиации. Деляпорт (Delaporte) безуспешно пытался осуществить как продольную, так и поперечную автоматическую устойчивость аэроплана при помощи двух В., приводивших в движение соответствующие рули (1911 г.). Ф. Дрекслер (F. Drexler) сконструировал прибор, дающий возможность определять степень отклонения аэроплана от положения равновесия, что особенно важно при ночных полетах или в тумане. Если, далее, осуществить В. с одною степенью свободы, закрепляя неподвижно второе кольцо, то ось В., несмотря на свою неподвижность, будет все же обладать стабилизацион. свойствами, так как при всяком изменении положения оси в подшипниках В. будут появляться жироскоп. силы, стремящиеся противодействовать происход. изменению. Все эти противодействия можно измерить гидравл. либо электр. способом и определить степень отклонения от первоначальн. положения.



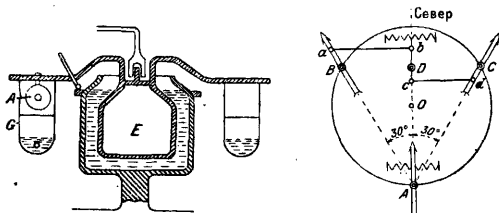
Фиг. 6.

Еще Фуко указал на возможность использования В. в качестве компаса. Способность В. принимать положение, при котором ось его имеет направление на север, объясняется действием на В. силы тяжести и вращения земли. Из фиг. 6 видно, что при перемещении В. из положения *I* во *II* ось его под влиянием силы тяжести должна будет остаться горизонтальной, т. е. принять положение *d'e'*, не параллельное первоначальному положению *de*. Это изменение положения оси вызывает вращение волчка вокруг его вертикальной оси, которое будет совершаться до тех пор, пока горизонтальная ось В. не расположится в плоскости меридиана. Одноволчковый компас (фиг. 7) Аншютц-Кемпфе (Anschütz-Kämpfe) состоит из В., приводимого в движение электрическим током (20 000 об/м.) и помещенного в коробку *k*. Последняя укреплена к поплавку *s*, снабженному ветровой розеткой и погруженному в ртуть, которая наполняет полость *b*. Прибор покоится в кардановом подвесе. Ток подводится через штифт *l*, который служит также для центрирования системы. В установленном положении ось волчка лежит в плоскости меридиана и отклонена от горизонта на некоторый угол,



Фиг. 7.

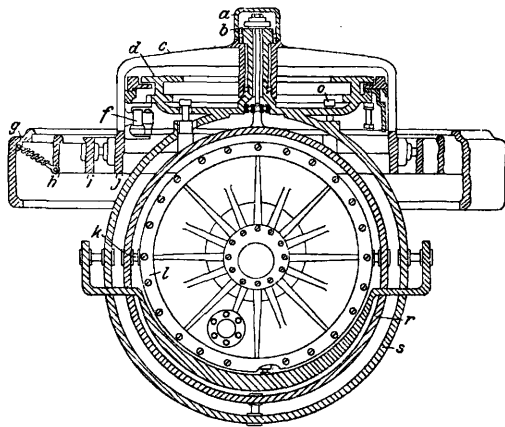
зависящий от географич. широты места. Так как время колебания до достижения положения равновесия очень значительно, доходя до 2 ч., то компас снабжен еще приспособлением для амортизации этих колебаний. Если В. находится на движущейся системе (на корабле), то при изменении скорости



Фиг. 8 и 9.

последней ось волчка выйдет из положения равновесия, придя в колебательное движение. Однако, если свободные колебания оси синхронны с маятником, маятником длиной, равной длине земного радиуса, то ось будет принимать новое положение равновесия без колебаний. Период колебания такого маятника, равный 84 мин., применяется в последних конструкциях.

Вращение судна вокруг вертикальной оси изменяет меридианное положение оси волчка. Для предупреждения этого отклонения увеличивают момент инерции В. до требуемых размеров посредством введения в систему добавоч. В. Схема конструкции трехволчкового компаса системы Аншютца представлена на фиг. 8 и 9. Три В.: А, В, С расположены в вершинах равностороннего треугольника (фиг. 9). Главный волчок А имеет направление оси по меридиану и расположен на ветровой розетке с юга. Положение оси главного волчка по отношению к розетке фиксируется двумя спиральными пружинами. Оси дополнительных В. В и С расположены в направлении на С.-З. и С.-В. и составляют



Фиг. 10.

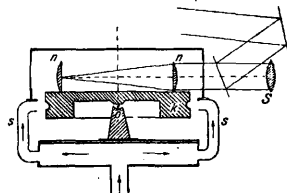
угол в 30° с осью главного В. Тяги *ab* и *cd* соединяют оси дополнительных В. с угловым рычагом *D*, к-рый двумя спиральными пружинами удерживается в среднем положении. Розетка с расположенными В. соеди-

нена с поплавком *E*. Волчки помещены в кожухах *G*, нижняя часть которых наполняется маслом для смазки В.

На фиг. 10 изображен компас Сперри (Sperry, С. Ш. А.). В кожухе *l* помещен волчок, вращающийся со скоростью 8 600 об/м. Кожух шипами *k* шарнирно соединен с вертикальным кольцом *r*, подвешенным на металл. нити. Второе кольцо *s*, названное изобретателем «фантом», охватывает кольцо *r* и оканчивается наверху трубкой *b*; трубка *b* имеет опору на лапах *c*, составляющих одно целое с горизонтальным кольцом *j*. Кольца *j*, *i*, *h* осуществляют карданное соединение. Вся система подвешена на пружинах *h* к раме *g*. Кольцо *s* имеет розетку *d*, которая т. о. не соединена непосредственно с кожухом *l*. При повороте кожуха *l* и кольца *r* вокруг вертикальной оси включается мотор *f*, который вращает розетку *d* и фантом *s* до совпадения плоскости фантома с плоскостью кольца *r*. В то же время розетка *d* вращает специальный генератор, током к-рого приводятся в движение розетки вспомогательных компасов, расположенных в местах управления судном.

К маятниковым В. следует отнести те В., у к-рых центр тяжести не совпадает с точкой опоры и лежит на

оси волчка. Они применяются для определения горизонтальной плоскости или вертикального направления на подвижных системах (судах и т. п.). Еще в середине 18 века делались попытки применения волчка для этой цели на судах; но все они оказались безуспешными главн. образом вследствие отсутствия постоянной силы, приводящей волчок в движение.

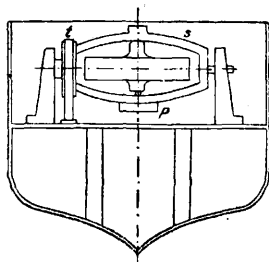


Фиг. 11.

Вполне пригодным, однако, для этой цели является прибор Флерие (G. Fleuriat) для определения и собственного горизонта. Прибор в основном состоит (фиг. 11) из В. *k* весом 175 г, опирающегося посредством штифта на шпенок *o*, при чем т. о. отстоит от точки опоры на 1 мм. В. приводится в движение, как турбина, сжатым воздухом, поступающим из сопел *s* на лопатки, укрепленные на теле В. Период прецессионного движения В. равняется при этом 2 минутам. На корпусе В. укреплены два плосковыпуклых стекла *n*, фокусные расстояния к-рых равняются их взаимному расстоянию. На плоских сторонах линз нанесены две черты, пересекающие оси линз и перпендикулярные к оси В. Наблюдая за положением их во время движения В. через трубу *S* секстанга, определяют положение горизонта. Дальнейшие усовершенствования в этом приборе введены Аншютцем, Ф. Дрекслером и Е. Сперри, сконструировавшими особые волчковые приборы для определения горизонта при полетах. Этот же тип волчка пытались применить для достижения автоматической стабилизации аэропланов при полете, но эти попытки не дали в полной мере желаемых результатов.

Самым простым способом непосредственной стабилизации служит приведение в быстрое вращательное движение самого стабилизируемого тела. Примером такого непосредственного В. служит орудийный снаряд, обладающий при выходе из дула наряду с поступательным также и быстрым вращательным движением. К непосредственным стабилизаторам относятся стабилизаторы для однорельсовой ж. д., у к-рой ц. т. вагона находится выше, чем точка опоры колеса на рельсе. В 1909 г. были почти одновременно сконструированы Бренаном (L. Brennan), Шерлем (A. Scherl) и Ф. Шиловским три системы такой ж. д. Если стабилизация при помощи В. при прямолинейном и равномерном движении вагона и достигалась, то при криволинейном и неравномерном движении потребовались дополнительные приспособления для амортизации тех затухающих колебаний вагона, которые возникают при изменении характера его движения.

В предыдущих случаях свойствами волчка пользовались для стабилизации неустойчивых самих по себе систем, но можно использовать эти же свойства для улучшения уже существующей устойчивости. Этот принцип



Фиг. 12.

и лежит в основе корабельн. волчка Шлика (O. Schlick) (фиг. 12), который применяется для уменьшения боковой, наиболее существенной, качки судна. В. с вертикальн. осью, весящий 500 кг и диаметром в 1 м, приводится в движение, как паровая турбина. Волчок помещен внутри рамы s , вращающейся вокруг оси, направленной поперек судна. Рама снабжена тяжелым подвесом p . Появляющиеся при бортовой качке колебательные движения волчка амортизируются либо при помощи тормоза t либо гидравлическим способом. При практическом осуществлении этого В. оказалось не так важным сообщать В. большой момент количества движения, как сильное торможение, при чем наилучшей устойчивости соответствуют некоторые определенные значения как силы торможения, так и момента количества движения, выше или ниже к-рых устойчивость ухудшается. Наибольшее свое влияние на судно В. оказывает при опасных без него явлениях резонанса (см.) между собственными колебаниями судна и колебаниями волн, в то время как он оказывается почти бесполезным при наличии очень больших или очень малых периодов волн. Шлику после продолжительных опытов удалось достичь хороших результатов—уменьшения амплитуды колебания судна с 18 до 1°. Но, несмотря на эти результаты, от применения такого стабилизатора на кораблях пришлось отказаться вследствие целого ряда неблагоприятных моментов, в том числе из-за вредного влияния жиро-скопических сил на скрепы корабля.

Жироскопич. силы играют известную роль во многих областях техники, где встречаются быстро вращающиеся диски, колеса, пропеллеры и т. п. В ж.-д. движении жироскопич. силы появляются на закруглениях пути, увеличивая давление колес на внешний рельс и уменьшая давление на внутренний, т. е. действуя на рельсы в том же направлении, что и силы инерции. Особное значение жироскопические силы приобретают в начале и в конце закругления. При неравной высоте рельсов получается вращающий момент вокруг оси, параллельной рельсам; это влечет за собою появление сил, стремящихся повернуть ось колес вокруг вертикальной оси, что, в свою очередь, вызывает т. н. влиющее движение вагона. Такие же в общем явления имеют место и при изменении курса судна, увеличивая крен, вызванный центробежной силой. Если на судне имеются паровые турбины, то качка или изменение курса влечет за собою значительные изменения давлений в подшипниках. Особенную роль жироскопические силы играют при полетах, благодаря большой угловой скорости вращения пропеллеров. При изменении курса аэроплан под действием жироскопич. сил наклоняется в направлении движения, при изменении же высоты аэроплан поворачивается вокруг вертикальной оси. При движении в лосипеда жироскопич. силы также имеют известное значение, играя, в противоположность только что рассмотренным случаям, полезную роль. В современном велосипеде центр переднего колеса и точка его опоры лежат по обе стороны от направления рулевого стержня, при чем точка пересечения этого направления с направлением пути находится впереди точки опоры. Когда велосипед начинает наклоняться, то приложенная к центру переднего колеса сила тяжести начинает поворачивать колесо вокруг рулевого стержня, велосипед начинает описывать кривую, при чем возникает центробежная сила, стремящаяся воспрепятствовать его падению. Кроме того в то же время возникают и жироскопические силы как в переднем, так и в заднем колесах, действующие в том же направлении, что и силы инерции. Жироскопич. силы появляются также в некоторых случаях при наличии круглых дисков, насаженных на вал и вращающихся вместе с ним вокруг оси последнего, как это имеет место, например, в паровых турбинах. Если ц. т. диска, насаженного перпендикулярно к оси вала, не лежит точно на этой оси, то возникающая при вращении центробежная сила (помимо тяжести самого диска) прогибает вал на нек-рую величину z , зависящую от угловой скорости вращения ω . При увеличении ω до нек-рой величины ω_k , называемой критической угловой скоростью, прогиб z стремится увеличиться до бесконечности; практически имеется возможность превзойти ω_k . При данной величине ω каждой точке оси вала соответствует определенная величина прогиба z . Если точка максимального прогиба лежит в плоскости диска, то при вращении диск остается в одной и той же плоскости, а ось его остается параллельной сама себе; если же это

обстоятельство не имеет места, то ось диска совершает вынужденное прецессионное движение, вследствие чего появляются жиро-скопич. силы, влияние к-рых тем значительнее, чем больше ω . Действие жироскопических сил проявляется в том, что при наличии их все явления, связанные с прогибом вала, имеют место при большей угловой скорости, чем в их отсутствии, т. е. что жироскопич. силы как бы делают вал более жестким, вследствие чего они действуют положительным образом, если угловая скорость вращения остается ниже критической. Жироскопич. силы могут возникнуть также вследствие неполного совпадения ц. т. с геометрическим центром.

Лит.: 1) Классические труды по теории В.: P o i s s o t L., *Théorie nouvelle de la rotation des corps*, P., 1852; K l e i n F. and S o m m e r f e l d A., *Über die Theorie des Kreisels*, H. I—VI, Lpz., 1897—1910 (4 выпуска, из к-рых 4-й посвящен техническим приложениям В.); B o g a e r t E. W., *L'effet gyrostatique et ses applications*, P., 1912; C r a b t r e e H., *An Elementary Treatment of the Theory of Spinning Tops and Gyroscopic Motion*, L., 1909; P e r r y J., *Drehkreisel*, übersetzt v. engl., Leipzig, 1904; G r a m m e l R., *Der Kreisel, seine Theorie u. seine Anwendungen*, Braunschweig, 1920; G e l l e r t J., *Der Kreisel und seine Anwendungen*, Berlin, 1927; R o u t h E. J., *Treatise on Dynamics of a System of Rigid Bodies*, London, 1905; L e v i - C i v i t a T. ed A m a l d i U., *Lezioni di meccanica razionale*, v. 2, parte II, Bologna, 1927; L o r e n z H., *Technische Anwendungen d. Kreiselbewegung*, «Z. d. VDI», 1919, В. 63, p. 1224. 2) Труды, трагующие отдельные вопросы теории и технич. применений В.: а) Об опытах Фуко: *Recueil des travaux scientifiques de Léon Foucault*, P., 1878; P e r s o n, «CR», 1852, t. 35; T r o u v é G., «CR», 1890, t. 101; б) Об опытах Феншля: F ö r p l A., «Physikal. Ztschr.», Lpz., 1914, В. 5; в) Об астагич. электрив. В.: D r e x l e r F., «Motorwagen», Berlin, 1913, В. 16; N e u b u r g e r A., «Motors», B., 1919; г) О компасных В.: A n s c h ü t z H., K ä m p f e u. S c h u l e r M., «Jahrb. d. Schiffbautechn. Ges.», Berlin, 1909, В. 10; M a l g o r n G., «GC», 1928, 2; д) О приборе Флерне: F a v é L., «Revue maritime et coloniale», Paris, 1910, v. 84; е) Об однопольсовых ж. д.: B a r k h a u s e n G., *Eisenschienenbahn und Kreiselbahn*, «Z. d. VDI», 1910, В. 54, а также статьи в «Engineering», L., 1907, 1910; ж) О В. Шлика: S c h l i c k O., *Schiffskreisel*, «Jahrb. d. Schiffbautechn. Ges.», Berlin, 1909, В. 10; F ö r p l A., «Z. d. VDI», 1904, В. 48, p. 478, 1906, В. 50, p. 1032; з) О действии жироскопич. сил в турбинах: S t o d o l a A., *Dampf- und Gasturbinen*, 5 Aufl., Berlin, 1924; M i s e s R., *Stabilität rotier. Wellen*, «Monatshefte f. Mathem. u. Phys.», Wien, 1911, В. 22; L o r e n z H., «Z. d. VDI», 1919, В. 63; S t o d o l a A., «Zeitschrift f. d. ges. Turbinwesen», München, 1918, В. 15. 3) Библиография: G r a m m e l R., *Der Kreisel, seine Theorie und seine Anwendungen*, Braunschweig, 1920; S t ä c k e l P., *Element. Dynamik d. Punktsysteme*, «Enzykl. d. mathem. Wissenschaften», В. 4, Т. I, Art. 6, Lpz., 1901 (библ. до 1905 г.); B o g a e r t E. W., *L'effet gyrostatique* (библ. до 1912 г.), P., 1912. **М. Серебрянников.**

ВОЛЬВИЛЯ ПРОЦЕСС, одно из видоизменений метода электролитич. разделения золота и серебра в сплаве Доре, содержащем от 85 до 95% золота. Применяемые для этого электролизеры готовят обычно из высших сортов фарфора, чаще всего следующих размеров: длина 406 мм, ширина 292 мм и глубина 304 мм. В нек-рых случаях пользуются электролизерами и больших размеров—длиной 1 117 мм, шириной 609 мм и глубиной 457 мм. Электроды подвешивают на планках из фарфора, твердого каучука или стали; в случае применения больших электролизеров применяют кленовые планки, покрытые кислотоупорным лаком. Поверх планок для подводки к электродам тока расплавают полосы из золота. Аноды подвешивают при помощи крючков или С-образных держалок. Размеры анодов: длина 220 мм, ши-

рина 82 мм, толщина в верхн. части 12,5 мм, в нижней—9,5 мм. Большая толщина анодов наверху соответствует более сильному растворению анодов в этой части. Анод погружают в электролит на глубину ~ 175 мм. Неиспользуемая часть анода, достигающая в лучшем случае 10% от его веса, возвращается в переплавку. Катодами служат прокатанные ленты из чистого золота, толщиной в 0,25 мм; они предварительно должны быть отожжены, так как в противном случае коробятся при электролизе. Электролитом служит раствор хлорного золота, содержащий в 1 л 50—60 г Au, в смеси с 5—7% свободной соляной к-ты. Электролизеры соединяются в группы по 12—15 штук, включенных последовательно. Для электролиза постоянного тока с источником переменного тока. Такой ток позволяет подвергать электролизу сплавы с более высоким содержанием серебра и применять большую плотность тока при меньшем содержании в электролите свободной кислоты.

В каждом электролизере помещаются три ряда анодов и четыре ряда катодов. Плотность тока на катоде варьирует от 550 до 750 А/м². Под действием тока аноды, содержащие 8—10% Ag, растворяются равномерно; золото и металлы платиновой группы переходят в раствор, а серебро, образуя нерастворимое AgCl, осаждается на дне электролизера. Кристаллы осмия не подвергаются действию тока и падают на дно электролизера. Присутствие в аноде значительных количеств серебра вызывает нарушение правильного хода электролиза, так как анод покрывается сплошным слоем AgCl, к-рое препятствует дальнейшему растворению анода, в результате чего начинает выделяться хлор.

Катоды, когда вес их достигнет 4,6—6,2 кг, вынимают, промывают на фарфоровых фильтрах, высушивают и переплавляют без всяких флюсов. Получаемые слитки золота показывают пробу 999,5—999,8, т. е. содержат 0,05—0,02% примесей. Во время электролиза происходит некоторое обеднение ванны хлорным золотом; чтобы поддерживать надлежащую концентрацию его, приходится от времени до времени прибавлять крепкого раствора AuCl₃. Определение содержания золота в электролите в различные стадии электролиза производят в отдельных пробах, к-рые берутся в количестве 1 см³; в них золото осаждают избытком соли Мора; часть ее, не вступившая в реакцию, оттитровывается раствором KMnO₄. Титрованный раствор соли Мора готовят растворением 154 г ее в 500 см³ дистиллированной воды, затем прибавляют 5 см³ крепкой H₂SO₄ и раствор доводят до 1 л; 1 см³ такого раствора осаждают 25 мг золота.

Анодный шлам, содержащий хлористое серебро, осмий и отвалившиеся частички анода, обрабатывают металлургическим цинком в присутствии достаточного количества кислоты. После восстановления серебра шлам тщательно промывают на фильтре или в центрифуге и после прибавления нужного количества золота или серебра переплав-

ляют в слитки, из которых далее электролизом выделяют содержащееся в них серебро.

Из отработанного электролита, а также из промывных вод золото осаждают железным купоросом или медным скрапом. Т. к. выделенное этим путем золото получается в настолько мелко раздробленном виде, что дальнейшая промывка и переплавка его сопряжены с потерями, то обычно предпочитают производить выделение золота из указанных растворов электролизом. В большой электролизер помещают электролизер меньших размеров; последний заполняют крепким раствором HCl , а в большой наливают эти растворы. Сообщение между содержимым внутреннего и наружного электролизеров устанавливается при помощи серии коротких стеклянных сифонов, подвешенных на стенках внутреннего электролизера. Анод из чистого золота подвешивают во внутреннем сосуде, а во внешнем подвешивают золотые полосы, на к-рых при замыкании цепи из указанных растворов осаждается золото. При надлежащем регулировании вольтажа выделение золота из растворов происходит нацело. В это же время во внутреннем сосуде получают крепкий раствор AuCl_3 , к-рый затем применяют для поддержания нужной концентрации золота в растворе во время электролиза сплава. Все отработанные растворы после выделения золота и серебра собирают в деревянных чанах и из них выделяют помощью железа медь, а также последние остатки благородных металлов.

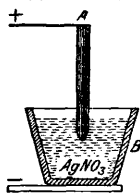
В случае присутствия в отработанном электролите платиновых металлов, последние, кроме палладия, осаждают в виде малорастворимых комплексных солей насыщенным раствором хлористого аммония. После просветления раствора последний сливают с осадка и для выделения Pd подвергают электролизу; в качестве анода применяют уголь, а катодом служит золотая пластина. При электролизе такого раствора выделяющийся на аноде хлор переводит PdCl_2 в PdCl_4 , который и осаждается в виде комплексной соли красного цвета. Полученные осадки платиновых металлов и палладия промывают раствором NH_4Cl , высушивают и слабым прокаливанием переводят в металлическое состояние.

Lum.: Wohlwill E., «Chem. a. Met. Eng.», v. 8, N. Y., 1910; Liddel D. M., Handbook of Non-Ferrous Metallurgy, v. 2, p. 991, N. Y., 1926; Rose T., Metallurgy of Gold, p. 484, N. Y., 1909. Г. Уразов.

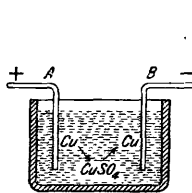
ВОЛЬТ, международная единица электр. напряжения, равная напряжению на концах проводника с сопротивлением в 1Ω , через который проходит неизменяющийся ток силой в 1 А. Обозначение: V или русское в. Первоначально В. был введен для обозначения 10^8 единиц напряжения в электромагнитной системе CGS (абсолютный В.). В настоящее время более точные измерения показали, что один международный В. равен 1,00045 абсолютного В. Для удобства практических измерений международному В. было дано определение при помощи нормального элемента Вестона: при 20° эдс нормального элемента равна 1,018300 В. Однако определенный таким образом вольт несколько меньше международного и равен 1,00042 абсолютного вольта.

ВОЛЬТАКС (Voltax), новый электроизоляционный материал, обладающий очень высокими изолирующими свойствами. В состав его входит тяжелый углеводород с высокой $t_{\text{пл.}}$. В. применяется как пропитка хл.-бум. тесьмы, идущей для изоляции проводов. Производится в С. Ш. А. См. *Изоляционные электротехнические материалы*. *Lum.*: «Revue générale des matières plastiques», Paris, 1925, v. 1, p. 257.

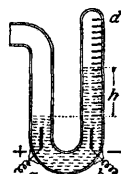
ВОЛЬТАМЕТР, прибор для измерения силы тока по его химическим действиям. По законам Фарадея для электролиза, сила тока I , проходящего через раствор соли каково-нибудь металла, равна $96,540 \cdot \frac{n}{A} \cdot \frac{M}{t} = \frac{M}{mt}$, где 96,540—коэф-т, одинаковый для всех веществ, значение к-рого вытекает из определения единицы силы тока, n —валентность вещества в данном его соединении, A —ат. в., M —масса (в мг) вещества, выделившегося на электродах. Количество вещества в мг, выделяющееся в течение 1 ск. при силе тока



Фиг. 1.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

в 1 А, т. е. при прохождении электрич. заряда в 1 С, называют электрохимич. эквивалентом этого вещества (в Ф-ле обозначена буквой m). Наиболее тщательно и многократно определялся электрохимич. эквивалент серебра. На основании этих определений Международный электротехнический конгресс в Лондоне в 1908 г. принял $m_{\text{Ag}} = 1,11800$ мг, и это значение было положено в основу определения международн. ампера.

Применяются В.: медный—для измерения сильных токов, серебряный—для измерения слабых токов при точных измерениях и газовый (иначе водяной)—в лабораторной практике. Следует упомянуть также о вольтметре свинцовом, бромовом, иодовом и ртутном. Последний употребляется иногда в качестве счетчика ампер-часов.

В следующей таблице приведены значения m для различных веществ.

Величины электрохимических эквивалентов.

Наименование вещества	Химич. знаки	Атомный вес	Валентность	Электрохимич. эквивал.
Серебро	Ag	108	1	1,118
Медь	Cu	63,6	1	0,658
Медь	Cu	63,6	2	0,329
Водород	H	1,008	1	0,0104
Кислород	O	16	2	0,0828
Ртуть	Hg	200	1	2,07
Ртуть	Hg	200	2	1,04
Иод	I	126,9	1	1,314
Бром	Br	79,9	1	0,828
Свинец	Pb	207,1	2	1,072
Свинец	Pb	207,1	4	0,537

В серебряном В. системы Кольрауша анодом служит серебряный массив А (фиг. 1),

который висит на серебряном же стерженьке, защищенном стеклянной трубкой. Катодом служит платиновый тигель *B*, наполненный 15—30%-ным водным раствором нейтрального азотнокислого серебра AgNO_3 , получаемого перекристаллизацией продажного химически чистого AgNO_3 . Серебро оседает на стенках платинового тигля в виде мелкокристаллическ. осадка. Тигель перед опытом и после него взвешивают. Для того чтобы частички серебра, могущие во время электролиза отделиться от анода механически, не попали на дно тигля и не увеличивали т. о. вес осадка, на краях платинового тигля подвешен при помощи трех стеклянных крючков стеклянный защитный стаканчик, не допускающий также до катода часть электролита, близкую к аноду, в к-рой образуются кислородные соединения серебра, влияющие на процесс. Для достаточной плотности осадка необходимо, чтобы плотность тока на катоде не превосходила 0,02 А на 1 см², а на аноде—0,2 А на 1 см². Для того чтобы перед новым взвешиванием было легче удалить осадок, не осаждают более 100 мг на 1 см² катода. В серебряном В. сист. Кияжковского, особенно применимом для быстрого измерения слабых токов (до 0,2 А), отделившиеся от анода количества серебра определяется титрованием.

Медный В. состоит из двух тонких пластинок *A* и *B* (фиг. 2), сделанных из чистой меди, а иногда одна (катод)—из платины. В качестве электролита употребляется не вполне насыщенный раствор чистого медного купороса CuSO_4 , иногда подкисляемый небольшим количеством H_2SO_4 . Чтобы получить плотный осадок меди на катоде, берут плотность тока на нем не более 0,04 А на 1 см². Результаты, даваемые медным В., не могут иметь большой точности по причине сравнительно малого электрохимического эквивалента меди и из-за сложных химических процессов, сопровождающих электролиз CuSO_4 и могущих изменить количество осаждаемой током меди. Для более удобного пользования медным В. катод подвешивают непосредственно к одному плечу весов.

В газовой В. электролизу подвергают 10—20%-ный водный раствор H_2SO_4 и измеряют объем выделившегося водорода. В. состоит из U-образной стеклянной трубки с запаянным концом *d* (фиг. 3). В трубку запаяны два платиновых электрода *a* и *b*. Конец трубки *d* градуирован на см³. При 0° и 760 мм давления 1 см³ водорода весит 0,0893 мг. Следовательно, объем водорода, выделяемый при этих условиях 1 С электричества, равен:

$$V_0 = \frac{0,01036}{0,0893} = 0,116 \text{ см}^3.$$

Сила тока, выделившая в *t* ск. при темп-ре *t* и давлении *p* объем водорода *v* см³, определяется из следующего выражения:

$$I = \frac{v}{1 + 0,00367t} \cdot \frac{p}{760} \cdot \frac{1}{0,116t} \text{ А},$$

где *p*—давление сухого водорода (без паров воды). Если *p*₀—показание барометра в мм ртутного столба, а *h*—разность уровней электролита в В., то, принимая плотность ртути почти в 12 раз больше плотности

раствора H_2SO_4 , имеем: $p = p_0 - \frac{h}{12}$. В действительности в водороде присутствуют водяные пары. Поэтому надо внести поправку *f*, к-рая обычно берется из таблиц. Так как водяные пары находятся над раствором поглощающей их серной кислоты, то поправку следует уменьшить. Обыкновенно вместо *f* берут 0,88*f*. Вводя эти поправки, получают:

$$p = p_0 - \frac{h}{12} - 0,88f.$$

Лит.: Хвольсон О. Д., Курс физики, т. 4, 5, Берлин, 1923; Эйхенвальд А. А., Электричество, 4 изд., М.—Л., 1927. Е. Нитусов.

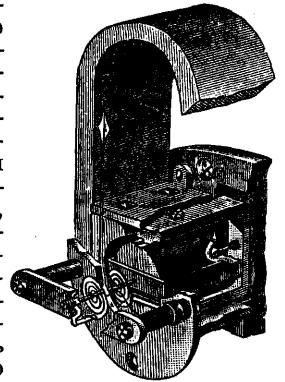
ВОЛЬТ-АМПЕР, единица электрич. мощности, равная одному ватту. Обозначение: *VA* или *В.-а.* Применяется гл. обр. как единица измерения кажущейся мощности (а также и реактивной мощности). Ничто не препятствует измерению этих мощностей в ваттах; однако измерение в В.-а. было введено гл. обр. для того, чтобы в самом названии единицы измерения показать, что дело идет не о реально потребляемой мощности, а о расчетной величине, равной произведению из напряжения на силу тока, и чтобы избежать при обозначении реактивной мощности такого, например, выражения: «безваттная мощность в 150 Вт». В настоящее время слово «безваттный» заменяется словом «реактивный», но измерение в В.-а. повсеместно распространено. Обоснованность применения этой единицы измерения в настоящее время надо признать спорной.

Лит.: Ермаков В. Д., Основы электротехники, ч. I, М.—Л., 1927; Грун К., Elektrotechnische Messinstrumente, Berlin, 1923.

ВОЛЬТМЕТР, прибор для измерения электрического напряжения между двумя точками электрической цепи, представляющий собою по большей части миллиамперметр

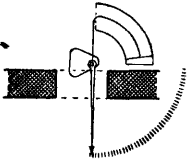
(см. Амперметр), последовательно соединенный с добавочным сопротивлением. Пока сопротивление такой цепи не меняется, напряжение на концах ее, по закону Ома, будет пропорционально току, проходящему через миллиамперметр, к-рый поэтому может быть градуирован прямо в вольтах. Для того чтобы общее сопротивление цепи вольтметра не изменялось от нагревания его обмотки или от изменения *t*⁰ среды, добавочное сопротивление рассчитывают так, что в нем поглощается большая часть всего измеряемого напряжения, и выполняют это сопротивление из материала с ничтожным *t*²-ным коэффициентом. Различают: 1) В. с подвижной катушкой и постоянным магнитом (фиг. 1); эти В. пригодны только для постоянного тока и имеют равномерную шкалу, так как вращающий момент

$$M = k_1 \cdot \alpha = k_2 \cdot H \cdot i = k_3 \cdot H \cdot E = k_4 \cdot E,$$

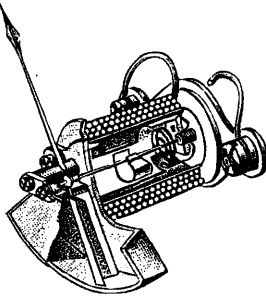


Фиг. 1.

где α —угловое отклонение стрелки B , H —напряженность поля постоянн. магнита, i —ток в цепи B , E —измеряемое электрич. напряжение. Благодаря большой точности (до 0,2%) такие B . выполняют как в виде щитовых, так и в виде



Фиг. 2.



Фиг. 3.

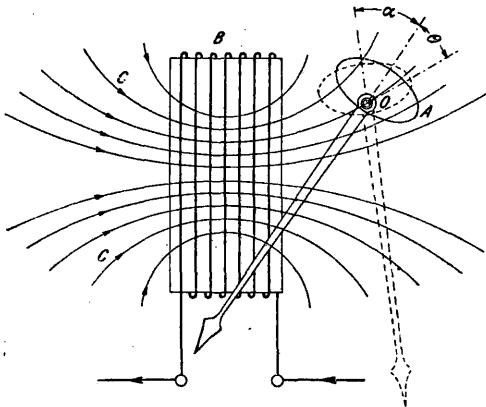
прецизионных лабораторных приборов. Недостатки этих B .: высокая цена и возможность ослабления постоянного магнита. 2) B . с мягким железом (электромагнитный) с плоской катушкой (фиг. 2) и с круглой катушкой (фиг. 3)—пригодны для постоянного и переменного тока. Вследствие индуктивности обмотки сопротивление цепи B . будет неодинаково для постоянного и переменного токов, а поэтому и показания B . при одном и том же напряжении в обоих случаях будут относиться, как

$$\frac{i_{пост.}}{i_{перем.}} = \frac{i_{пост.}}{i_{перем.}} = \frac{\sqrt{(R+r)^2 + (L \cdot \omega)^2}}{R+r} = \sqrt{1 + \left(\frac{L \cdot \omega}{R+r}\right)^2},$$

где α —показания B , R —сопротивление обмотки, L —самоиндукция обмотки, r —добавочное сопротивление, ω —частота тока. Для того, чтобы B . давал правильные показания при постоянном и переменном токе, необходимо рассчитать добавочное сопротивление так, чтобы разница показаний не превышала точности отсчета по B . Из теории электромагнитного B . с плоской катушкой следует, что вращающий момент:

$$M = k_1 \cdot i^2 \cdot \sin 2(\theta + \alpha) = k_2 \cdot E^2 \cdot \sin 2(\theta + \alpha),$$

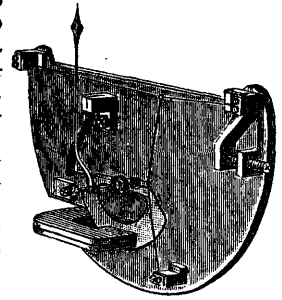
где E —напряжение на B , θ —угол между направлением силовых линий и малой осью



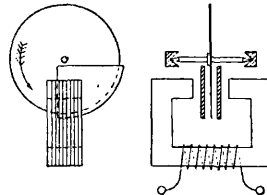
Фиг. 4.

лесточки в начальном положении, α —угловое отклонение лесточки. На фиг. 4 A —лесточка (эллиптическая пластинка из мягкого

железа), B —обмотка, O —ось лесточки и указателя, C —поток магнитных силовых линий. Это у-рие показывает, что: 1) шкала электромагнитного B . неравномерна, 2) чувствительность его меняется вместе с отклонением и зависит от начального расположения лепестка по отношению к обмотке. Последнее свойство электромагнитного B . является весьма ценным, так как позволяет строить B . с наибольшей чувствительностью—другими словами, с наиболее крупными делениями: в начале, середине или конце шкалы, смотря по назначению прибора. Электромагнитный вольтметр обладает очень прочной и простой конструкцией, не боится ударов и перегрузок, является наиболее дешевым типом прибора и имеет самое широкое распространение; выполняется он главным образом в виде щитового прибора. Недостатки его: вольтметр весьма чувствителен к внешнему полю и имеет ошибку гистерезиса в цепи постоянного тока. 3) B . электрически—пригодны для постоянного и переменного тока; шкала неравномерная, $M = k_1 \cdot E^2$, большая чувствительность к внешнему полю; выполняются б. ч. в виде прецизионных приборов переменного тока. 4) B . тепловые (фиг. 5)—пригодны для постоянного и переменного тока, применяются главным образом для токов большой частоты, так как показания их не зависят от частоты; очень delicateны по своему устройству, боятся ударов и перегрузок, требуют сложных приспособлений для компенсации влияния t° . 5) B . индукционные с электромагнитным экраном (фиг. 6) и с вращающимся полем—годны только для переменного тока определенной частоты, так как показания сильно зависят от частоты; эти B . выполняются в виде щитовых приборов, имеют сильную и прочную конструкцию.

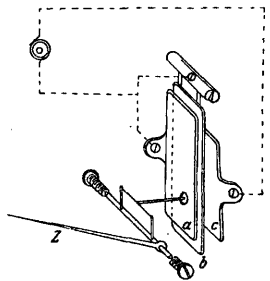


Фиг. 5.



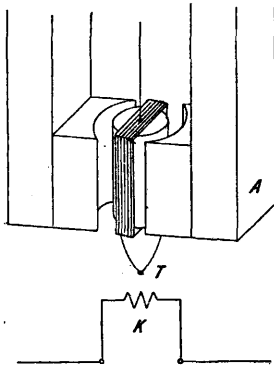
Фиг. 6.

Кроме перечисленных приборов, являющихся в сущности переградуированными амперметрами, применяются также 6) B . электростатические, основанные на притяжении между подвижной и неподвижной обкладками конденсатора, между которыми устанавливается измеряемое напряжение или



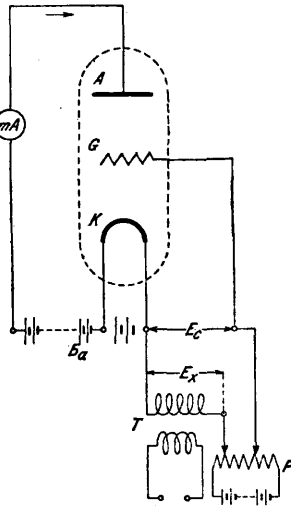
Фиг. 7.

часть его. На фиг. 7 схематически изображено внутреннее устройство В. электростатического: *a* и *c* — неподвижные обкладки, *b* — подвижная алюминиевая пластинка. Передача движения от пластинки *b* к стрелке-указателю *Z* осуществляется при помощи специального устройства. Эти В. не потребляют активной мощности. Они выполняются в виде приборов шитовых или переносного типа, пригодны для постоянного и переменного тока и являются единствен. типом прибора, применяющимся при измерениях при очень высок. напряжениях (до 300 kV).



Фиг. 8.

При очень больших напряжениях включают последовательно с электростатическим В. емкость, так что измеряемое напряжение распределяется между В. и предвключенной емкостью. 7) В. термоэлектрические применяют для измерения очень малых напряжений переменного тока. На фиг. 8 изображена схема такого В.: *A* — прибор с подвижной обмоткой, *T* — терморезистор, *K* — сопротивление, нагреваемое проходящим током. По конструктивным соображениям, все В. других типов для измерения малых напряжений приходится делать с очень малым сопротивлением, а так как обычно в цепях с малым напряжением действуют и малые токи, то включение такого прибора может нарушить весь исследуемый процесс. 8) В. ламповые применяют для определения амплитудного напряжения переменного тока. В качестве основной детали прибора использована электронная лампа по следующей схеме (фиг. 9). В цепь анода *A* включается анодная батарея *B_a* и миллиамперметр *mA*. Между нитью накала и сеткой включены вторичная обмотка трансформатора *T* и потенциометр *P* (делитель напряжения). Включив в цепь нити *K* батарею накала, получим электронный ток от нити накала к аноду *A*, который и будет отмечен миллиамперметром. Если теперь будем увеличивать посредством потенциометра отрицательный потенциал на сетке *G*, то, при ве-



Фиг. 9.

котором соответствующем напряжении E_{c_0} электронный ток прекратится. Выключив после этого первичную обмотку трансформатора, наложим на постоянный потенциал сетки новый переменный потенциал $\pm E_x$, вследствие чего в цепи миллиамперметра опять появится ток. Для прекращения его нужно изменить постоянный потенциал на сетке. Если новое значение напряжения между нитью и сеткой будет E_{c_1} , то амплитудное напряжение переменного тока выразится так:

$$E_x = E_{c_1} - E_{c_0}$$

Практич. схемы описанной выше принципиальной схемы, впервые данной Гундом, — см. *Измерения* в радиотехнике.

Вольтметры строят обычно на небольшие пределы напряжений (от 30 до 120 V), за исключением электростатическ.; для повышения же предела измерений применяют следующие вспомогательные принадлежности: а) добавочные сопротивления, к-рые соединяются последовательно с В. и принимают на себя все падение напряжения, излишнее для В.; б) измерительные трансформаторы напряжения, включаемые первичной обмоткой в цепь вместо В., при чем вторичная обмотка замыкается на вольтметре. Коэффициент трансформации трансформатора подбирают примерно так, чтобы он соответствовал отношению номинального напряжения цепи к наибольшему значению шкалы вольтметра.

Лит.: Ермаков В. Д., Основы электрометрии, ч. I — Электроизмерительные приборы, М., 1927; Кейна Г., Die Technik elektrischer Messgeräte, B. 1, München und B., 1928; D r y s d a l e, Electrical Measuring Instruments, L., 1924; Н u n d A., Hochfrequenzmesstechnik, B., 1922.

ВОЛЬТОВА ДУГА, дуговой разряд, явление прохождения тока между двумя электродами, помещенными в атмосфере газа или пара, сопровождающееся сильным разогреванием электродов и светом. От других форм газового разряда В. д. отличается сильным нагреванием катода и большою силою тока при малом напряжении на электродах. Дуговые разряды можно разделить на: а) разряд в вакууме (ртутные дуги); в этом случае разряд проходит через пары, образуемые катодом, и заполняет все пространство сосуда; б) разряд в атмосфере газа: ток переносится парами катода, сосредоточенными только в непосредственной близости электродов; в) дуговой разряд в самом газе, наблюдаемый при испаряющихся электродах. Типичная В. д. изображена на фиг. 1. Анод (верхний уголь) имеет углубление (т. н. к р а т е р), сильно нагрет (в обычных условиях до 3 500—4 000°) и быстро испаряется, тогда как катод (внизу) имеет более низкую t° (3 100°) и испаряется вдвое медленнее, поэтому и может быть сделан меньшей толщины; иногда замечаются наросты от оседающего на нем вещества анода. Средняя часть промежутка между электродами, состоящая главн. обр. из вещества электродов, служит областью прохождения тока; наружная часть — ореол — место химич. реакций, происходящих между парами вещества электродов и атмосферой, в которой помещена вольтова дуга. Типичная ртутная дуга изображена на фиг. 2.

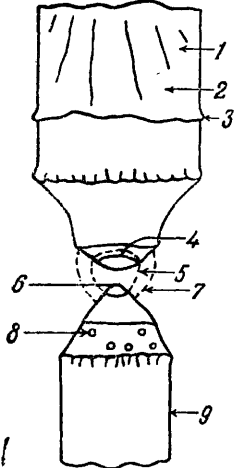
Слева—катод, около которого конусообразное сияние, темный промежуток, собственно дуга, второй темный промежуток, поверхностное сияние, анод.

Явления, происходящие в В. д., вообще весьма сложны и хорошо разобраны только для ртутной дуги. Для возникновения дуги необходимо довести катод до высокой t° , благодаря чему из него начинает, как из всякого накаленного катода, выбрасываться мощн. поток электронов, ионизирующий промежуток между электродами и этим обуславливающий его проводимость. Замечено, что высокая t° катода является непрерывным условием образования и поддержания В. д. Эта высокая t° создается током, проходящим через электроды при их соприкосновении, и затем поддерживается ударами образован. электронным потоком ионов.

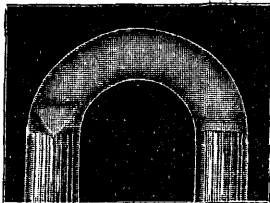
Поблизости электродов скопляются по этим причинам свободные объемные заряды, которые обуславливают большое падение потенциала у электродов, а следовательно, обратную электродвижущую силу.

Характеристика В. д., т. е. зависимость напряжения между электродами от силы тока, проходящего через дугу, дана на фиг. 3; она относится к ртутной дуге, лучше изученной, но в общем верна и для всякой В. д. Отсюда видим, что для зажигания дуги нужно нек-рое минимальное напряжение, называемое напряжением зажигания. Далее, характеристика показывает, что явление распадается на две различные части: при небольших токах оно характеризуется падением напряжения с увеличением тока, при дальнейшем возрастании силы тока переходит в так называем. шипящую дугу, при которой напряжение на электродах не зависит от силы тока. Первоначальная часть явления удовлетворительно описывается ур-нем Айртона: $V = \frac{a}{I} + b$,

где V —напряжение, I —сила тока, a и b —постоян. величины, линейно зависящие от расстояния между электродами. Отсюда видно, что при возникновении дуги, с возрастанием в ней силы тока, напряжение на электродах падает, чем вызывается дальнейшее увеличение тока; явление продолжается, по-



Фиг. 1. 1—положительный уголь, 2—белый покров, 3—бахрома, 4—кратер, 5—фиолетовое пламя, 6—белое горячее пятно, 7—зеленоватый ореол, 8—блестящие капли, 9—уголь.

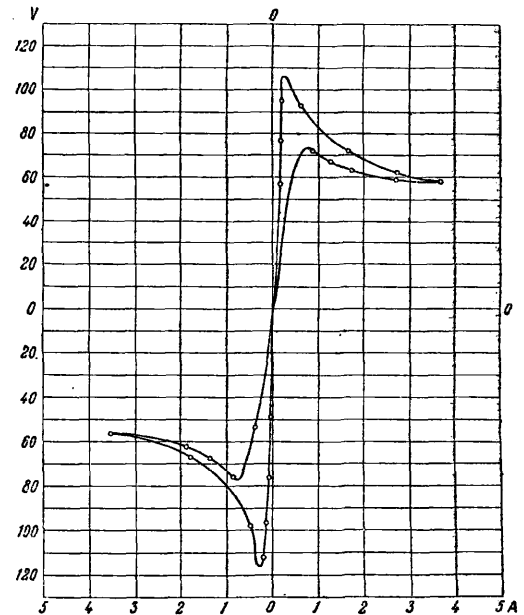


Фиг. 2.

ка не будет положен предел падением напряжения на зажимах источника эдс или присоединенного к нему добавочн. сопротивления; тогда дуга начинает гореть устойчиво. Для этого необходимо, как показал Кауфман, чтобы $\frac{dV}{dI} < R$ (R —сопротивление всех частей цепи за исключением самой дуги).

Поэтому для устойчивого горения всякой В. д. необходимо балластное сопротивление. При фитильных угольных электродах наблюдаются отклонения от ф-лы Айртона. При повышении давления атмосферы, в которой горит В. д., чрезвычайно возрастает температура кратера; Люммеру удавалось этим способом доводить его t° до 6 000°, при чем уголь плавился. Однако для получения весьма сильных источников света исследования Люммера применения не получили. При увеличении силы тока, питающего дугу, сила света ее увеличивается, но яркость каждой единицы поверхности испускающего свет угля остается неизменной; с повышением силы тока увеличивается только светящаяся поверхность. Бек и Гельгоф достигли, однако, увеличения отдачи света с единицы поверхности до 7 раз, препятствуя разными мерами распространению светящейся поверхности с увеличением силы тока, при чем t° кратера превышала 5 000°.

В. д. при переменном токе представляет весьма сложное явление; характеристика



Фиг. 4.

В. д. в этом случае имеет вид, показанный на фиг. 4. Дуга зажигается в начале каждого полупериода и к концу его гаснет;

характеристика при возрастании тока лежит выше, чем при его убывании, т. е. напряжение зажигания выше напряжения угасания, ток идет через дугу и ранее, чем достигнуто напряжение зажигания, т. к. электроды не успевают остыть за время, протекающее от погасания за предыдущий полупериод до нового нарастания напряжения в последующем. Как всякий проводник, имеющий падающую характеристику, В. д. может служить для генерации электрических колебаний. См. *Дуговой генератор*.

Лит.: Хвольсон О. Д., Курс физики, т. 5, Берлин, 1923; Gehlhoff G., Lehrbuch d. techn. Physik, B. 2, Lpz., 1926; Handbuch d. Physik, hrsg. v. Geiger H. u. Scheel K., B. 14, B., 1927. Н. Андреев.

ВОЛЬТОДОБАВОЧНЫЕ МАШИНЫ, машины для регулирования напряжения на зажимах потребителя или источника электрич. энергии, приключенного к сети с постоянным напряжением. Принципиальная схема включения В. м. показана на фиг. 1.

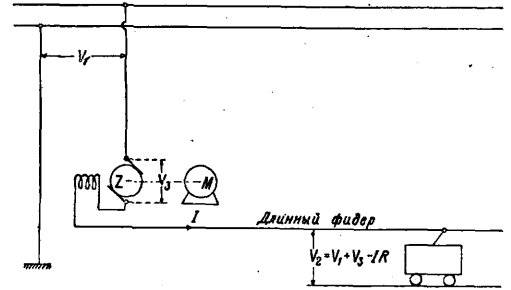
Л—сеть с постоянным напряжением V_1 . На зажимах потребителя д. б. напряжение V_2 , при чем $V_2 \geq V_1$. Для присоединения потребителя к сети, последовательно с ним включается В. м. Z, приводимая в движение от вспомогательного двигателя M. Возбуждение В. м. регулируется таким образом, что напряжение на ее зажимах $V_3 = V_1 - V_2$.

В технике постоянного тока вольтодобавочные машины применяются:

1) Для зарядки аккумуляторов от сети с постоянным напряжением. При зарядке аккумуляторов требуется напряжение, примерно на 40% большее, чем напряжение при разрядке. Для повышения напряжения аккумуляторную батарею приключают к сети последовательно с вольтодобавочной машиной, напряжение которой составляет ~40% от напряжения сети. Схема соединений показана на фиг. 2.

2) Для поддержания постоянного напряжения на конце длинных фидеров (см.), питаемых от сети с постоянным напряжением. Фидер приключается к сети последовательно с В. м., имеющей последовательное возбуждение (фиг. 3). В. м. Z вращается с постоянной скоростью от вспомогательного двигателя M и развивает напряжение V_3 , которое при ненасыщенной магнитной системе пропорционально току I, проходящему через обмотку возбуждения. Это напряжение V_3 складывается с напряжением сети V_1 . Т. к. падение напряжения в фидере также пропорционально току I, то В. м. можно выбрать так, чтобы она при

всяком значении I (в известных пределах) восполняла падение напряжения; тогда напряжение V_2 на конце линии будет равно

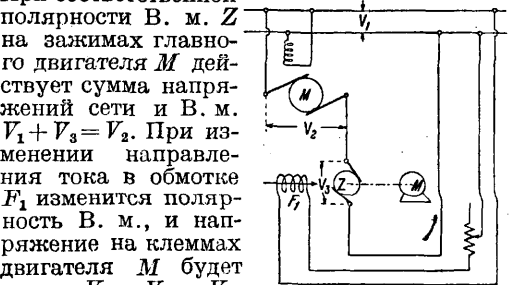


Фиг. 3.

напряжению сети V_1 . Машины такого рода применяются иногда в сетях электрических железных дорог.

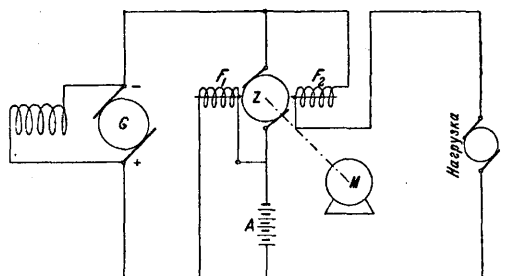
3) Для регулирования скорости и для пуска в ход двигателей большой мощности; в этом случае В. м. включается по схеме, приведенной на фиг. 4. При соответственной полярности В. м. Z на зажимах главного двигателя M действует сумма напряжений сети и В. м. $V_1 + V_3 = V_2$. При изменении направления тока в обмотке F1 изменится полярность В. м., и напряжение на клеммах двигателя M будет равно $V_1 - V_3 = V_2$. Если максимальное напряжение В. м. V_3 равно напряжению сети V_1 , то напряжение на клеммах двигателя M можно изменять в пределах от $2V_1$ до 0. При этих условиях мощность В. м. составит лишь половину мощности двигателя M.

4) В качестве буферных машин (вместе с аккумуляторной батареей), для сглаживания толчков нагрузки. На некоторых центральных станциях, обслуживающих сети с сильно колеблющейся нагрузкой (например трамвайные сети), часто устанавливается аккумуляторная батарея, к-рая работает параллельно с генераторами станции



Фиг. 4.

и, принимая на себя толчки тока сети, способствует тому, что генераторы работают при более постоянной нагрузке. Для луч-

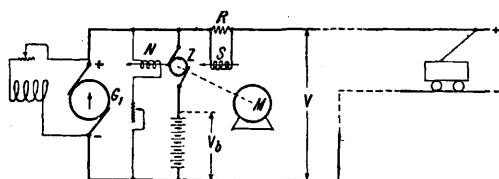


Фиг. 5.

шего сглаживания толчков аккумуляторная батарея должна иметь большую емкость.

Применение В. м. дает возможность сохранить постоянную нагрузку генераторов и при наличии батареи малой емкости. Одна из применяемых в этом случае схем (Пирани) приведена на фиг. 5. Параллельно с генератором G включена аккумуляторная батарея A , последовательно соединенная с В. м. Z (последняя вращается с постоянной скоростью двигателем M). В. м. имеет две обмотки возбуждения, действующие навстречу одна другой. Одна (F_1) приключена к батарее параллельно, вторая (F_2)—последовательно с внешней цепью. При малой нагрузке действует гл. обр. обмотка F_1 , и происходит зарядка батареи. При возрастании внешней нагрузки обмотка F_2 ослабляет поле добавочной машины или даже изменяет его на обратное, и батарея разряжается на внешнюю цепь. Мощность В. м. составляет обычно от 5 до 10% от мощности главной машины G , а напряжение ее ~ 7 —10% от напряжения сети.

Проф. Сагулка видоизменил схему Пирани, заменив мотор, вращающий В. м., маховиком. Буферная схема Сагулки представлена на фиг. 6, где G_1 —главная динамомашинка, V_b —напряжение на концах аккумуляторной батареи, Z —В. м., N —обмотка возбуждения В. м., приключенная через регулирующий реостат к зажимам главной динамомашинки, S —серийная (последовательная) обмотка возбуждения, шунтированная сопротивлением R и обтекаемая током, пропорциональным току внешней цепи, M —маховик, сидящий на одном валу с Z . Обмотки возбуждения N и S , сидящие на

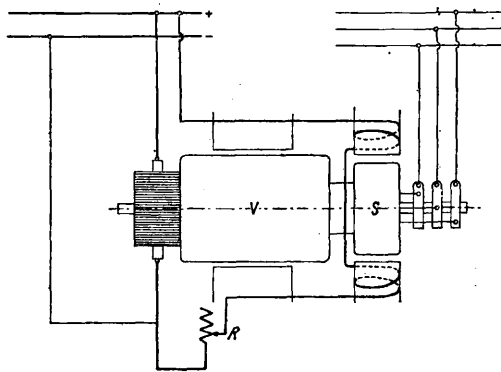


Фиг. 6.

общих магнитных сердечниках В. м., действуют в одну и ту же сторону. Машина Z может работать как мотор или как генератор. При малой нагрузке сети В. м. Z работает как мотор, вращая свой маховик. При возрастании нагрузки сети увеличивается магнитный поток машины Z за счет увеличения тока, текущего в серийной обмотке S . Противодействующая эдс машины Z возрастает и делается больше напряжения, приложенного к якорю и равному разности напряжения сети и напряжения батареи ($V - V_b$). В. м. работает при этом как генератор, отдавая электрич. энергию в сеть и расходуя энергию, запасенную маховиком. При уменьшении внешней нагрузки уменьшается магнитный поток машины Z . Последняя работает в этом случае как мотор и, увеличивая свою скорость, увеличивает запас энергии маховика M .

Применение В. м. в технике переменного тока ограничено. Ими иногда пользуются для регулирования напряжения одноякорных преобразователей переменного тока в

постоянный. В последних между напряжениями на стороне переменного и постоянного токов существует определенное соотношение, и для изменения напряжения на стороне постоянного тока необходимо изменить напряжение на стороне переменного тока. Это иногда осуществляется при помощи вспомогательной синхронной машины,



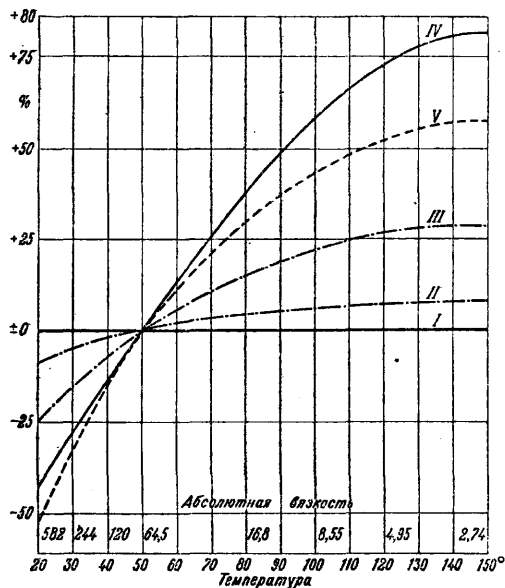
Фиг. 7.

жестко связанной с одноякорным преобразователем и имеющей то же число полюсов, что и последний. Схема соединений показана на фиг. 7, где V —одноякорный преобразователь и S —синхронная В. м. Обмотка синхронной В. м. включается между обмоткой преобразователя и сетью. Изменяя возбуждение В. м. реостатом R , можно установить то или иное напряжение на стороне постоянного тока, ибо напряжение V_2 , падающее на обмотку преобразователя, равно $V_1 + V_3$, где V_1 —постоянное напряжение сети и V_3 —напряжение В. м. Синхронные В. м. применяются для регулирования напряжения в пределах примерно $\pm 15\%$ от нормального, и мощность их составляет при этом примерно такой же % от мощности одноякорного преобразователя.

Лит.: Шенфер К. И., Динамомашинки постоянного тока, ч. II, М.—Л., 1927; Угрюмов Б. И. и Гейсель Г. Г., Основы техники сильных токов, т. 1 и 2, М.—Л., 1927; Arnold—L a C o u r, Die Gleichstrommaschine, В. 2, В., 1927; Arnold E. und L a C o u r J. L., Die Wechselstromtechnik, В. 4, Berlin, 1923. И. Брук.

ВОЛЬТОЛЕВЫЕ МАСЛА, вольтоли (voltage oil, Voltölle, voltole, huiles électriciennes)—смазочные масла, получаемые обработкой масел тихим электрическим разрядом; они обладают свойством мало понижать при нагревании (сравнительно с обыкновенными маслами) свою вязкость. Первоначальные опыты по воздействию тихого разряда («вольтолизация») были поставлены М. Бертелло; разработка вольтолевого процесса принадлежит (с 1904 года) А. де-Гемптину из Гента, а техническое усовершенствование его разработано фирмой Oelwerke Stern-Sonnenborn A.-G. в Гамбурге. Производство В. м. ведется кроме этой фирмы также фирмами Deutsche Voltolwerke в Фрейтале близ Дрездена с 1917 г. и Сименс и Гальске в Сименсштадте. Обработке подвергаются минеральные и растительные масла. Процесс ведется в закрытых цилиндрических котлах емкостью ок. 30 м³. Металлич. (алюминиевые) диски, имеющие полную

рабочую поверхность около 600 м², насаженные на валы, коаксиальные котлам и медленно вращающиеся, служат попеременно анодами и катодами. Тихие разряды между ними вызываются напряжением в 5 кВ



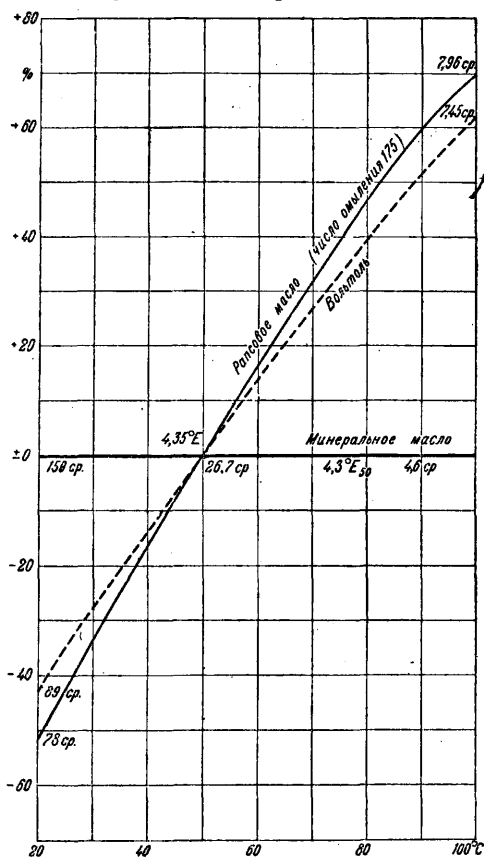
Фиг. 1.

при 1 000 пер/сек. Сила тока держится от 1 до 23 А. Масло стекает по электродам снизу, вновь поднимается при помощи желобчатого черпака, соединенного с валом, и выливается на электроды. Вольтолизация ускоряется подогревом котла до 60—88°. Возможность окисления масла исключена благодаря тому, что процесс проводится в атмосфере водорода или азота при давлении в 60—70 мм Hg. От описываемой обработки масло полимеризуется, сначала очень медленно, затем все быстрее, при чем процессу можно придать достаточную быстроту с самого начала, если к свежему маслу прибавить В. м. Путем вольтолизации вязкость масла м. б. повышена в любой степени, наприм. до 40° E₁₀₀, при чем повышается также t° вспышки. Средний мол. вес масла повышается (в олеиновой к-те, напр., появляется фракция с мол. в. 6 000), а иодное число — понижается. При этом не изменяется заметно ни цвет масла, ни t° заст., а в масле не образуется продуктов окисления. Поступающее на рынок Voltolgleitöl 3 характеризуется следующими свойствами: удельн. вес при 15°—0,905; t° вспышки, по Маркуссону, 175°; вязкость 6,5° E₅₀; t° замерзания —6°; число омыления 15; кислотное число на SO₂ 0,02%; оксикислот 0%; золы 0%.

Наиболее замечательное свойство В. м. состоит в характере зависимости их вязкости от t° , а именно: вязкость В. м. при низких t° меньше, чем у соответственно подобранных минеральных смазочных масел, а при высоких больше, так что кривая вязкости оказывается сравнительно плоскою; поэтому В. м. при низких t° дают сравнительно малый коэфф. трения в подшипниках, а при более высоких — предотвращают полужид-

кое или сухое трение. Сравнительные данные о минеральных В. м. представлены на фиг. 1 кривыми Г. Фогеля. На оси абсцисс нанесена соответствующая разным t° абсолютная вязкость в центипуазах ($\eta \times 10^{-2}$) хорошего американского минерального масла с 9,5° E₅₀. Ординатами служат вязкости В. м. при разных t° , выраженные в % к вязкости вышеуказанного минерального масла при соответственной t° . Четыре кривые, II, III, IV и V, относятся к четырем В. м. с числами омыления от 7 до 24, имеющим при 50° одну и ту же вязкость 9,5° E₅₀; линия I представляет вязкость чистого минерального масла. Смеси минерального масла и В. м. могут иметь весьма плоские кривые вязкости (фиг. 2), как, напр., Voltolgleitöl с числом омыления 22, как и у рапсового масла и даже — еще более плоские.

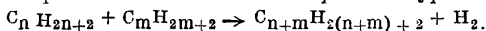
Практич. испытания В. м. при различных скоростях и t° дали весьма хорошую оценку этих продуктов и, в частности, показали их преимущества перед минеральными смазочными и компаундированными продуктами. Наименьшее трение при употреблении В. м. значительно отступает в область малых чисел оборотов и притом углубляется; при 200 об/м. трение В. м. на 20%



Фиг. 2.

меньше, чем трение минерального масла той же вязкости. Кроме того В. м. не склонны к образованию водных эмульсий. Эти качества выдвинули В. м. и, в частности,

позволили Германии заменить ими высоковязкие иностранные масла, особенно в смазке авиационных двигателей, а также соприкасающихся с водою частей судов и подводных лодок, тяжело нагруженных подшипников машин, работающих на перегретом паре, и компрессоров высокого давления. Физико-химическ. явления вольтолиза-ции до известной степени выяснены и изучены Л. Нернстом, Эйхвальдом, Г. Фогелем и Л. Гокком. Согласно толкованию этих авторов, ионный удар, возникающий при тихом разряде, выбивает из молекулы масла атом водорода, который, получив живую силу, становится весьма активным и присоединяется к ненасыщенной группе другой молекулы, служащей акцептором; остаток же от ионизированной молекулы, увеличив свою ненасыщенность, соединяется с другими подобными же остатками в высокомолекулярные продукты конденсации. Эти последние являются носителями своеобразной вязкости и маслянистости В. м. В частности, напр., благодаря ионным ударам азота в oleиновой к-те образуется до 11% стеариновой, вследствие присоединения водорода, а также глицерид с мол. весом до 6000, к-рый находится в остальной среде в состоянии золя, при чем иодное число уменьшается после 24 ч. вольтолиза-ции с 90 до 51. Подобные же процессы происходят в триглицеридах, углеводородах из камен-ноугольного и бурогоугольного дегтя и т. д. По Беккеру, схема образования В. м. из минеральных масел м. б. выражена ур-ием:



Выход водорода составляет 7—10 л на kWh, продукты же полимеризации образуют коллоидный раствор, как доказано Гокком.

Лит.: Hold e D., Kohlenwasserstofföle u. Fette, p. 271—274, 6 Aufl., B., 1924; Friedrich, «Z. d. VDI», 1921, V. 35, p. 1171; Eichwald E., «Z. ang. Ch.», 1922, V. 35, p. 505; Eichwald E., ibid., 1923, V. 36, p. 610; Vogel H., ibid., 1920, V. 33, p. 232; Hoch L., «Ztschr. f. Elektrochem. und angew. physik. Chemie», Lpz., 1923, V. 29, p. 141; Biel C., Die Reibung in Gleitlagern, «Z. d. VDI», 1920, V. 64, p. 449; Becker G., «Wissenschaftl. Veröffentlich. aus dem Siemens-Konzern», Berlin, 1926, V. 6, p. 160; Г. П. 167107, 234543, 236249, 251591, 429551; Ам. П. 1578624.

ВОЛЬФРАМ, W, атомный номер 74, ат. вес 184,0—твердый металл серебристо-белого цвета, t° пл. ок. 3400°; твердость—7,5. Уд. в. В., сплавленного в электрич. печи, 18,7; при механич. обработке уд. в. может быть доведен до 20; теплоемкость 0,036; коэфф. расширения $336 \cdot 10^{-8}$; электрич. сопротивление (куб с ребром в 1 см) холодного металла 6,2 $\mu\Omega$; металла, полученного прокаливанием, 5 $\mu\Omega$ при 25°. Температурный коэфф. электрич. сопротивления в пределах от 0 до 170° возрастает на 0,0051 (при повышении t° на 1°). Сопротивление разрыву вольфрамовой проволоки м. б. доведено до 460 кг/мм². При обыкновенной t° вода и воздух на В. не действуют; при t° же красного каления В. медленно окисляется, образуя ангидрид вольфрамовой к-ты. Расплавленные фосфор и сера заметного влияния на В. не оказывают; в парообразном состоянии они быстро превращают его в фосфиды и сульфиды. С азотом металл непосредственно нитрида не дает. Крепкие серная и соляная

кислоты разъедают вольфрам; при действии азотной и плавиковой кислот он не изменяется; царская водка и смесь плавиковой и азотной кислот растворяют металлический вольфрам. См. *Справочник физ., хим. и технолог. величин*.

Главнейшие природные соединения В.: 1) вольфрамит (так называем. волчек) (Fe, Mn)WO₄; 2) шеелит CaWO₄; 3) вольфрамовая охра WO₃; 4) гюбнерит MnWO₄; 5) ферберит FeWO₄ и др.

Вольфрамовые руды, обычно содержащие от 0,5 до 8% WO₃, сначала подвергают обогащению, что достигается сравнительно легко в виду высокого уд. в. соединений В. Для этой цели минералы размалывают и подвергают промывке; при этом примеси малого уд. в., как кварц, полевой шпат и др., увлекаются током воды; соединения олова и молибдена удаляются в магнитных сепараторах. Получаемый т. о. концентрат содержит от 50 до 75% WO₃.

Для получения из обогащенной руды чистого ангидрида вольфрамовой к-ты WO₃ руду смешивают с избытком кальцинированной соды и вносят в пламенную печь; получаемую тестообразную массу выдерживают два часа в печи при 800°, затем t° быстро повышают и полученную жидкую массу выливают в железные тележки. После охлаждения сплав размалывают и экстрагируют кипящей водой; при этом примеси соединений меди и висмута остаются в осадке, а горячий раствор вольфрамовокислого натрия выливают в горячий же раствор соляной к-ты, взятой в избытке. В этих условиях вольфрамовая к-та выделяется в виде тяжелого легко отфильтровываемого осадка, который тщательно промывают подкисленной водой, отжимают на фильтрпрессах или на нутче и сушат при 300°. Для получения чистого WO₃ сырой продукт растирают в водном аммиаке и вновь осаждают кислотой.

Для получения металлическ. В. WO₃ смешивают с углем и связующим материалом (напр. берут 100 ч. WO₃, 14,1 ч. древесного угля и 2 ч. калифоли), смесь загружают в тигли из тугоплавкой глины, крышку замазывают также глиной и тигли помещают в печь, t° к-рой постепенно доводят до 1300—1400°; образующуюся в результате восстановления черную порошкообразную массу размачивают и отмучивают от непрореагировавшего угля. Полученный этим путем металл. В. можно непосредственно применять для изготовления сплавов. В., идущий для изготовления калильных нитей электрич. лампочек (см. *Вольфрамовая проволока*), готовится восстановлением чистого ангидрида вольфрамовой к-ты цинком или прокаливанием его в атмосфере водорода при 800—1100°. Металлич. вольфрам широко применяется в технике для приготовления разных сортов вольфрамовой стали, обладающих ценными механич. свойствами.

Соединения В. Вольфрам принадлежит к VI группе периодич. системы и, являясь ближайшим аналогом хрома, дает высший солеобразующий окисел WO₃; в своих важнейших солеобразн. соединениях вольфрам входит как составная часть аниона. Кроме WO₃ известны и другие кислородные

соединения вольфрама: WO_2 , W_2O_3 , W_4O_{11} , W_5O_{14} , W_3O_8 ; из них больше всего изучена WO_2 —двуокись, получаемая при частичном восстановлении WO_3 водородом,—коричневый порошок, дающий в струе хлора хлорокись WO_2Cl_2 .

Наиболее важным соединением В. является ангидрид вольфрамовой к-ты WO_3 (о получении его см. выше)—желтый тугоплавкий порошок уд. в. 6,3, нерастворимый в воде и растворяющийся в плавиковой к-те; при восстановлении водородом при 250° переходит в синюю трехокись W_2O_3 . Последняя образует два гидрата: вольфрамовую кислоту H_2WO_4 и метавольфрамовую к-ту $H_2W_9O_{13}$. С щелочами обе кислоты образуют соли, водные растворы к-рых растворяют WO_3 , образуя целый ряд поливольфрамовых к-т. С различными минеральными кислотами вольфрамовая кислота образует ряд комплексных к-т, из к-рых кремневольфрамовая $10 WO_3 \cdot SiO_2 \cdot 4H_2O$ и фосфорновольфрамовая $12 WO_3 \cdot H_3PO_4 \cdot xH_2O$ применяются как реактив на алкалоиды.

Из солей вольфрамовой кислоты (вольфраматов) в технике применяют: 1) вольфрамовокислый натрий $Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$ —прозрачные блестящие листочки триклинн. системы, легко растворимые в воде; применяется для изготовления огнеупорных тканей; 2) вольфрамовокислый барий $BaWO_4$, получаемый из натриевой соли посредством осаждения хлористым барием; вследствие высокой кроющей способности применяется как белая краска; 3) вольфрамовокислый кальций $CaWO_4$, получаемый из растворов Na_2WO_4 и $CaCl_2$; применяется для изготовления экранов при рентгенокопии.

При восстановлении водородом или оловом солей поливольфрамовой к-ты получают т. н. вольфрамовые бронзы (см. Вольфрамовые краски). При сплавлении поливольфрамата состава $Na_2WO_4 \cdot WO_3$ с оловом и при последующем кипячении сплава сначала с водой, затем с соляной к-той и, наконец, с едким кали получается соединение $Na_2W_3O_9$ —блестящие кристаллы с золотым отливом.

Из других соединений В. в последнее время большое значение приобрел карбид В., применяющийся для изготовления огнеупорных тиглей, труб и т. п. Он получается сплавлением в электрической печи карбида кальция с вольфрамом.

Лит.: Годовой обзор минеральных ресурсов СССР за 1925/26 г., Л., 1927; L e i s e r H., Wolfram, Halle, 1910; M e n n i c k e H., Die Metallurgie d. Wolframs, Berlin, 1911; G m e l i n u n d K r a u t, Handbuch der anorganischen Chemie, Heidelberg, 1909. А. Монахов.

ВОЛЬФРАМОВАЯ БРОНЗА, см. Справочник физ., хим. и техн. величин.

ВОЛЬФРАМОВАЯ ЛАМПА, см. Лампы электрические.

ВОЛЬФРАМОВАЯ ПРОВОЛОНА, проволока, получаемая из металлического вольфрама, к-рый обладает следующими физическими и механическими свойствами (см. табл. 1 и 2).

Термоэлектрич. сила $W | Pt$ (если один спай будет при 0° , а другой при 100°) достигает $+0,9$ mV (направление тока в холодном спае $W \rightarrow Pt$).

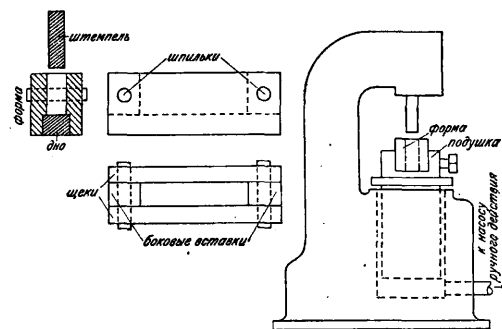
Температурный коэфф. электрич. сопротивления между 0 и 100° равен $(4,8 \pm 0,05) \times 10^{-3}$.

Удельное электрич. сопротивл. в $\Omega \cdot \text{мм}^2/\text{м}$:

0°	1000°	2000°	3000°
0,049	0,251	0,591	0,962

При t° ок. 2000° сопротивление разрыву остается менее 0,001 той же величины при комнатной t° ; приближительная t° рекристаллизации (см.) вольфрама— 1200° . Металлический вольфрам для В. п. получается восстановлением из вольфрамовой к-ты струей водорода при $t^\circ \sim 800$ — 1100° . В зависимости от t° газа и скорости его струи получается порошок металл. вольфрама в виде зерен различной величины от 0,5 до 15μ . Этот порошок превращается в проволоку следующими операциями.

Прессование порошка в палочки. Растертый и просеянный порошок под гидравлич. прессом обращают в палочки (и ниты) (фиг. 1). Операцией этой приводят



Фиг. 1.

металлич. порошок в такое состояние, при к-ром сцепление частиц настолько велико, что возможны, с известной осторожностью, всякие манипуляции с такими палочками. Условия, при которых происходит наилучшее сцепление, формулируются так: 1) Каждой крупности зерна соответствует определенное давление, называемое критическим, при котором получается достаточное сцепление кристаллов. 2) Давление на порошок, плотность насыпания которого выражается числами 20—40, выражается в 450 кг/см^2 ; при более высоком давлении качество бруска не улучшается, тогда как износ форм ускоряется. 3) Материалом для формы, в которой производят прессование (фиг. 1), служит сталь, к-рая предварительно цементуруется и тщательно отполировывается (в наст. время очень рекомендуется нитрированная

Табл. 1.—Физические свойства.

Удельн. вес металла	$19,32 \pm 0,2$
» » спеченной массы	17—18,5
t° пл.	$3400 \pm 50^\circ$
Удельн. теплоемкость, cal/г град.	0,0337
Теплопроводность при 1000° в среднем cal/см сек. град.	0,23
Тепл. коэфф. расширения при 0°	$4,5 \cdot 10^{-6}$
» » » 1000°	$5,2 \cdot 10^{-6}$

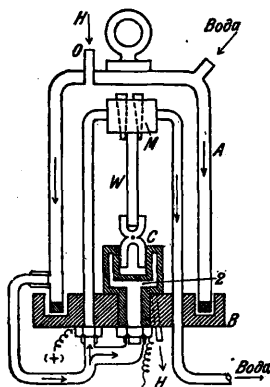
сталь). 4) При выполнении операции прессования надлежит наблюдать за чистотой формы, ничем ее не смазывать и перед прес-

Табл. 2.—Механические свойства.

Свойства	Однокристаллич. проволока		Протянутая проволока	
Модуль упругости E^* в кг/мм ²	40 000		35 000—38 000	
Кручения G » »	17 100		15 000—17 000	
Предел упругости » »	70		—	
Свойства	Однокристаллич. проволока		Многокристаллич. вытянут.	Необраб. нунки после спекания
	без внутр. напряж.	усиленная		
Сопротивление разрыву в кг/мм ²	~108	до 180	до 415	13
Удлинение в %	20	—	1	—
Твердость по Бринелю малопротокованного W 350				
* Влияние t° незначительно изменяет E.				

совкой тщательно очищать; время от времени полировать. 5) Не следует прикасаться руками к порошку и форме изнутри, т. к. пот рук чрезвычайно вредно отзывается на последующих результатах. 6) Штмпель пресса должен плотно входить в форму и выниматься из нее со звуком, т. е. должен быть тщательно притерт и передавать давление равномерно по всей поверхности во избежание получения слоистости в прессуемом бруске, которая делает невозможным приготовление из такого бруска проволоки. 7) Не следует спрессованные штабики держать в запасе; обычно в тот же день отпрессованные палочки должны подвергаться дальнейшей операции—спеканию.

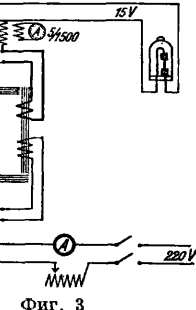
Спекание имеет целью придать отпрессованной палочке большую прочность, что достигается обработкой палочки в восстановительной атмосфере водорода в трубчатой печи из кварца, нагреваемой электротоканами до соответственной t° . Операция происходит в течение 2 часов, остывание требует примерно того же времени. Температуру поднимают постепенно, доводя до максимума после одного часа. В печь палочки загружают по несколько штук и укладывают на шамотовые пластинки, покрытые вольфрамом. Выполняя процесс спекания, надо наблюдать, чтобы t° не переходила за пределы, при которых начинается энергичный рост кристаллов, т. е. для вольфрама 1300° ; во все время операции должен протекать газ совершенно сухой, т. к. присутствие паров воды вызы-



Фиг. 2.

вает интенсивный рост кристаллов. После спекания палочки по внешнему виду отчасти напоминают уже плотный металл и приобретают такую прочность, что переносят давление зажимов и допускают об-

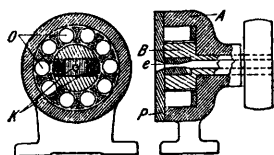
работку слесарными инструментами. После операции палочки могут лежать неограниченное время без вреда для хода дальнейшей обработки. Но все же кристаллы штабика после этой операции еще не настолько связаны между собой, чтобы их можно было обработать на проволоку; поэтому их подвергают следующей операции—формированию, или сварке.



Фиг. 3

Формирование (сварка) имеет целью придать строению штабиков такую плотность и характер структуры, чтобы можно было их обрабатывать ковкой и протяжкой. В виду малых размеров палочки, практически удобнее нагревать ее электротоканом, включая ее как сопротивление в цепь. Для устранения окисления вся операция сварки ведется в атмосфере водорода. Водород должен быть достаточно сухим, чтобы не вызвать излишн. роста кристаллов, который и без того при этом процессе неизбежен. Явления, происходящ. здесь, не тождественны с теми, которые происходят при накаливании электротоканом плотного металла, вследствие того, что здесь металлические стержни состоят из спрессованного порошка; т. к. химич. и физические свойства этого порошка в разных партиях всегда различны, получение идентичных конечных результатов при сварке весьма затруднительно. На основании исследований над изменениями структуры в таких брусках операцию формирования для получения ковкого металла нужно вести при температурном режиме, наиболее выгодном для порошкообразной смеси определенного объема встряхивания. Этот режим устанавливается эмпирически и соответствует 95—98% той нагрузки в амперах, при которой наблюдается плавление стержней; все спрессованные стержни подвергаются формированию под такой нагрузкой. Самый процесс сварки ведут, руководствуясь практически выработанной схемой времени подъема силы тока в печи, ее стационарного действия и снижения. Процесс сварки выполняется на аппарате, изображенном на фиг. 2 и 3. Колпак А с двойными стенками, между к-рыми течет холодная вода по стрелке, устанавливается на поддоне В, в котором проложено резиновое кольцо, благодаря чему получается несколько большая герметичность, чем если

бы колпак *A* ставился непосредственно на чугун. К поддону *B* укреплено приспособление *C*, состоящее из медных трубок и пустотелой коробки *M*, в которой при посредстве клинообразного нажима зажимается вольфрамовая палочка *W*. Через приспособление *C* также протекает холодная вода. Кроме того к поддону прикреплен железный стакан *2*, также двустенный, и через него протекает холодная вода; внутрь стакана наливается ртуть. Заправка аппарата производится так. Вольфрамовый стержень зажимается в верхнем зажиме *M* и на другом его конце заземляется в шпильку.



Фиг. 4.

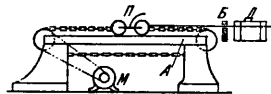
Нижние концы шпилек погружаются в стакан со ртутью. Опускается колпак *A*, и через трубу *O* пускается водород, который, наполняя колпак, будет выходить через трубку наружу. После заполнения водородом колпака пускается ток от трансформатора, и вольфрамовый стержень начинает постепенно нагреваться вследствие постепенного увеличения силы тока, регулируемой реостатом в первичной цепи, питающей трансформатор. Выполнив нагрев вольфрамового стержня, выключают ток и, когда стержень остынет, прекращают приток водорода и воды. Подняв колпак, вынимают обработанный стержень. При переходе восстановленного вольфрама из одной стадии производства в другую его наружный вид постепенно меняется, а именно: спрессованный стержень имеет темносерый землистый цвет; после спекания стержень отчасти напоминает металл, а после сварки имеет совершенно металлический вид и звонкость, обладая при этом в разломе металлической структурой. Перечисленными операциями заканчивается металлургическая подготовка вольфрама.

Дальнейшими операциями являются процессы механики: обработки вольфрамовой палочки с целью получения проволоки разных диаметров. Отдельные стадии процесса механической обработки вольфрама таковы.

К о в к а—преследует две цели: 1) удлинить сваренную палочку, превратив ее прямоугольное сечение в круглое, т. е. приготовить ее к волочению, и 2) придать такое строение, при котором механическая обработка м. б. успешно выполнена. Дляковки употребляются особой конструкции ковочные машины, схема к-рых изображена на фиг. 4. В кольцеобразную станину *A* вставляется фасонная ось *e* со сквозным осевым каналом и с фасонной передней частью *B*, в которую вставляются плашки *K*, упирающиеся в свободно движущиеся пластинки. Внешняя поверхность части *B*, будучи вставлена в станину, опирается на ряд роликов *O* (числом 10), установленных с промежутками друг около друга. Средний цилиндрический канал в каждой последующей паре имеет соответственно меньший диаметр, чем в предыдущей. В часть *B* вставляются плашки, запирается крышка *P*, удерживающая их от выпадения при вращении; пускается в ход электромотор, соединенный с ковоч-

ной машиной ремнем. При этом плашки совместно с частью *B* будут вращаться со скоростью 600 об/мин. Под действием центробежной силы плашки расходятся, попадая в промежуток между роликами *O*, и последними сближаются друг с другом. Так сбр., если между плашками продвигать отковываемый брусок, размеры которого несколько больше канала в плашке, то брусок будет подвергаться ударам плашек, и так как одновременно он продвигается вперед либо от руки, либо механически, то можно произвести изменения размеров бруска и его структуры. Число ударов плашек по бруску будет равно $600 \times 10 = 6000$ в 1 м. Брусок из вольфрама обрабатывают в нагретом состоянии; соблюдая необходимую t° нагрева, при этом можно изменить и структуру металла. Это последнее обстоятельство вытекает из нижеследующего соображения: равноосная кристаллич. структура в бруске получается после сварки бруска; если же брусок подвергнуть ковке, то его структура изменится в волокнистую. Если структуру не подвергнуть изменению, к-рое возвратит ее к равноосной, то брусок не будет дальше коваться, а станет расслаиваться. Средством изменить структуру служит нагрев бруска до t° рекристаллизации. Ковочная машина строится разных величин, например для 3-да ГЭТ в Москве были построены машины трех размеров: № 1—диам. поперечника 8—2,5 мм; № 2—2,5—1,75 мм; № 3—1,75—0,95 мм. Пропускаемый через эти три машины вольфрамовый штабик из короткого (120 мм длинной), с поперечным сечением 7×7 мм, обрабатывается в длинный (4 600 мм), с сечением по кругу диам. 0,95 мм. Пруток проходит через 26 плашек; t° нагрева на первой машине доводится до 1300° , на второй—до 1250° и на третьей—до 1150° . При машинах—трубчатые печи с электрич. нагревом, при чем в печь у первой машины непрерывно течет водород, у следующих же машин нагрев происходит уже без водорода.

П р о т я ж к а. После отковки до диам. 0,95 мм брусок подвергается протяжке на цепном станке, принцип устройства к-рого виден на фиг. 5. На скамье *A* из двух балок по ее концам установлены два барабана для цепи Галля. Левый барабан получает движение от электромотора *M*. Впереди правого

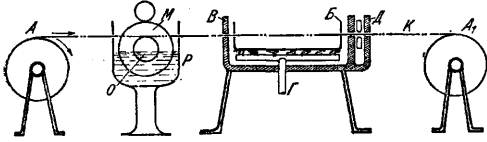


Фиг. 5.

конца скамьи установлено приспособление для нагрева волочильного глазка и печь. По полкам балок катаются тележка *П*, на которой укреплены клещи с крючками, зацепляющимися за цепь Галля. Если крючок задел за звено цепи, то тележка будет двигаться, увлекаемая цепью. Пруток, который надо протянуть через глазок, заостряют и, пропустив через печь *D* и глазок *B*, захватывают клещами тележки, благодаря чему нагретый до определенной температуры пруток будет проходить через глазок (процесс волочения).

С р е д н я я и т о н к а я п р о т я ж к а. Принцип этой операции—тождественный с обычным, применяемым при протяжке в ал-

мазных волоочильных глазках, но с предварительным нагревом проволоки. Схема протяжки от 0,60 до 0,15 мм (фиг. 6) заключается в следующем: проволока, намотанная на катушку *A*, свободно насаживается на ось. Конец проволоки, взятой из этой катушки, перекинут через блок *M*, вращающийся на оси *O* в коробке *P*, где налита графитовая смазка. Далее смазанная проволока идет через чугунную коробку *B*, сверху открытую, с отверстием в дне; в противоположном от входа проволоки конце имеется отгороженное стенками отделение, в к-рое вставляется



Фиг. 6.

волоочильный глазок *D*. На дне коробки *B* кладется закрытая с концов газовая трубка; посредине имеется отросток *Г*, выходящий через отверстие в дне коробки *B* наружу; при посредстве этого отростка вводится в трубку светильный газ, к-рый и м. б. зажжен внутри коробки. Над этой горелкой вешается железный жолоб *Б*, который, нагреваясь, образует муфель для нагрева проволоки *К*, проходящей через нее и далее через глазок *D* и закрепляемой на катушке *A*. Если заставить катушку *A* вращаться по стрелке, то проволока с катушки *A* будет перематываться на катушку *A*₁ и, проходя через глазок, получит соответственный отверстию размер диаметра. Отношение диаметров входящей в глазок и выходящей из него проволоки для разных металлов разное; для вольфрама оно находится в пределах 0,923—0,958.

Волоочильные глазки. Волоочильные глазки с диаметром см 1—0,060 мм, через к-рые протягивается вольфрамовая проволока на цехном стане, обычно изготовляют из карбида вольфрама; их твердость (9,8—по шкале Моса) немного ниже твердости алмаза, но тверже всякой стали. Для дальнейших протяжек вольфрамовых проволок применяется наилучший сорт алмазных камней, так наз. Jagers (для диам. до 0,011 мм). Для предохранения металла от окисления вольфрамовая проволока подвергается особой смазке коллоидальным графитом. Перечисленными операциями заканчивается самое производство проволоки из вольфрама.

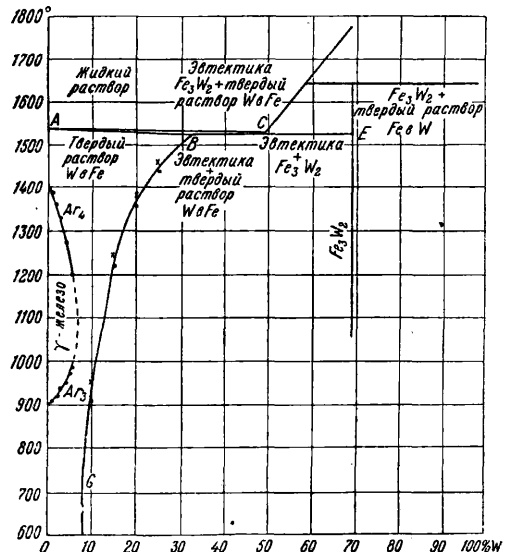
Из приведенного краткого обзора видно, что производство проволок из вольфрама отличается от производства проволок из черных и красных металлов, особенно в металлургическ. части; болванки из плавленного металла, полученные лабораторным путем, совершенно негодны для механич. обработки: они имели чрезвычайно крупную кристаллическ. структуру и были хрупки, как стекло. Проволоки из вольфрама гл. обр. применяются в электроламповой промышленности, а также и в радиопромышленности. Электроламповая промышленность требует от проволок из вольфрама специфич. технических условий, к-рые в общих чертах сводятся к следующему. Диаметр проволоки

по всей ее длине д. б. одинаковым. Длина в одном конце—не менее 500 м, самых тонких размеров—диаметра 0,017 мм. Такое требование вытекает из необходимости иметь электрич. сопротивление по всей длине одинаковым, а это вызывает строгие требования в колебании диам. проволоки по всей длине. Электроламповая промышленность стремится получить такую проволоку из вольфрама, к-рая во время накала в лампе не распыливалась бы, не меняла своей структуры и была бы механически прочной при ударах. С этой целью прибивают к металлическ. вольфраму трудно летучие окиси (окись тория), также кремнезем, или ведут рекристаллизацию. В СССР производство проволок из вольфрама организовано ГЭТ при электрозаводе в Москве. В настоящее время потребление в п. выражается в 28 000 000 м в год.

Лит.: Smithells C. J., Tungsten, L., 1926; Müller N. L., Die Fabrikation u. Eigenschaften d. Metalldrahtlampen, Halle, 1914; Leiser H., Wolfram, Halle, 1910; Alterthum H., Wolfram, Brschw., 1925; Weber C., Die elektrischen Metallfaden-Glühlampen, Leipzig, 1914; Hevers C., Die Herstellung der elektrischen Glühlampen, Leipzig, 1923.

Т. Алексеев-Сербин.

ВОЛЬФРАМОВАЯ СТАЛЬ, железо-вольфрамовый сплав, содержащий некоторое количество С, Si и Mn; иногда в состав В. с. входит и Cr. Признаком, по которому В. с. отличается от ферро-вольфрама, является способность ее обрабатываться в горячем состоянии. Максимальное содержание W в принятых на практике сортах В. с.—20%. Диаграмма равновесия системы железо-вольфрам была изучена японцами Хонда и Мураками и позднее американцем Сайксом (W. P. Sykes). Согласно этим исследованиям, диаграмма равновесия Fe-W имеет вид,



Фиг. 1.

показанный на фиг. 1. Как видно из этой диаграммы, $t_{пл}$ сплавов железо-вольфрам (линия *ABC*) в интервале химического состава от 0% W до 49% W остается почти постоянной и мало чем отличается от $t_{пл}$ (линия *ACE*) чистого железа. При дальнейшем увеличении содержания W в стали $t_{пл}$

сплава резко возрастает. Сплавы железо-вольфрам, содержащие 33% W, при закалке обнаруживают под микроскопом только крупные полиэдры твердого раствора вольфрама в железе (фиг. 1 вкладного листа). При медленном же охлаждении сплавов, содержащих $\leq 33\%$ W, наблюдается вторая фаза (фиг. 2 вкладного листа). Эта вторая фаза отвечает составу Fe_3W_2 ; содержание W в ней равно 68,7%. Кривая равновесия Fe-W, приведенная на фиг. 1, показывает, что если сплав с содержанием 20% W закалить при t° в 1400°, т. е. выше линии BG—кривой, определяющей предел насыщения α -Fe вольфрамом (твердый раствор W в кубической решетке α -Fe), то микроструктура такого сплава будет (аналогично фиг. 1 вкладн. листа) состоять лишь из одних полиэдрич. зерен твердого раствора; если же такой сплав (20% W; 80% Fe) выдерживать достаточно долго при 1300°—1350° и затем закалить при этой t° , т. е. ниже линии BG, то на фоне крупных полиэдров твердого раствора должны быть видны частички выделившегося из раствора химич. соединения Fe_3W_2 . Сплав с 10% W, в случае закалки при t° выше 950°, имеет полиэдрич. структуру твердого раствора вольфрама в железе; при закалке того же сплава при t° 900° и ниже на фоне полиэдров твердого раствора д. б. видны частички выделившегося из раствора Fe_3W_2 . Если сплав, содержащий 15% W, закалить при 1300° или сплав с содержанием 20% W закалить при темп-ре выше 1400°, то структура таких сплавов будет состоять из одних крупных полиэдров; если же нагреть эти закаленные сплавы до t° 700°—800°, т. е. ниже линии BG, и при этих температурах выдержать закаленные сплавы достаточно долгое время, то из пересыщенного твердого раствора выделятся частички Fe_3W_2 в виде небольших включений на фоне полиэдров; твердость сплавов при этом заметно возрастет. На помещаемых ниже кривых изменения твердости видно, как значительно увеличивается твердость вольфрамовых сплавов при последующем нагреве их после закалки при 1500°.

Явление старения (aging) вольфрамовых сплавов аналогично старению дуралюминия с той только разницей, что в дуралюминии повышение твердости наблюдается при вылеживании закаленного образца при

700° и 800°, отчетливо подтверждает это явление. Изменение твердости сплавов находится в полном соответствии с микроструктурой. Микроструктура сплава (20% W и 80% Fe) после закалки в воде при 1500° представляет однородн. твердый раствор—единую фазу без каких-либо следов второй фазы—химическ. соединения Fe_3W_2 .

Микроструктура такого сплава состоит из светлых полиэдров твердого раствора W в железе. При выдержке такого сплава в течение двух часов при 700° (фиг. 3 вкладн. листа), из сплава начинают выделяться частички Fe_3W_2 в чрезвычайно дисперсном состоянии; дисперсность столь велика, что даже при увеличении в 1000 раз эти частички почти незаметны для глаза. Как и для дуралюминия, такой структуре отвечает максимальная твердость.

При дальнейшей выдержке при той же t° до 20 час. (фиг. 4 вкладного листа) размер выделившихся частичек Fe_3W_2 возрастает, в соответствии с чем твердость сплава несколько падает (с 330 до 312). При более высокой темп-ре процесс выделения частичек Fe_3W_2 из раствора идет с большей быстротой; выделившиеся частички Fe_3W_2 имеют больший размер, в соответствии с чем твердость сплава понижается. Так, на микроструктуре сплава с 20% W, закаленного при 1500°, после выдержки при 800° в течение 20 час. (фиг. 5 вкладн. листа), ясно видны отдельные частички Fe_3W_2 . В соответствии с этим сплав имеет твердость всего лишь 260.

При длительной выдержке после закалки при более высокой t° (фиг. 1) твердость сплава д. б. ниже по двум причинам: 1) размер выделившихся частичек Fe_3W_2 возрастает, 2) абсолютное количество выделяющихся из раствора частиц Fe_3W_2 при более высоких t° будет меньше, так как при более высоких t° в твердом растворе удержится большее количество вольфрама (см. линию BG, фиг. 1). Фиг. 6 вкладн. листа представляет микроструктуру того же сплава, выдержанного после закалки в течение 1 ч. при 1000°, и ясно иллюстрирует вышеприведенные соображения.

Естественно, что такой сплав, где и количество выделившихся частиц Fe_3W_2 заметно меньше и размер отдельных частиц достаточно велик, должен обладать незначительной твердостью. Найденное при испытании этого сплава число твердости 180 хорошо согласуется с приведенной здесь микроструктурой.

На фиг. 2 представлено изменение твердости при нагреве сплавов с 15, 20 и 25% W в течение 1 ч. при разных t° . На фиг. 3 приведена диаграмма изменения твердости вольфрамовых сплавов при отпус-

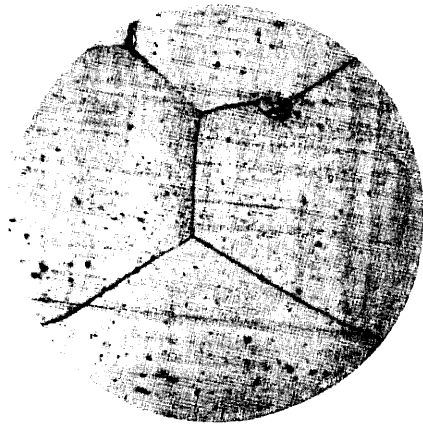
Табл. 1.— Числа твердости по Бринелю железо-вольфрамовых сплавов.

Сплав	Закаленный	Выдержанный при 700° в течение часов:						Выдержанный при 800° в течение часов:								
		¼	½	1	2	5	10	20	¼	½	1	2	5	10	20	
Fe+10% W	134	—	—	130	—	151	—	180	—	—	—	—	—	—	—	—
» +15% »	139	144	151	155	160	220	—	223	170	173	194	201	—	—	—	—
» +20% »	160	213	228	315	330	—	330	312	290	293	294	—	294	292	260	188
» +25% »	184	—	320	346	391	391	385	360	356	372	372	356	332	—	312	—

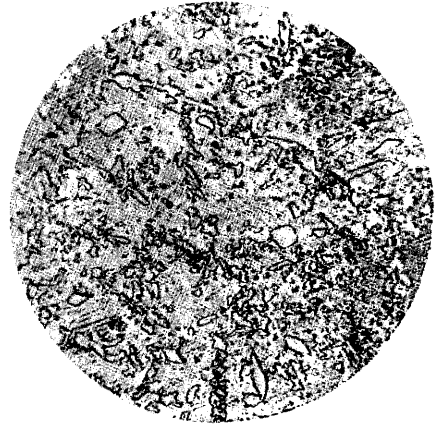
t° от 15 до 100°, повышение же твердости вольфрамовых сплавов требует выдержки их при более высокой t° .

Табл. 1, показывающая изменения твердости железо-вольфрамовых сплавов, закаленных в воде при 1500° и выдержанных затем в течение длительного времени при

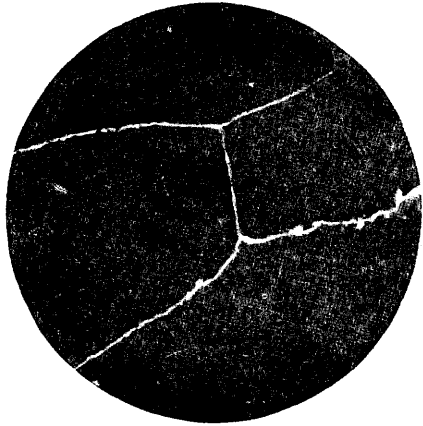
ке при 700° в течение разного времени. Эти диаграммы, резко иллюстрирующие явление вторичной твердости, находятся в полном соответствии с основной диаграммой равновесия системы железо-вольфрам, разъясняющей природу этого явления. В присутствии углерода W вступает с ним в соединение WC.



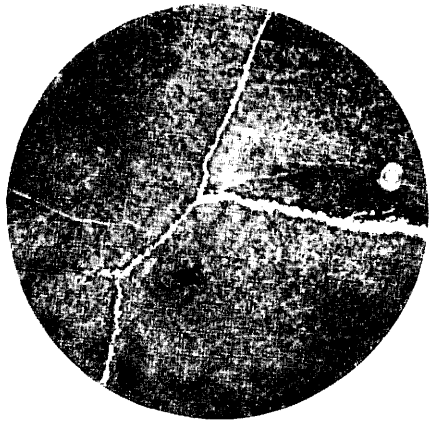
1



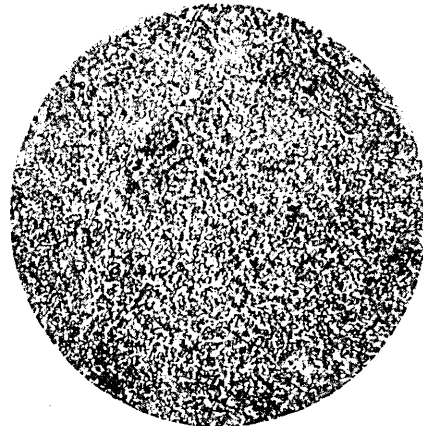
2



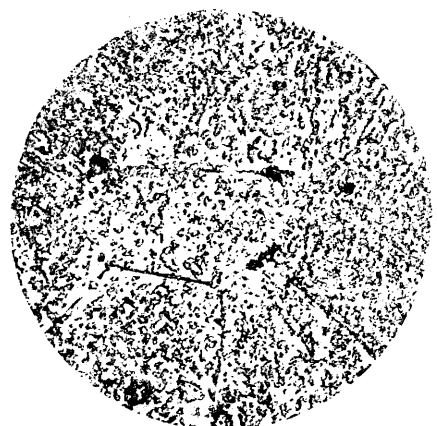
3



4



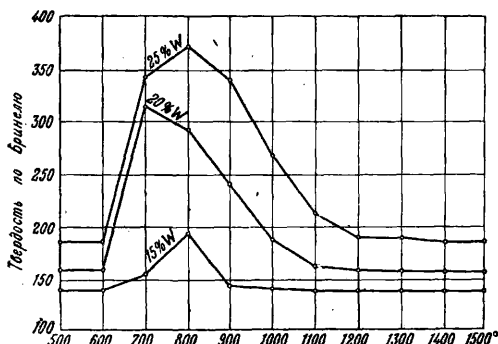
5



6

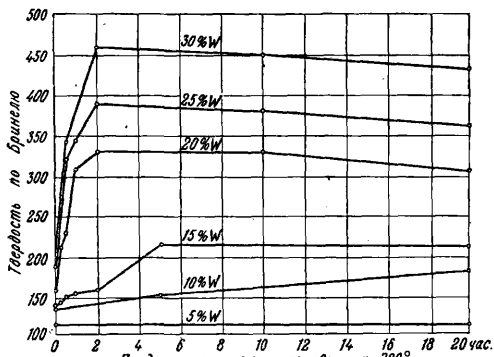
1. Микроструктура сплава 33% W и 67% Fe, закаленного в воде при 1500°. ×1000. 2. Тот же сплав, охлажденный в печи в течение 40 ч. с 1500° до 500°. ×1000. 3. Микроструктура сплава 20% W и 80% Fe, закаленного при 1500° и выдержанного в течение 2 ч. при 700°; тв. по Бринелю 330. ×1000. 4. Тот же сплав, закаленный при 1500° и выдержанный при 700° в течение 20 ч.; тв. по Бринелю 312. ×1000. 5. Тот же сплав, закаленный при 1500° и выдержанный в течение 20 ч. при 800°; тв. по Бринелю 260. ×500. 6. Тот же сплав, закаленный при 1500° и выдержанный в течение 1 ч. при 1000° и снова закаленный; тв. по Бринелю 180. ×500.

При нормальных условиях карбид вольфрама с цементитом образует двойной карбид, диссоциирующий при температуре выше A_{c_1} (индексы: $A_{c_1}, A_{r_1}, A_{r_2}, A_{r_3}, A_{r_4}$ — см. Железо) на простые карбиды, которые вновь соединяются в двойные карбиды при нагреве,



Фиг. 2.

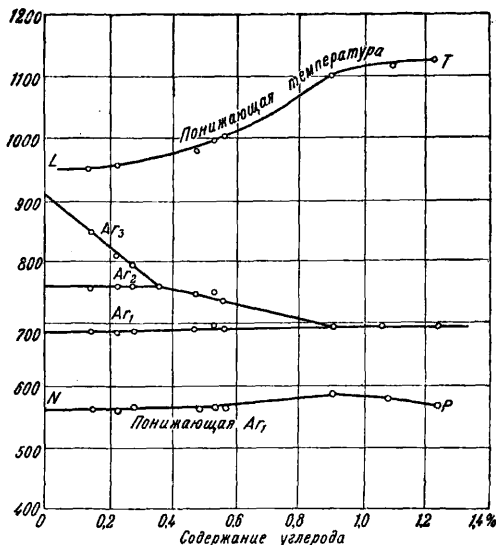
не слишком высоким. При высоких t° карбид вольфрама, реагируя с железом, может дать Fe_3W_2 и цементит. Это образование и растворение Fe_3W_2 в аустените вызывает при охлаждении понижение критических точек В. с., на которое впервые обратил внимание Свинден (Th. Swinden). Он наблюдал, что для В. с. с разным содержанием углерода существует такая определенная темп-ра T_k , что предварительный нагрев до температур ниже T_k не отражается на положении критич. точки A_{r_1} , тогда как нагрев В. с. выше этой t° вызывает заметное понижение точки A_{r_1} , при чем оно будет тем значительнее, чем больше содержание W в стали. Эта



Фиг. 3.

определенная темп-ра T_k называется понижающей темп-рой. На приводимой диаграмме (фиг. 4) представлена кривая понижающей темп-ры (LT), полученная Свинденом для стали, содержащей 3% W. Марс (Mars) дает следующее объяснение явлению, изученному Свинденом. Он предполагает, что понижающая температура есть t° кристаллизации аустенита, при к-рой исчезают последние зародыши отдельных фаз, растворяющихся в аустените. Перекристаллизация аустенита, содержащего посторонние примеси, происходит значительно медлен-

нее, и потому при охлаждении В. с., нагретой выше понижающей температуры, критич. точка A_{r_1} понижается. Чем больше будет содержание W в стали, тем выше надо будет нагреть сталь, чтобы перевести весь W



Фиг. 4.

в растворенное состояние, т. е. тем выше будет понижающая температура и тем значительно понизится критическая точка A_{r_1} .

Микроструктуру вольфрам. стали изучали японцы Хонда и Мураками, а также Гилле (Guillet). Согласно этим исследованиям, В. с. можно разбить по структуре на две группы (фиг. 5): сталь перлитную и сталь с двойными карбидами. К первой группе будет относиться сталь с невысоким содержанием W и C; при повышении содержания того или другого В. с. принимает структуру второго типа. Излом В. с. заметно мельче, чем излом углеродистой стали. Структура В. с. становится тем мельче, чем больше содержание W и C в стали.



Фиг. 5.

Значительный уд. вес W (19,3) должен отразиться на удельном весе вольфрамовой стали, как это видно из табл. 2.

Табл. 2.—Удельный вес вольфрамовой стали (по Гадфильду).

Процентное содержание		Уд. вес В. с.
C	W.	
0,21	1,49	7,68
0,28	3,40	7,79
0,46	8,33	8,11
0,78	16,18	8,60

Теплопроводность В. с. крайне незначительна; поэтому нагревать ее перед ковкой следует осторожно: быстрый нагрев В. с. может вызвать образование трещин. Теоретически t° ковки В. с. не должна отличаться

от температурыковки углеродистой стали, однако, благодаря значительной твердости В. с. в горячем состоянии, практически ковку В. с. производят при t° , которая значительно выше t° ковки углеродистой стали.

Производство В. с. В. с. производится главным обр. в электрич. печах или в тиглях—в аппаратах, обеспечивающих, с одной стороны, придание стали лучших физических свойств, а с другой—меньший процент угара вольфрама при плавке. На некоторых заводах плавят В. с. и в кислых мартеновских печах небольшого тоннажа. Ферро-вольфрам представляет собою сплав, сравнительно мало угорающий; небольшой процент угара при плавке В. с. обуславливается: а) незначительной склонностью вольфрама к окислению; б) большим уд. весом Fe-W, благодаря чему вольфрам не задерживается в шлаке. Техника приготовления В. с. не представляет тех затруднений, с какими связано приготовление хромистых сталей. Fe-W вводят в печь небольшими порциями каждый раз после расплавления предыдущей порции: при поспешной даче Fe-W легко наварить на поду печи «ковел» вольфрама, расплавление которого значительно затягивает продолжительность плавки. Чтобы по возможности излишне не удлинять плавку при приговлении стали с высоким содержанием вольфрама, начинают присадку Fe-W (с 80% W) в не вполне раскисленную ванну, ведя параллельно с присадкой его и раскисление стали; незначительное увеличение угара вольфрама при таком методе плавки компенсируется экономией, связанной с сокращением продолжительности плавки. Если количество вводимого в печь Fe-W невелико, то в целях понижения процента угара вольфрама желательнее вводить Fe-W после раскисления стали. С целью еще большего сокращения продолжительности плавки некоторые заводы пытались вводить Fe-W с самого начала плавки непосредственно в шихту. Такой метод работы применим лишь в случае загрузки в печь очень чистых шихтовых материалов с незначительным содержанием фосфора. Как правило, вводить Fe-W в печь вместе с шихтой не следует: уменьшение стоимости выплавки не компенсирует понижения качества ответственных В. с. Вольфрам удобнее вводить в стали в виде ферро-вольфрама (в кусках): $t^{\circ}_{пл}$ его ниже $t^{\circ}_{пл}$ металлического вольфрама, имеющего вид порошка; в случае употребления последнего W вводится следующим способом (применявшимся автором на заводе «Электро-сталь»): металлическ. порошок вольфрама отвеивают в бракованные железные котелки и в упакованном виде бросают в печь; благодаря большому удельному весу вольфрама котелок успевает потонуть в стали раньше, чем железо котелка расплавится, и вольфрамовый порошок благодаря этому не теряется в шлаке.

Применение В. с. I. Сталь с содержанием W от 1 до 2,5% применяется: а) в качестве специальной инструментальной стали для резцов и других инструментов, в которых важно сохранить режущую способность острия, б) для клапанов газо-

моторов, в) для волоочильных досок. Сталь этого типа, содержащую около 1% С и от 1,25 до 2% W, рекомендуется подвергать следующей термическ. обработке: 1) медленный нагрев до 800°, 2) закалка в воде, 3) отпуск при 200—260°. II. Сталь с содержанием 1,1—1,3% С и 3—6% W применяется в качестве инструмента для окончательной отделки твердых изделий, напр. для нарезки резьбы в ружейных стволах. Для сообщения этой стали лучших режущих свойств иногда к ней прибавляют небольшое количество хрома. Буллес (D. Bullens) рекомендует для отделки твердых изделий сталь следующего состава (табл. 3):

Табл. 3.—Состав вольфрамовой стали для отделки твердых изделий.

Сталь	C	Mn	W	Cr
Очень твердая	1,0 —1,3	0,2—0,35	3,0—5,0	0,75—1,0
Типичная . . .	1,1 —1,45	0,2—0,35	3,0—4,0	0,15—0,40
Специальная .	1,15—1,35	0,2—0,35	6,0—7,0	0,15—0,40

Эти стали перед закалкой д. б. нагреты до 930°; нагрев д. б. постепенный, а затем при указанной t° сталь должна быть выдержана, чтобы мог закончиться процесс растворения карбидов вольфрама; t° , рекомендуемая для закалки специальной стали, колеблется в пределах 840—900°. Если обработку вести в две стадии (растворение карбидов и закалка в собственном смысле слова), то для первой стадии нагрев может быть доведен до 930°, а для второй—до 840—875°. III. Вольфрам увеличивает не только временное сопротивление, но и сопротивление выгоранию стали от действия пороховых газов; поэтому вольфрамовые стали находят применение как для ружейных стволов (0,5—0,55% С; 1,6—1,9% W), так и для труб гаубичных пушек (0,6—0,7% С; 1—3% W). IV. Гадфильд отмечает, что сталь с низким содержанием вольфрама (0,75%) применяется для пружин (хотя для этого целесообразнее применять кремнистую сталь). V. Большое распространение получила В. с. для изготовления постоянных магнитов. Нормальный состав магнитной стали: 0,6—0,75% С; 5—6% W. Марс, изучавший влияние W на магнитные свойства стали, получил следующий результат (табл. 4):

Табл. 4.—Влияние вольфрама на магнитные свойства стали.

Анализ		Три закали т°	Закалочная жидкость	Показания магнетометра		
C	W			непоср. после намагнич.	по проществу 8 дней	потери магнитн. свойств в %
1,15	0,68	780	Вода при 10—15°	69,5	68,5	2,9
1,16	1,20	750		76,5	76,0	1,3
0,64	1,12	820		76,5	73,5	3,9
0,62	1,96	800		85,5	84,0	1,8
1,20	3,22	740		66,5	65,0	4,5
0,57	5,47	930		90,5	90,5	0,0
1,25	8,65	930		61,0	58,5	4,1

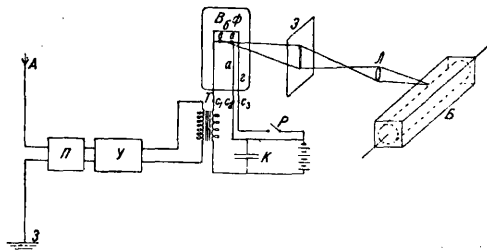
Булленс рекомендует В. с. с 0,7% С и 5—6% W закаливать без отпуски в воде при 845—860°. Иногда к магнитной В. с. прибавляют некоторое количество хрома; такую сталь приходится закаливать не в воде, а в масле. В настоящее время наряду с магнитной В. с. применяют хромовую сталь для постоянных магнитов; лучшей же магнитной сталью является кобальтовая сталь. VI. Высокоуглеродистая В. с. применяется для изготовления волоочильных досок. Для волоочения мягкой проволоки применяют доски с содержанием С 1,9—2,2% и W в пределах 1,5—3%. Термич. обработка досок сводится к закалке очков (дыр) в воде при 760—790°; отжигается эта сталь путем медленного охлаждения, начиная с 760—790°. Доски средней твердости для протяжки прутков диаметром более 3 мм обычно готовятся из хромо-вольфрамовой стали следующего состава: 1,9% С; 4% W; 2% Cr; 0,4% Mn. Для протяжки же проволоки очень тонкого сечения применяется хромо-вольфрамовая сталь с высоким содержанием W; обычный состав ее: 1,9% С; 11,5—12% W; 1,9% Cr; 1,9%—2,0% Mn. Такая сталь закаливается при 820° в масле с последующим отпуском при 160—220°. Обрабатывается она крайне трудно; для отжига ее охлаждают крайне медленно после выдержки при 580—600°.

VII. Значительное распространение получила В. с. для изготовления *быстрорежущей стали* (см.). VIII. Сталь для матриц—следующего состава: 0,6—0,65% С; 8,0—9,0% W.

Лит.: Б а б о ш и н А. Л., Металлография и термическая обработка железа, стали и чугуна, ч. III, стр. 455—473. П., 1918; M a r s G., Die Spezialstähle, p. 379—411, Stuttgart, 1922; H a d f i e l d R., Special Steels, L., 1923; S y k e s W. P., The Iron-Tungsten System, N. Y., 1926; B u l l e n s T., Steel a. its Heat Treatment, N. Y., 1916; S w i n d e n T. H., The Carbon-Tungsten Steels, L., 1907; S w i n d e n T. H., The Constitution of Carbon-Tungsten Steels, London, 1909.

К. Григорович.

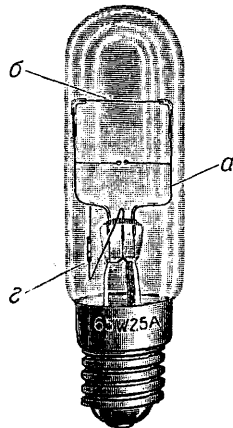
ВОЛЬФРАМОВОЕ ФОТОРЕЛЕ, вольфрамовая дуговая лампа, состоящая из стеклянного баллона, наполненного разреженным инертным газом (обычно аргоном). В баллоне В. ф. (фиг. 1) на специальном держателе *a* помещены два электрода *в, в*—шарики из вольфрама, имеющие диаметр около 2 мм, с расстоянием между ними от 0,5 до 1 мм. Питающее напряжение 110—220 В,



Фиг. 1.

подводимое к электродам лампы, вызывает появление дуги только в случае предварительной ионизации газа специальным подогревателем *б*, представляющим нить накала, расположенную на том же держателе *a*, но изолированную от него с одной стороны стеклянной насадкой. Проводник *г* соединяет изолированный конец нити на-

кала с добавочной клеммой *с*, на цоколе лампы. Всего на цоколе лампы имеются три клеммы, из которых две, *с*₁ и *с*₂, служат для подведения напряжения к шарикам, а третья *с*₃—для предварительного подогрева. При включении лампы накаливается нить подогревателя, а затем возникает дуга между вольфрамовыми шариками. При появлении дуги нить накала отключают при помощи рубильника *Р*, и дуга в лампе поддерживается за счет раскаленных вольфрамовых электродов. На фиг. 2 изображен общий вид лампы. Работа вольфрамовой лампы может происходить при питании как переменным, так и постоянным током. Сила света, излучаемая вольфрамовой лампой, достигает 100—500 свечей. Спектральный анализ дуги вольфрамовой лампы обнаруживает наличие линий аргона, что указывает на то, что дуговой разряд происходит за счет ионизированного газа и не связан с распылением электродов, как в обычной дуговой лампе. При работе вольфрамовой лампы от постоянного тока подведение к ее электродам некоего переменного напряжения вызывает изменение силы света дуги, точно следующее за колебаниями переменного тока. Последнее свойство лампы дает возможность использовать ее в качестве источника света, изменяющегося с большой частотой, для целей воспроизведения изображений, передаваемых на расстояние. Применяемая в указанных приборах вольфрамовая лампа, включаемая по схеме фиг. 1, носит название В. ф. и помещается на приемной станции. Как видно из фиг. 1, электрические сигналы, соответствующие отдельным точкам передаваемого изображения, посылаемые передатчиком, воспринимаются приемником *П*, усиливаются мощным усилителем низкой частоты *У*, затем через трансформатор *Т* и конденсатор *К* воздействуют на питающую цепь В. ф. Изменяющийся по силе свет от дуги лампы проходит через экран *Э*, имеющий прорез шириной 0,25—0,5 мм, и концентрируется при помощи линз *Л* в виде точки на поверхности барабана *Б*, на котором расположена светочувствительная пленка. При вращении барабана отдельные точки пленки освещаются с большей или меньшей силой соответственно приемным сигналам, что при надлежащей синхронизации между передающим и приемным аппаратами дает возможность осуществить воспроизведение передаваемого изображения на приемной станции.



Фиг. 2.

Лит.: F r i e d e l W., Elektrotechn. Fernsehen, B., 1925; M i h á l y D., Das elektrische Fernsehen u. d. Telehor, 2 Aufl., B., 1926.

С. Канурин.

ВОЛЬФРАМОВЫЕ КРАСКИ, цветные соединения W, применяющиеся в качестве красок. Из них главные: в о л ь ф р а м о в ы е

белые—вольфрамовокислый цинк и вольфрамовокислый барий (BaWO_4)—обладают большой кроющей способностью, но вследствие своей дороговизны применяются мало; вольфрамовые бронзы—соединения трехоксида вольфрама с оксидами натрия, калия, лития и других металлов в разных соотношениях, отличающиеся металлическим блеском; среди них есть голубые, темноголубые и пурпурно-красные бронзы—краски весьма красивых оттенков; несмотря на это, вольфрамовые бронзы до сих пор не нашли широкого применения; вольфрамовая желтая (вольфрамовая бронза)—золотисто-желтый порошок с металлическим оттенком состава $\text{Na}_6(\text{WO}_3)_6$; для получения ее тонко измельченный металл. вольфрам вносят в расплавленный углекислый натрий; плав выщелачивают водой и прибавляют хлористый кальций; при действии азотной кислоты на образовавшийся таким обр. вольфрамовокислый кальций выпадает краска; вольфрамовая кислота H_2WO_4 также находит применение как желтая краска; цвет лимонно-желтый; вольфрамовая голубая (W_2O_3)—окись вольфрама (минеральная голубая, голубой кармин); для ее получения осадок, образующийся при приливании раствора хлористого аммония к горячему раствору вольфрамовокислого калия, отделяют и слабо прокалывают в струе водорода или обрабатывают цинком и соляной кислотой; краска чисто синего цвета, применяется в живописи; при смешении этой краски с вольфрамовой кислотой получается хорошая зеленая краска.

Лит.: Михайлов С. Н., Производство минеральных и земляных красок, П., 1915; Ullmann's Enzyklopädie der technischen Chemie, В. 8, Berlin—Wien, 1920. А. Васильев.

ВОЛЬФРАМОВЫЕ РУДЫ, минералы, содержащие W в виде WO_3 в различных соединениях с FeO , MnO , PbO , CaO . Главн. значение из них имеет вольфрамит, составляющий до 95% всей мировой добычи В. р. Хим. состав его: $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4 \cdot \text{WO}_3$ —76,37%; MnO —4,67% и FeO —18,96%; цвет буровато-черный, блеск металловидный, со смоляным оттенком; тв. 5—5,5, удельн. вес 7,2—7,5, сингония моноклиническая. Перед паяльной трубкой на угле при сильном дутье сплавляется в магнитный королек; с бурой реакция на Fe и Mn; с фосфорной солью в восстановительном пламени дает реакцию на W. Шеелит: $\text{CaWO}_4 \cdot \text{WO}_3$ —80,6%; CaO —19,4%; вольфрам иногда частично замещается Mo. Сингония тетрагональная; твердость 4,5—5, уд. вес 5,9—6; цвет белый, серый, желтый и бурый. Блеск смоляной, переходящий в алмазный.

Главным потребителем В. р. является металлургия, поглощающая до 85% всей мировой добычи. Металлич. вольфрам употребляется для производства нитей в экономич. электрич. лампочках, быстрорежущих сортов стали, твердых сплавов (воломиты, стеллиты), заменяющих при бурении алмазы. Промышленная руда содержит обычно всего от 0,5 до 10% вольфрамита, а потому на рынок идет обогащенная руда. Процессы обогащения имеют задачей отделить не только пустую породу, но и вредные примеси. Различают методы обогащения, представленные следующей схемой: в зависимости от формы вкрапленности руд—два способа: 1) крупно вкрапленные руды—обогащение отсадкой и концентрацией, 2) мелко вкрапленные руды—обогащение только концентрацией на столах Вильфлея и фру-ваннерах; в зависимости от чистоты В. р.: а) руды, содержащие примеси Sn, Pb, Cu, Bi, S, As, P, подвергают предварительному обжигу и магнитной концентрации, б) руды, не содержащие этих примесей, обжигу и магнитной концентрации не подвергаются.

Мировая добыча в 1925 году достигла 11 000 т концентрата (руда с 60% WO_3). Из этой суммы более 60% поставляет Китай. По отдельным странам добыча руды распределяется, как показано в табл. 1.

Цены на В. р. сильно колеблются, но с общей тенденцией к повышению (табл. 2).

В СССР вольфрамовая промышленность только что начинает развиваться; сосредоточена она в тресте «Редкие элементы». Главнейшие месторождения СССР сосредоточены в Забайкалье, между реками Шилкой, Ингодой и китайской границей. Вольфрамит и, реже, шеелит залегают в кварцевых жилах, связанных с гранитными породами. Крупнейшие рудники—Белухинский, Букуинский и Шерловгорский. Содержание

Табл. 1.—Распределение добычи вольфрамовой руды по отдельным странам в т.

Страны	1913 г.	1922 г.	1923 г.	1924 г.	1925 г.	1926 г.
СССР	—	—	—	—	1,5	62,81
Великобритания	197	3	2	2	—	10
Франция	160	—	—	—	150	—
Германия	96	125	100	83	—	—
Австрия	52	—	—	—	—	—
Испания	169	25	28	200	40	—
Португалия	1 126	562	530	400	510	—
С. Ш. А.	1 394	—	219	522	1 080	1 115
Мексика	—	25	30	25	25	—
Боливия	297	8	38	18	76	—
Перу	324	—	—	—	—	—
Аргентина	575	120	139	132	150	—
Ю.-Африк. союз	5	46	—	22	22	—
Брит. Индия и Бирма	1 572	958	886	751	784	635
Федер. Малайские штаты	248	110	44	105	171	—
Нефедер. Малайские штаты	114	246	81	325	650	—
Нидерл. Индия	6	—	20	329	—	—
Сиам	280	15	25	10	10	—
Индо-Китай	127	148	161	494	632	—
Китай	—	6 500	4 500	3 500	7 000	8 000
Япония	257	250	250	2	15	—
Австралия	767	25	2	4	3	—
Тасмания	81	21	107	60	177	84
Н. Зеландия	262	15	5	3	—	—
Прочие страны	14	—	—	—	—	—
Всего . . .	8 123	9 202	7 167	6 987	11 496,5	9 906,81

вольфрамита в руде—от 1 до 1½%. Россыпное месторождение вольфрамита открыто в

Табл. 2.—Цены на концентрат вольфрама в Нью Йорке и Лондоне в 1913—1926 гг.

Годы	Концентрат вольфрама	
	Нью Йорк	Лондон
	Долларов за единицу содержания WO ₃ в кор. тонне (907 кг)	Шиллингов за единицу содержания WO ₃ в дл. тонне (1 016 кг)
1913	7,24	33—33,5
1922	3,50—7,50	10—13
1923	10,00	12—16
1924	8,47	9,5—12
1925	9,00—12,50	9—24
1926	10,50—12,50	13—24,5

1926 г. по р. Б. Сохтую. Возможно нахождения богатых рассыпных месторождений и в районе Букуки. На Урале в 1925 г. открыто месторождение шеелита в Гумбийском золотоприносковом округе, в 37 км к востоку от горы Магнитной; в 1925/26 г. добыто около 26 т концентрата. Месторождение разрабатывается трестом «Уралзолото».

Лит.: Мейстер А. К., *Металлические полезные ископаемые СССР*, М.—Л., 1926; Лиандов К., *Руды вольфрама и способы их обогащения*, «Горный журн.», М., 1923, 8—9, стр. 432; Денггин Ю. П., *Вольфрам, «Обзор минер. ресурсов СССР»*, вып. 12, Л., 1927; Тетяев М. М., *Типы русских вольфрамовых руд и их взаимоотношение*, «Материалы по общ. и прикл. геологии», вып. 34, Л., 1926; *Годичный обзор минеральных ресурсов СССР за 1925/26 г.*, Л., 1927; Altherthum H., *Wolfram, Braunschweig*, 1925; Smithells C. J., *Tungsten, its Metallurgy, Properties and Applications*, London, 1926; *The Mineral Industry during 1925*, N. Y., 1926. Н. Федоровский.

ВОЛЮМИНОМЕТР, прибор для определения объема тел, когда последний не м. б. измерен непосредственно (порошки, волокнистые и т. п. тела) и когда вещество тел, во избежание изменения свойств его, не допускает соприкосновения тела с жидкостью. В этих приборах находит применение закон Бойля-Мариотта о постоянстве произведения из давления постоянного газа на его удельный объем при неизменной температуре. Определенное количество воздуха находится в измерительном сосуде прибора А и трубке а до метки *m* (см. фиг.) над ртутью под давлением *H* мм ртутн. столба (в большинстве случаев под давлением атмосферы); объем воздуха в этом состоянии обозначим

через *V*. Устройство прибора дает возможность для определения *V* изменять эту величину на нек-рую измеряемую величину *v* (объем части трубки с шариком *B* между метками *m* и *q*) и наблюдать происходящие от этого изменения давления в манометрической части *cd* прибора на *h* или *h'* мм ртутного столба относительно уровней меток *q* или *m*. Если первоначальный уровень ртути при давлении атмосферы *H* был доведен до метки *m* (кран *S* открыт; кран *R*

сообщает трубки *a* и *c*, отъединяет трубку *b*), то с понижением его (кран *S* закрыт; кран *R* сообщает трубки *a*, *b*, *c*; ртуть вытекает по трубке *b*) до метки *q* (кран *S* закрыт; кран *R* сообщает трубки *a* и *c*, отъединяет трубку *b*) первоначальный объем *V* увеличится до *V + v*, а первоначальное давление *H* уменьшится на *h* мм ртутного столба, и по закону Бойля-Мариотта

$$VH = (V + v)(H - h),$$

откуда

$$V = v \frac{H-h}{h}.$$

Если первоначальный уровень ртути при давлении атмосферы *H* (положение кранов *S* и *R*, как в начале предыдущей манипуляции) был доведен до уровня метки *q*, то с повышением его до метки *m* путем доливания ртути в трубку *cd*, при соответствующем положении кранов *S* и *R*, первоначальный объем *V + v* уменьшится до *V*, а первоначальное давление *H* увеличится на *h'* мм ртутного столба, и, следовательно,

$$(V + v)H = V(H + h'),$$

откуда

$$V = v \frac{H}{h'}.$$

Среднее арифметическое из вычисленных для обеих манипуляций значений объема воздуха дает окончательное значение *V*. По получении данных для вычисления *V*, в измерительный сосуд прибора помещают тело, объем которого необходимо определить, и повторяют опыт, наблюдение и вычисление. Разность между вычисленными окончательными значениями для *V* дает значение определяемого объема тела.

Значение объема *v* определяют путем деления веса количества ртути, заключенного между метками *m* и *q*, на ее уд. в., при чем указанное количество ртути собирают по трубке *b* в отдельный сосуд при давлении атмосферы (кран *S* открыт; кран *R* сообщает трубки *a* и *b*, отъединяет трубку *c*).

Чтобы получить пригодный по точности результат определения объема тела, необходимо, чтобы значения величин *v* и *h* не были слишком незначительными, а также, чтобы изменения *t°* заключенного в приборе воздуха (напр. от излучаемой телом экспериментатора теплоты и других причин) не имели места. Применение в таких приборах сильно разреженного воздуха, доставляя некоторые преимущества, сопряжено, однако, с необходимостью производить более точные измерения давлений.

Лит.: Хвольсон О. Д., *Курс физики*, т. 1, Берлин, 1923; Kohlrusch F., *Lehrbuch der praktischen Physik*, 15 Auflage, Lpz. u. B., 1927; Ostwald W. u. Luther R., *Hand- und Hilfsbuch z. Ausfuhrung phys.-chem. Messungen*, 4 Aufl., Lpz., 1925.

ВОЛЮМИНОМЕТР, см. Газометр.

ВОРВАНЬ (Grane, Tran). Под этим названием на рынках обращаются жировые вещества, добываемые из морских животных и рыб. Общим свойством этих веществ является своеобразный «морской» запах; что же касается химического состава и других свойств, то они у различн. животных весьма разнообразны, и потому объединять жировые вещества из морских животных одним названием «ворвань» является большой ошибкой. Левкович предложил эти жиры

разделять на три группы: 1) собственно ворвань, 2) жиры из печени некоторых рыб, 3) жиры из всего тела рыб. В настоящее время подобное деление принято и другими исследователями. Собственно В., настоящая В., характеризуется значительным содержанием глицеридов летучих кислот, а также присутствием воскообразных соединений. К настоящей ворвани относится жир тюленей, китов, дельфинов, морских свинок, крокодилов и черепах. Промышленное значение имеют три первых представителя.

Тюлений жир добывается из мышечной ткани различных представителей семейства тюленых, главн. образом из настоящих тюленей, или морских собак, и из моржей; однако на рынках тюленья В. различается не по роду животных, а по месту их улова: гренландская, ньюфаундлендская, архангельская, каспийская и южноокеанская В. Улов тюленей бывает, главн. обр., в марте—апреле. Мясо убитого животного разрезают на куски и кладут в котлы; вытапливание жира производят, нагревая котлы на голом огне или же при помощи пара или горячей воды. От способа салотопления в значительной степени зависит и свойства получаемой В. Лучшая, светлого цвета В., получается вытапливанием мяса с горячей водой, например в котле Генельбаха (см. *Салотопное производство*). При вытапливании же мяса на голом огне, в особенности если оно уже начало разлагаться, получается В. темнобурого цвета с отвратительным запахом. Пикар и Бонжур рекомендуют производить очистку ворвани 3—4 % -ным раствором КОН; согласно английскому патенту Л. Рисмюллера (15603), тюленья В. очень хорошо осветляется действием бихромата и перманганата; уд. вес ее колеблется от 0,9245 до 0,9336 (при 15°), иодное число 119,4—193,3, число омыления 178—196,2.

В. застывает при температурах ниже 0°. По Любарскому, в состав глицеридов тюленьей В. входит 17% твердых к-т (гл. обр. пальмитиновой) и 83% жидких (олеиновой и физиоловой). Курбатов нашел и льняную кислоту, а Фаринон 0,75% оксикислот и 0,5—1,0% неомыляемых веществ. Количество свободных жирных к-т находится в зависимости от степени свежести В. и колеблется от 1 до 20%.

Тюленья В. в северных странах используется как осветительный материал. Наибольшее значение В. имеет в кожевенном производстве. Светлые В. с малым содержанием свободных жирных к-т в виду малой вязкости и легкой впитываемости их применяются для смазки тяжелого товара; для замшевого дубления они непригодны, т. к. это дубление требует наличия свободных жирных к-т (по Фаринону). Темные ворвани, содержащие иногда до 50% свободных жирных к-т, применимы как для замшевого дубления, так и для смазки мягкого краснудубного товара, к-рый они повидимому додубливают. При замшевом дублении в виде побочного продукта получается натуральная *дегра* (см.). Применяется В. также и в мыловарении, особенно южноокеанская В., как содержащая большое количество твердых к-т. Ворвань сильно фальсифицируется минеральными и соляными маслами; глав-

нейшими ее рынками являются: Гамбург, Лондон, Копенгаген, Архангельск и Астрахань. Мировую продукцию тюленьей ворвани учесть в настоящее время трудно; повидимому, она падает вследствие хищнического истребления животных; так, на Ньюфаундленде в 1900 г. было убито 350 000 тюленей, а в 1907 г.—177 000. В России в 1912 г. тюленьей ворвани и рыбьего жира было добыто свыше 1 400 т на сумму около 420 000 р. и ввезено всякой ворвани ок. 950 т.

Китовая В. добывается из подкожной клетчатки и мяса различных видов китовых. Наиболее важным в промышленном отношении является гренландский, или северный, кит, а также и более мелкий южноокеанский кит. Кашалот более интересен содержащимся в нем спермацетом (см. *Воски*). В настоящее время китобойный промысел сосредоточился г. о. у берегов южной Африки. Жир у кита залегают в подкожной клетчатке слоем от 3 до 55 см толщиной, в зависимости от вида животного, его возраста и упитанности. Большие экземпляры гренландского кита дают до 35 000 кг В. Добыча жира производится след. образом: убитого кита обвязывают веревками и подводят к борту китобойного судна, сдирают кожу и вырезают куски сала в 1½ м ширины, которые втаскивают на палубу и там режут на более мелкие куски сначала ножами, а затем измельчают, пропуская между вальцами, снабженными зубьями. Вытапливание В. производится на борту судна или на берегу на особых салотопенных з-дах (Люфотен, Финмаркен) в простых котлах на голом огне, или же в специальных салотопенных аппаратах горячей водой или паром (например в непрерывно действующем аппарате Зоммермейера). В., вытопленная на голом огне, бывает от желтого до темнобурого цвета и отличается неприятным запахом. На заводах Финмаркена вытапливание сначала ведут при слабом нагревании паром; продукт получается бледножелтого цвета и носит название китовой В. № 1. Когда В. № 1 перестает стекать, начинают нагревать паром под давлением и получают ворвань № 2, более темного цвета. Затем остатки мясной ткани перемалывают и снова обрабатывают паром под большим давлением; получается В. № 3, еще более темного цвета, с очень неприятным запахом. Остатки мяса идут на удобрение. Практикуется еще следующий способ переработки: сырую вытопленную В. фильтруют через мешечные фильтры; вытекающее масло, застывающее при +2°, +4°, идет на рынки под названием «зимнего масла». Остающаяся на фильтре более густая часть слегка отпрессовывается и идет в продажу под названием рыбьего сала, которое охотно покупается мыловаренными и стеариновыми заводами, т. к. оно содержит значительное количество твердых жирных кислот. Уд. вес китовой В. (при 15°) 0,917—0,931, неомыляемых веществ 1—3,5%, иодное число 96,0—146,6, число омыления 182,1—224,4, коэфф. преломления 1,4762; выделенные жирные к-ты плавятся при 14—27°. Из твердых жирных к-т содержится только пальмитиновая; жидкие к-ты: эруковая, гадолеиновая, олеиновая, к-та ф-лы C₁₇H₃₂O₂; летучих к-т нет,

оксикислот (по Фарииону) 0,39—1,44%. Применение китовой В. обширное: в кожевенном производстве, для осветления, как смазочный материал, для мыловарения; в последнее время китовая В. подвергается процессу гидрогенизации (см. *Гидрогенизация жиров*), при чем она утрачивает присущий ей неприятный запах. Мировая продукция китовой В. в 1914 г. определилась в 735 000 бочек по 170 кг каждая, т. е. в 125 000 т. Гефтер определяет мировую продукцию в 3 млн. галлонов (галлон=4,54 л), при чем на долю С. Ш. А. приходится 750 000 галлонов, Норвегии—900 000 и на остальные страны, включая Россию,—1 350 000 галлон.

В. дельфина. Промышленное значение имеет жир черного дельфина, в большом количестве вылавливаемого у берегов Исландии и о-вов Тихого океана. Одно животное доставляет от 24 до 550 л ворвани. Цвет жира, смотря по способу вытапливания, от светло-желтого до темнубурого; реакция свежего жира нейтральная, уд. в. (при 15°) 0,9266; при охлаждении В. до +5° или -3° выделяется спермацет; среди жидких к-т имеется до 14,3% к-ты, обладающей иодным числом 285,5 и нейтрализационным коэфф-том 313,2; 4,7% этой к-ты приходится на долю валериановой к-ты и 9,6% на долю сильно ненасыщенной кислоты неизвестной ф-лы; неомыляемых веществ, по Буллу, 2,01%. Иодное число В. 99,5—126,9 и число омыления 197,3—203,4. Ворвань из подчелюстных частей отличается большим количеством летучих к-т. В. дельфинов применяется для тех же целей, что и тюленья и китовая В., ценится как смазочный материал для тонких механизмов. Вследствие содержания спермацета ворвань дельфинов можно рассматривать как переход к воскам. Данных относительно мирового производства В. в литературе не имеется. В последнее время предложено применять В. дельфинов, содержащую значительн. количество *витаминов* (см.), наравне с рыбьим жиром для медицинских целей.

Жир морских свиней добывается вытапливанием богатой жиром мясистой части животных. Особенно изобилует морскими свиньями Атлантический океан. Как и у дельфина, состав жира из подчелюстной части животного отличается от состава жира других частей тела большим содержанием летучих кислот, и его часто перерабатывают отдельно. Челюстной жир можно отделить из смеси жиров 70%-ным спиртом, в котором он легко растворяется. Уд. вес подчелюстного жира (при 15°) 0,9258, иодное число 21,5—49,4 (а жира из туловища 119,4), коэфф-циент омыления 195—218, $t^{\circ}_{заст.} +16^{\circ}$. Помимо летучих кислот жир содержит глицериды пальмитиновой, стеариновой и фитололевой кислот. Применение жира то же, что и для других видов В.

Черепашья В. добывается по преимуществу на о-ве Ямайки из мясистых частей зеленой или гигантской черепахи (*Chelonia Mydas*) обычным путем салотопления; очень ценится на месте, где является суррогатом лечебного рыбьего жира. Удельн. вес (при 15°) 0,9198, $t^{\circ}_{заст.} +10^{\circ}$, $t^{\circ}_{пл.} +23—27^{\circ}$.

В. или жир из печени рыб отлича-

ется холестерином, т. е. содержит большие количества неомыляемых веществ. Характерной реакцией свежей печеночной В. является окрашивание в голубой цвет раствора ее в CS_2 после прибавления крепкой H_2SO_4 ; прогорклая В. при этих условиях дает пурпуровую окраску. Наиболее важным представителем этой группы В. является тресковый, или рыбий, жир, получаемый из печени рыб семейства тресковых, куда относятся треска, пикша, сайда, навага и налим. Этот жир играет огромную роль в питании обитателей северных широт: лапландцев, лопарей, эскимосов, северных норвежцев и др. Улов трески у берегов Норвегии составляет 60% общего улова рыбы в этой стране; лов, по преимуществу сетями, производится в январе—марте, до и после метания икры, когда треска подходит к устьям рек в колоссальном количестве. После улова рыбу потрошат, вынимают печень и складывают ее в бочки. В дальнейшей пень перетапливают в котлах, обогреваемых на голом огне паром, или в специально сконструированных для этой цели аппаратах. Смотра по способу вытапливания, рыбий жир получается очень различн. качеств: вытопленный на голом огне жир из печени, хранившейся в бочках до наступления окончания лова и сильно разложившейся, дает продукт темнубурого цвета с отвратительным запахом; жир, вытопленный из свежей печени горячей водою или в вакууме, или в атмосфере инертного газа, почти бесцветен и обладает приятным своеобразным запахом. Из одной печени получается ок. 0,25 кг жира. Светлые сорта жира идут для лечебных целей, плохие же употребляются, как и вообще В., в кожевенном производстве, в качестве осветительного и смазочного материала, для мыловарения и т. д. Причины целительного действия трескового жира с достоверностью еще не выяснены; прежде такое действие приписывали содержащемуся в жире иоду, затем своеобразной группировке жирных кислот и оснований; так, были найдены бутиламин, изоамиламин, гексиламин, эфиры жирных к-т, напр. метиловый эфир пальмитиновой к-ты, эфиры стеариновой и миристиновой к-т и др. Вообще же состав рыбьего жира с точностью до сих пор не установлен; несомненно, что он содержит много ненасыщенных кислот; в нем были найдены: фитололевая кислота и кислоты формул $C_{15}H_{30}O_2$, $C_{16}H_{30}O_2$, $C_{21}H_{40}O_2$. Уд. вес (при 15°) медицинского жира 0,922—0,927, технич. жира 0,9243—0,9273, иодное число колеблется между 134,8 и 174,7, число омыления 171—193,4. В настоящее время целебное действие рыбьего жира склонны приписывать содержащимся в нем витаминам. Что касается размеров мировой добычи трескового жира, то, по разным источникам, она исчисляется приблизительно в 60 000 т; в 1909 году в Россию было ввезено свыше 360 т трескового жира.

В. акулы добывается из печени акулы в значительных количествах в Исландии, Японии и Калифорнии. Ворвань обладает своеобразным, несколько жгучим вкусом и запахом, светложелтого цвета, удельн. веса (при 15°) 0,910—0,916, при -6° затвердевает.

Употребляется для выделки непромокаемых тканей и в кожевенном производстве.

Жиры из рыб. Отличие жиров из рыб от настоящей В. и перегоночных жиров заключается главным образом в том, что первые содержат значительные количества глицеридов твердых жирных кислот; затем жир в рыбах этой группы пропизывает все тело животных, а не сосредоточивается в каком-либо определенном месте, как, напр., в печени тресковых (мышечная же ткань трески почти лишена жира). Жиры из рыб играют огромную роль в Японии, Китае, на Сахалине и отчасти в Америке как пищевой продукт и как технический материал. Добываются они по преимуществу из мелких рыб: сельдей, сарделей, менад, шпрот, сардинок. После извлечения жира вытапливанием, прессованием или после обработки растворителями мясо и кости идут как удобный материал. Ученье выработку этих жиров затруднительно, но она, повидимому, очень велика; например, в Японии ежегодно вылавливается свыше 250 000 т сардин, 150 000 т сельдей и т. д.

Лит.: Справочник физ., хим. и технолог. величин; Heffer G., Technologie der Fette und Öle, В. 2, р. 713—763, В., 1908; Glikin V., Chemie d. Fette, Lipide und Wacharten, В. 2, р. 326—362, Leipzig, 1913; Ubbelohde L., Handbuch d. Chemie und Technologie d. Öle und Fette, В. 2, р. 646—681, Leipzig, 1920; Lewkowitzsch J., Technologie et analyse chimiques des huiles, graisses et cires, t. 2, р. 931—1003, P., 1909. Л. Лялин.

ВОРОНЕНИЕ, один из способов окраски металлов в черный цвет. Термин воронение применяется преимущественно к железу и стали и распространяется иногда на окраску в коричневый цвет и цвета побежалости. Способов и рецептов существует очень много.

Воронение железа. Простейший способ придания железу цветов побежалости состоит в полировке, очистке от жира и нагреве в интервале темп-ры от 220 до 325°. Для равномерной окраски требуется равномерное нагревание, к-рое проще всего осуществляется след. обр.: железный ящик наполняют мусором древесного угля и подогревают любым источником тепла настолько, чтобы мусор при перемешивании искрился, потом в него зарывают предназначенные для В. предметы после предварительной их полировки и очистки от жира. Чем лучше полировка, тем красивее получается цвет. Окраска начинает появляться в обычном порядке побежалых цветов: светложелтый, соломенно-желтый, золотисто-желтый, желто-коричневый, пурпурно-красный, глубоко-пурпурный, темносиний, голубой. Наблюдение ведется путем вынимания предметов из мусора. По достижении нужного цвета предмет протирается паклей с конопляным маслом, после чего слегка прогревается и протирается насухо. Прочная окраска в черный цвет, применяемая для стальных частей, ружейных стволов и т. д., получается с помощью одного из составов, приведенных в следующей таблице.

Все составы содержат хлорные соли, отчасти с примесью

солей меди и сурьмы. В лаборатории Государственного ин-та поощрения промыслов в Вене были предприняты опыты по исследованию действия этих выработанных практикой составов, при чем оказалось, что необходимой состав. частью являются хлориды закисного и окисного железа, почему рекомендуется составлять протраву следующим образом: 70 г хлористого железа в кристаллах, 10 г хлорного железа и 2 г хлорной ртути растворяют в 1 л воды и прибавляют несколько капель соляной к-ты. Не следует употреблять слишком выветрившееся хлористое железо. Раствор становится коричневато-мутным от присутствия гидрата окиси железа, всегда сопутствующего хлористой соли железа. Отстоявшаяся жидкость должна быть достаточно яркого желто-зеленого цвета.

Железные или стальные изделия необходимо хорошо полировать; жир удаляется с них венской известью при помощи щетки или кипячением в щелочах. При обработке предметов пескоструйным аппаратом обезжиривания не требуется. Подготовленные т. о. предметы хорошо промывают и высушивают, после чего их покрывают тонким и равномерным слоем протравы с помощью тряпочки, а еще лучше—губки. Затем их ставят в теплое место, например в сушильный шкал, нагретый до 100°, оставляя здесь на время от получаса до нескольких часов для надлежащего действия протравы. При этом предметы покрываются темнозеленым налетом, который потом переходит в коричнево-красный. На поверхности не должно быть никаких бугров, корок и пятен. Далее предметы помещают минут на 20—30 в пар над кипящей водой и потом кипятят в воде в течение 20 минут, при чем слой окислов переходит в закись-окись железа густого оранжего цвета. После этого предмет слегка очищается на крацевальном станке мокрой мягкой железной щеткой из тонкой проволоки. Эта процедура (покрытие составом, нагревание, пропаривание и легкое крацевание) повторяется несколько раз, до получения нужного оттенка; только после этого идет окончательное крацевание сухой щеткой при 1000 об/м., при чем вся поверхность предмета должна получить глубокий черный цвет с блестящим глянцем, без всяких следов влаги из пор металла и предупреждения ржавчины предметы промазываются горячим льняным маслом; приставшее масло

Составы для прочной окраски в черный цвет.

Вода	Винный спирт	Азотно-этиль. эфир	Солиная к-та	Азотная к-та	Хлорное железо	Хлорная медь	Хлорная ртуть	Хлорный висмут	Хлорная сурьма	Хлорист. аммоний	Желез. купорос	Медный купорос
1000	100	—	120	—	—	20	40	20	—	—	—	—
1000	100	—	100	—	—	20	50	25	—	—	—	—
1000	—	—	—	—	—	—	50	—	—	—	—	—
1000	—	10	—	15	—	—	4	—	30	—	50	20
1000	90	—	—	5	35	—	—	—	—	—	—	—
1000	30	—	—	20*	77**	—	—	—	—	—	—	5
1000	50	—	—	—	15	—	—	—	—	—	30	12
1000	50	—	—	75	150	—	—	—	—	—	—	30

* 26° Вё. ** Раствор в 30° Вё.

удаляется промыванием мыльной водой, после чего требуется основательное высушивание в мелких древесных опилках. Кроме того практикуется В. путем опускания предметов в расплавленные соли, например в смесь из 4 ч. едкого натра и 1 ч. селитры, или из хромовокислой соли щелочного металла с хромовой кислотой, или из щелочных солей полихромовых кислот.

Для получения коричневого цвета применяются следующие способы. Полированные предметы натирают животным жиром или растительным маслом (льняное, конопляное, касторовое, ореховое, маковое и др.) и нагревают в течение $\frac{1}{2}$ —1 ч. при 200—400°, смотря по желаемому оттенку. Более темный оттенок получается от прибавления 1 ч. серного цвета к 20 ч. говяжьего сала. Можно также покрыть предмет смесью из 1 ч. треххлористой сурьмы и 3 ч. оливкового масла и оставить в таком виде на сутки. Образовавшуюся ржавчину счищают щеткой (щетиной или проволочной) и повторяют операцию до получения желательного оттенка (иногда до десятка раз). Окрашенный предмет полируют куском дерева. По окончании окраски предмет протирают льняным маслом или щеткой с воском. Применяют еще и следующий состав: 15 г хлорного железа, 30 г железного купороса и 12 г азотнокислой меди растворяют в 1 л воды, к которой прибавляют немного спирта для лучшего смачивания поверхности предмета; раствор наносят тонким слоем на подготовленную обычным способом поверхность; появившуюся ржавчину счищают щеткой. Эту операцию повторяют несколько раз, затем предмет промывают, высушивают и покрывают маслом или воском.

Воронение цинка. Для В. цинка применяют растворы солей меди, никеля, сурьмы, железа и марганца. 1) Раствор 100 г треххлористой сурьмы в 1,12 л спирта и 67 г соляной к-ты наносят кистью на цинк, к-рый тотчас чернеет; полученную неравномерную окраску вытирают тряпкой и снова наносят раствор. Высушив затем окрашенный предмет возможно быстрее в теплом месте, сильно протирают его сухой тряпкой и потом, еще в теплом состоянии, несколько раз натирают высушающим маслом. 2) Цинковые предметы погружают в ванну из 40 частей двойной соли сернокислого никеля и аммония, 40 ч. воды и 1 ч. серной кислоты, тщательно обмывают и сушат. 3) После тщательной очистки цинковый предмет погружают в раствор из 2 ч. азотнокислой окиси меди и 3 ч. хлорной меди в 64 ч. дистиллированной воды и 8 ч. соляной к-ты уд. в. 1,1. Вынутый из раствора предмет тщательно промывают водой и высушивают.

Воронение меди. Темнокоричневая окраска получается следующими способами. 1) К 20 г нашатырного спирта приливают такое количество уксусной к-ты, чтобы погруженная сипя лакумовая бумажка начала краснеть; тогда, прибавив 10 г хлористого аммония, доливают воды, чтобы всего получить 1 л жидкости. Этим раствором смачивают несколько раз медные поверхности, каждый раз вытирая, пока не получится желаемый тон окраски. 2) Предмет смачи-

вается раствором из 24 г нашатыря и 6 г плавкислого калия в 1 л уксуса. Раствор наносят тряпкой или мягкой щеткой и натирают ими предмет досуха. При повторении этой операции получают более темные оттенки. 3) По т. п. китайскому способу измельчают в порошок 2 ч. кристаллической зр-медянки, 2 ч. киновари, 5 ч. нашатыря, 5 частей квасцов, хорошо смешивают все вместе и приготавливают из этого жидкую массу с водой или с винным уксусом. Эту массу наносят кистью на хорошо стполированные предметы, затем нагревают их равномерно над углями и, по охлаждении, хорошо промывают водой. Операцию повторяют несколько раз, до получения нужного оттенка. Прибавка медного купороса дает темнокаштановый оттенок; бура придает желтизну.

Для черной окраски меди применяют сернистую сурьму, растворенную в едкой щелочи. По Бетгеру, поступают так: к 1 весовой части хлористой сурьмы уд. в. 1,35 в фарфоровой чашке прибавляют 4,5 вес. ч. водного раствора серноватистокислого натрия (1,5 ч. соли на 3 ч. воды) и медленно нагревают при постоянном помешивании, пока совершенно не прекратится выпадение осадка из жидкости. Осадок, называемый сурьмяной киноварью ($Sb_2O_3 \cdot 2Sb_2S_3$), красивой красного цвета, д. б. профильтрован и очень тщательно промыт от маточного раствора, потому что самая незначительная примесь последнего вредно отзывается на свойствах осадка. Для лучшей промывки ее сперва ведут очень слабым раствором уксусной к-ты и только под конец—водой. При кипячении с раствором углекислого натрия, сурьмяная киноварь дает краску цвета кошенили, хорошо растворяющуюся при легком нагревании в едком кали и едком натре. Полученный раствор и служит для В. полированных медных предметов. Этой жидкостью можно писать на меди, при чем сейчас же получается черная надпись, которая после обмывания и высушивания держится очень прочно. На железо жидкость не действует, так что ею можно писать при помощи стального пера.

Воронение латуни. Темнокоричневая окраска всех оттенков получается погружением чистых латун. предметов в раствор окиси меди в аммиаке. Окраска изменяется в зависимости от времени пребывания в ванне и степени концентрации раствора. Последний готовится след. образом: в широкогорлой бутылки медную проволоку или обрезки медных листов погружают на $\frac{2}{3}$ их высоты в раствор из равных весовых частей воды и нашатырного спирта; часть металла так. обр. остается в соприкосновении с воздухом; периодически жидкость взбалтывают, чтобы в соприкосновение с воздухом пришли новые части металла. Через несколько дней получается голубой раствор окиси меди в аммиаке; в этом растворе латунь окрашивается во все оттенки коричневого цвета, до самого темного. Если В. получается неровное, пятнами, то раствор надо разбавить водой. Если предметы чернеют, то к раствору надо прибавить нашатырного спирта. Для окраски латуни в черный

цвет в оптических мастерских часто употребляют смесь из 1 части азотнокислой окиси меди и 2 ч. хлорного золота в разведенном растворе. Через 10 минут действия раствора на металл последний вытирают мокрой тряпкой и оставляют высохнуть. Более матовая черная окраска на латуни получается при обработке ее углекислой окисью меди и нашатырным спиртом. Растворяют, сильно взбалтывая, 120 г углекислой окиси меди в 1 л нашатырного спирта; к полученному голубому раствору прибавляют 2 л воды. Окрашиваемые предметы подвешивают на короткое время в растворе на латуни проволоке. После достаточной окраски предметы промывают холодной водой, высушивают в опилках и затем натирают скипидаром, что увеличивает прочность окраски.

Воронение серебра (оксидировка). Предмет несколько раз накаливают на воздухе и получающуюся окись меди удаляют отбелкой, так что на поверхности получается слой чистого серебра, сернистые соединения которого имеют более красивый тон, чем сернистые соединения серебра, сплавленного с медью. Отбелка производится погружением в кипящую серную кислоту крепостью 1:12. После отбелки предмет обмывают начисто и тотчас же погружают в нагретую до 80° серную ванну, где он находится до тех пор, пока не покроеется в достаточной мере сернистым серебром красивой черной окраски. Процесса не следует ускорять слишком сильным нагреванием ванны, так как тогда окраска будет недостаточно прочна. По получении требуемой окраски предмет быстро вынимают из ванны, обмывают водой и высушивают. Серная ванна готовится так: в 1 л воды всыпают 370 г негашеной извести и 640 г серного цвета—получается быстрое нагревание и сгущение смеси; прибавляют еще 1 л горячей воды и кипятят в продолжение получаса. Ванна из серной печени содержит на 1 л воды 5—10 г печени и 10 г углекислого аммония. Вообще, чем более разбавлены растворы, тем прочнее получается окраска.

Воронение железа и стали, кроме украшения, преследует цель предохранения от ржавчины. Вороненные предметы лучше сопротивляются ржавлению, но все-таки ржавеют и при некоторых условиях могут проржаветь так же сильно, как и невороненные.

Лит.: Краузе Г., Сборник рецептов для мастеров, пер. с нем., стр. 42, Л., 1925; Schuberth H., Das Ätzen der Metalle für kunstgewerbliche Zwecke, Wien, 1905; Buchner G., Hilfsbuch für d. Metalltechniker, 3 Aufl., Berlin, 1923; «Das Metall», Berlin, 1914, 1.

Я. Кановский.

ВОРОТ, или лебедка,—машина для перемещения грузов в вертикальном, наклонном или горизонтальном направлении. В. состоит (см. фиг.) из станины, грузового вала с барабаном (см. Барабаны), на который навивается грузовой канат или цепь, рабочего вала, соединенного с рукояткой, передаточных механизмов, передающих вращение от рабочего вала к грузовому, тормозных приспособлений, удерживающих груз в поднятом положении и позволяющих регулировать скорость опускания груза. При грузовых цепях вместо барабана часто ставят кулачковый блок или звездочку,

чем достигается большая компактность В. Если P —полное усилие рабочих на рукоятке, l —радиус рукоятки, S —натяжение каната или цепи, навивающейся на барабан, r —радиус барабана и η —кпд В., полное передаточное число механизма В. будет:

$$i = \frac{\eta \cdot P \cdot l}{S \cdot r}$$

При высоко расположенном вороте вместо рукоятки на рабочем валу насаживается тяговое колесо с бесконечной цепью, к которой и прикладывается усилие рабочих. В этом случае l —радиус тягового колеса. Радиус барабана берется в зависимости от размеров цепи или каната. Радиус рукоятки l равняется 300—400 мм. Усилие p , которые можно допустить на каждого рабочего, зависящие от режима работы, указаны в табл. 1.

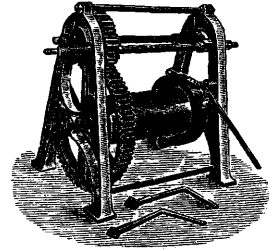
Табл. 1.—Усилие в кг, допускаемое на одного рабочего.

Режим работы	На рукоятке	На тяговой цепи
Кратковременная	25	30
Не больше 15 мин. без перерыва	15	15—20
Больше 15 мин. без перерыва	10—12	10—12

При нескольких рабочих усилие каждого из них следует уменьшить на 20% вследствие неудобства работы; тогда $P=0,8kr$, где k —число рабочих, которое берется не больше 4. При подъеме груза весом Q , если он подвешивается непосредственно к цепи или канату, навивающемуся на барабан, сила, растягивающая канат, $S=Q$; если же груз подвешивается к полиспасту с m блоками, то $S = \frac{Q}{\eta_m(m+1)}$, где η_m —кпд полиспаста. При наклонном или горизонтальном перемещении груза, S зависит от величины сопротивлений движению груза. Кпд ворота $\eta = \eta_6 \cdot \eta_k \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \dots \eta_n$, при чем η_6 —кпд барабана, k -ый можно принять равным 0,94—0,96; $\eta_k = 0,93—0,95$ —кпд тягового колеса; $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$ —кпд передач, входящих в механизм В. Передаточными механизмами служат одна или несколько зубчатых передач, или одна червячная передача, или червячная и зубчатая передача. В. с червячной передачей получается более компактным, но работает с меньшим кпд. Для цилиндрич. и конич. передач $\eta_1 = 0,90—0,93$; при фрезированных зубьях и шариковых подшипниках $\eta_1 = 0,95$. Кпд червячных передач (см.) зависит от угла полезная нарезки винта. Коэффициенты полезного действия различных червячных передач приведены в т.б.т. 2.

Табл. 2.—Кпд червячной передачи.

Червяк	Ручная передача	Быстроходн. передача в масляной ванне
Одноходовой	0,25—0,30	0,50—0,60
Двухходовой	0,40—0,60	0,70—0,80
Трехходовой	0,70—0,75	0,80—0,85



Скорость передвижения груза ручным воротом с полиспастом:

$$v = \frac{60 \cdot r \cdot i \cdot c}{(m+1)l} \text{ м/мин.},$$

где c — скорость рукоятки = 0,5—0,8 м/сек. Для увеличения скорости подъема грузов, меньших расчетного, устраивают сменные передачи, позволяющие увеличивать i с уменьшением Q . Наибольшая возможная скорость передвижения груза при ручном вороте с полиспастом

$$v_{\max} = \frac{60 \cdot r \cdot \tau_m \cdot P \cdot c}{Q} \text{ м/мин.}$$

Для получения большей скорости передвижения груза В. устраивают с механич. или электрич. приводом (см. *Лебедки* электрич. е), насаживая на рабочий вал шкив, получающий вращение от трансмиссии или от двигателя, или соединяя его непосредственно с электромотором. Мощность двигателя при вороте с полиспастом д. б.:

$$N = \frac{Q \cdot v}{\eta \cdot \tau_m \cdot 60 \cdot 75} \text{ НР},$$

и передаточное число В. с полиспастом:

$$i = \frac{(m+1)v}{2\pi n_p r},$$

где n_p — число оборотов рабочего вала ворота. Приводные В. иногда устраивают с фрикционной передачей для получения большей плавности хода в начале подъема груза. В зависимости от числа передач различают В. двухвальные, трехвальные и четырехвальные. В. применяется как самостоятельная машина или как составная часть сложного грузоподъемного приспособления (см. *Краны и Подъемники*). Смотря по назначению, В. устраивается стоячим, настенным, подвесным и передвижным. В последнем случае станина В. устанавливается на колесах. В. с вертикальным барабаном называется чаще кабестаном или шпилем.

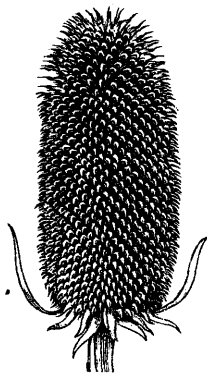
Лит.: Берлов М. Н., Детали машин, вып. 9, М., 1926; Кифер Л. Г., Грузоподъемные машины, 2 изд., М., 1922; Ernst A., Die Hebezeuge, 4 Auflage, Berlin, 1903; Bethmann H., Die Hebezeuge, 7 Aufl., Braunschweig, 1923; Dub R., Der Kranbau, 2 Auflage, Wittenberg, 1922; Bülz F., Hebezeuge, Leipzig, 1921; Wettich H., Hebezeuge, 3 Auflage, Leipzig, 1922. П. Козьмин.

Техника безопасности. Несчастные случаи на вороте бывают от обрыва грузового элемента (каната или цепи), от неправильного действия или поломки тормозных приспособлений, от удара рукояткой ворота при опускании груза и попадания обслуживающего персонала в зубчатые передачи. Для предупреждения несчастных случаев необходимо: 1) В. и грузовые элементы ежегодно подвергать испытанию грузом, на 25% превышающим наибольшую рабочую нагрузку; 2) за канатами и цепями иметь постоянное наблюдение; 3) ворот снабжать безопасными рукоятками, которые при свободном опускании груза или не вращаются или вращаются медленно; 4) шестерни на доступных для рабочих местах ограждать футлярами.

Постановления по технике безопасности подъемных механизмов изданы НКТ СССР 11/V 1922 года. Л. Кифер.

ВОРСИЛЬНАЯ ШИШКА, ворсовальная ш и ш к а, соцветие ворсянки (*Dipsacus fullonum* Mill.), растения из семейства ворсянковых (*Dipsacaceae*). Ворсянка

разводится для получения шишек, употребляемых для ворсования сукна, драпа, фланели и т. п. Ворсильные шишки имеют цилиндрическую форму и состоят из массы твердых, упругих чешуек, отогнутых назад и образующих острые зацепки. В. ш. для ворсования тканей закладывают в особые рамы, помещаемые на вращающиеся барабаны. Подвергаемую ворсованию ткань протягивают в направлении, противоположном вращению барабана; при этом зацепки ворсильных шишек расчесывают перепутанные шерстинки материи, и последняя после подстрижки шерсти приобретает необходимый ворс. Для правильности работы необходимо, чтобы В. ш. были одинаковой формы и размеров с ровными, неломающимися зацепками. В текстильной промышленности принят следующий стандарт для ворсильной шишки, разработанный во Франции:



№ 1	длина шишки от 2,7 до 3,4 см
№ 2	» » » 3,4 » 4,05 »
№ 3	» » » 4,05 » 4,7 »
№ 4	» » » 4,7 » 5,4 »
№ 5	» » » 5,4 » 6,1 »
№ 6	» » » 6,1 » 6,75 »
№ 7	» » » 6,75 » 8,0 »
№ 8	» » » 8,0 » 9,0 »
№ 9	» » » 9,0 » 10,8 »

На мировом рынке наилучшей считается французская (авиньонская) В. ш. Во Франции плантации В. ш. занимают несколько тысяч га. В значительно меньших размерах она разводится в Англии, Германии и Голландии; там получается продукт более низкого качества, поступающий только на внутренний рынок.

Наша текстильная промышленность потребляла до войны до 1 тыс. т импортной В. ш. В настоящее время годовая потребность В. ш. достигает 200 т (на 500 тыс. руб.). До войны ставились опыты с В. ш., показавшие возможность ее культуры на юге европейской части СССР и в Ср. Азии. Наиболее подходящим районом для культуры В. ш. является Крым, где удается собрать вполне доброкачеств. материал; к культуре В. ш. проявляют также интерес Украина и С. Кавказ, Закавказье и Узбекистан.

Приемы культуры В. ш. разработаны во Франции и у нас в Гос. Никитском ботаническом саду (Крым). Ворсянка является двулетником; в первый год жизни она образует розетку листьев и лишь на следующий год весной выбрасывает цветочный стебель, несущий на конце соцветие (шишку) из светлофиолетовых цветов с чешуевидными прицветниками, подсыхающими после отцветания. Ворсянка легко переносит без покрывки морозы до 12°; предпочитает легкие, нежирные почвы. Ворсянку можно высевать прямо в грунт, рядами, на расстоянии 0,6—0,8 м (в зависимости от плодородия почвы); на 1 га необходимо 11—14 кг семян. Можно также высаживать ворсянку

рассадой, при чем высадка рассады производится или в начале лета (из парничков) или осенью (с гряд). Первое лето уход за ворсовой ограничивается прореживанием растений (на 13,5—18 см) и мотыжением почвы. Рано весной растение образует ветвящийся стебель. Уборка урожая производится обычно через месяц после цветения (в Крыму в июле—августе), пока шишки еще не вполне созрели (созревшие шишки, благодаря ломкости прицепок, становятся непригодными к употреблению). Высушенные на открытом воздухе шишки сортируют по длине и для отправки упаковывают в бочки. С 1 га собирают от 500 до 1000 кг шишек (по счету — от 150 до 300 тыс. штук). Для получения зрелых семян, пригодных для посева, необходимо оставить часть растений для дозревания на корню. Культура В. ш., при существующих ценах на них (из-за границы они получаются по цене ок. 4 р. за кг), дает высокий доход. Выгодность возделывания В. ш. увеличивается благодаря возможности использовать занятую посевом В. ш. плантацию в течение первого года под промежуточную культуру (табак, горох, клеверину), высеваемую (или высаживаемую рассадой) в междурядья.

Из болезней В. ш. следует отметить мучнистую росу (*Peronospora*), а из паразитов ее — заразиху (*Orobancha*). С первой борьба ведется путем опыления серным цветом, со второй — многократным мотыжением.

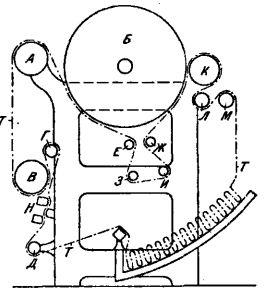
Лит.: Прияшников Д. Н., Частное земледелие, ГИЗ, Берлин, 1922; Гунько Г. К., Как разводить ворсовальную шишку, Ялта, 1926. Н. Соколов.

ВОРСОВАЛЬНАЯ МАШИНА, машина для ворсования суконных шерстяных тканей, т. е. для вытаскивания на поверхность сукна концов отдельных волокон шерсти, входящих в состав гл. обр. уточных нитей. Поднятые над поверхностью ткани концы волокон располагаются, под воздействием ворсующих поверхностей машин, вдоль полотна ткани параллельно друг другу. Ворсование сукна производится с помощью растительных *ворсильных шишек* (см.) (*Dipsacus fullonum* Mill.) или с помощью металлических (бронзов.) *кардных лент* (см.), которыми обтянуты поверхности рабочих органов В. м. Чем тоньше шерсть, составляющая сукно, тем мельче ворсильные шишки и тем тоньше проволока кардных лент, применяемых для использования на машинах в виде ворсующей гарнитуры. Суконная ткань обычно ворсуется в сильно влажном состоянии. Соблюдение этого условия необходимо для уменьшения обрывов волокон, так как растяжимость влажных волокон улучшается. Кроме того, влажные концы волокон легче вытаскиваются в виду понижения коэфф-та и сил трения, действующих

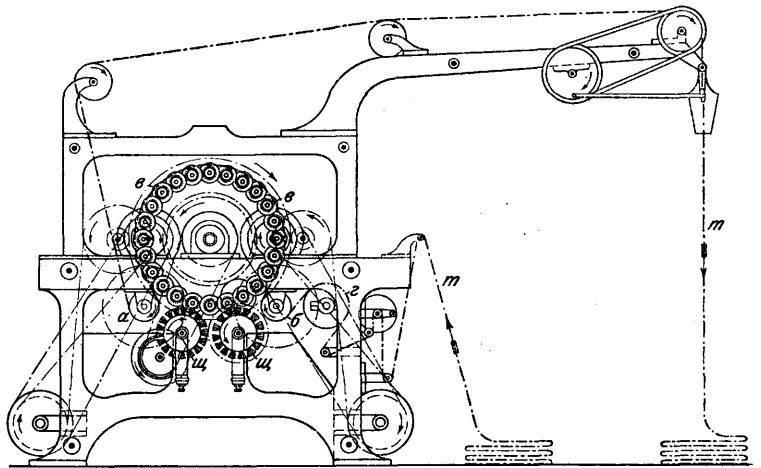
в момент вытаскивания концов волокон из массы, составляющей ткань. Для ворсования суконных тканей употребляются машины двух типов: 1) с гарнитурой из растительных шишек, 2) с металлич. ворсующей гарнитурой.

Ворсовальные машины с растительными шишками подразделяются на однобарабанные, двухбарабанные с планками для ворсильных шишек и с вращающимися ворсильными шишками.

На фиг. 1 представлена схема однобарабанной ворсовальной машины. Ворсильные шишки до помещения их на машину предварительно набираются в планки, в которых они закрепляются соответствующим образом, располагаясь в ряды параллельно одна другой. При помещении планок с шишками на барабан Б В. м. направление шишек по стелю совпадает с направлением движения полотна товара в машине. Планки с ворсильными шишками закрепляют на скелетном барабане в нескольких местах таким образом, что они удерживаются с достаточной надежностью. Поверхность ворсильных шишек выступает над поверхностью планок и поэтому, касаясь полотна товара, предохраняет его от соприкосновения с металлич. частями планок, в к-рые ворсильные шишки заключены. Барабан Б В. м. делает ок. 120 об/м. Товар Т сшивается при ворсовании на машине в виде бесконечного полотна, расправленного во всю ширину. Далее, после пуска машины, товар, сшитый бесконечным полотном, движется, огибая направляющий валик Д и расправляющее приспособление Н. Последнее имеет задачей



Фиг. 1.



Фиг. 2.

расправлять товар от складок и направлять его дальше в виде ровно растянутого во всю ширину полотна. По выходе из расправляющего аппарата Н товар огибает валики Г и В и направляется к валику А, обогнув

который приходит в соприкосновение с ворсильными шпинками, к-рыми обложен барабан *Б*. Товар *T* соприкасается с барабаном *Б* только в нек-рой части, после чего при помощи валиков *Е, З, И, Ж* отходит от одной части барабана *Б* и вновь подводится к другой его части, с к-рой и соприкасается. Пройдя второе место соприкосновения с ворсильными шпинками барабана *Б*, товар огибают валики *К, Л и М* и затем спускается с валика *М* на особую подставку, имеющуюся при машине, где и собирается складками. Главную ворсующую или начесывающую часть в машине является поверхность барабана *Б*. В зависимости от того, на какой части ворсующей поверхности барабана и с каким натяжением соприкасается с ней товар, определяется степень интенсивности процесса ворсования. Для установки длины соприкосновения товара с барабаном по его окружности и натяжения полотна служат валики *К, Л и М* и приспособление *Н*, а также главный механизм, регулирующий соприкосновение и натяжение и состоящий из четырех валиков *Е, З, И и Ж* (тормоз). В. м. с металлич. garniturой употребляются для предварительного ворсования, а машины с garniturой из ворсильных шпек — для окончательного ворсования. В нек-рых случаях пользуются только машинами с металлич. garniturой. С другой стороны, на ф-ках очень часто применяются машины с растительными ворсильными шпинками.

Схема В. м. с валиками, покрытыми кардами, представлена в поперечном разрезе на фиг. 2. В. м. с металлич. кардами не могут полностью заменить действия В. м. с растительными шпинками. Они применяются в практике суконного производства как предварительно вскрывающие поверхность товара в целях его дальнейшего начеса на В. м. с растительными шпинками. Товар *т* направляется через ряд приспособлений к валику *г*, а оттуда к валику *б*, обогнув который товар проходит к ворсующим его валикам, одетым металлич. кардою. По барабану машины установлены 24 валика *в, в*, вращающиеся во время движения самого барабана. В то время как барабан, несущий указанные валики, вращается в направлении, обратном направлению движения часовой стрелки, каждый из валиков вращается по направлению движения часовой стрелки. Товар от валика *б* идет вверх и огибают до валика *а* поверхность главного барабана. Валики установлены таким обр., что половина их производит ворсование товара, а другая — очистку поверхности ворсующих валиков от загрязняющих их и оторванных ими частей волокон шерсти. В то время как очищающие валики подходят к щеткам *щ*, последние снимают с них собранные ими с рабочих валиков массы шерсти и сбрасывают в низ машины. Вычесанные из товара волокна шерсти носят название ворсовального или нагонного сбоя.

В дополнение к указанной выше классификации, В. м. с металлической ворсующей garniturой могут быть подразделены и по числу мест соприкосновения товара с ворсующими его по-

верхностями. Машины подразделяются на двухшпальные, трехшпальные, четырехшпальные и т. д. соответственно числу мест соприкосновения товара с ворсующими его поверхностями.

Лит.: Канарский Н. Я., Краткий курс суконного производства, М., 1926; Reiser N., Die Appretur d. wollenen und halbwoollenen Waren, Lpz., 1912; Witt O. u. Lehmann L., Chem. Technologie der Gaspalfasern, B., 1917; Ganswindt A., Die Technol. d. Appretur, Wien, 1907. Н. Канарский.

ВОРСОВЫЕ ТКАНИ, ткани, на поверхности которых (на лице) имеется стоячий или лежащий волокнистый покров — ворс, состоящий из большого количества отдельных нитей. В. т. по характеру своего внешнего вида подразделяются на гладкие и узорчатые, а в зависимости от рода матерьяла — на шелковые, шерстяные и хлопчатобумажные. Каждая В. т. включает в себе: 1) самую ткань, называемую грунтом, гроденапного или киперного переплетения, и 2) отдельно укрепленный на ней ворс.

Для получения ворса применяется особая дополнительная (ворсовая) основа или же особый дополнительный (ворсовый) уток. Первый способ практикуется при выработке настоящих бархатных тканей — из шелка и шерсти, а второй — при выработке хл.-бум. В. т. Отсюда происходит и различие В. т.: 1) В. т. основные и 2) В. т. уточные. Ворсовые шелковые и шерстяные ткани делятся на два главных класса: 1) бархат и 2) плюш. Разница между ними состоит главным образом в высоте ворса; ворсовая ткань с низким ворсом называется бархатом, а с высоким — плюшем. Плюшевый ворс в 2, 3, 4 и более раз выше бархатного. Ворсовые ткани в зависимости от способов выработки и получения ворсового эффекта подразделяются на большое число различных видов (разрезные, вытяжные, вытяжно-разрезные) и наименований (лионский бархат, немецкий и т. п.). В основном бархате ворс образуется во время процесса ткачества. Для выработки основного бархата необходимы две основы — грунтовая и ворсовая — и один грунтовой уток. К уточному бархату принадлежат следующие виды тканей этого рода: бумажный бархат (манчестер или плюш), подбархат, корд, вельветин. Ткани этого рода обычно окрашиваются в различные цвета. Для выработки уточного бархата требуется одна основа (грунтовая) и один уток. Уток подразделяется на две части: одна часть утка (грунтовая) служит для образования собственно ткани, другая же часть (ворсовый уток) свободно ложится на лицевой стороне ткани, образуя стежки, к-рые после ткачества разрезаются и образуют ворс.

ВОСК ПЧЕЛИНЫЙ вырабатывается пчелами, выделяющими его в виде тонких чешуек между члениками брюшка. Собирая эти пластинки, пчелы строят из них соты, куда складывают мед, а пчелиная матка — яйца. В. п. не весь одинаков; одни из вынутых из улья *вошин* (см.) белые, другие — слегка пожелтевшие, третьи — темные или совершенно черные. Цвет вошины зависит от того, что в ячейках выводят пчелы, и в вошине остаются испражнения личинок, коконы и их оболочки; чем большее число раз выводятся пчелы в одной и той же вошине,

тем она темнее. Такие вошины перетапливают, чтобы в них не заводилась моль.

Для получения чистого воска из вошины существуют специальные приборы—так наз. *воскотопки* (см.), но на практике чаще всего пользуются следующими приемами:

1) В дне большого глиняного горшка про сверливают 6—8 дырочек, и на дно кладут резаную солому. Горшок плотно набивают вошиной и ставят на чугунок в не очень жаркую русскую печь. Грязь и сор остаются на дне горшка, а воск стекает в чугунок, откуда его затем сливают в тарелку. Воск, остывши, легко отстает от тарелки и получается в виде чистой и светлой плитки. Старую темную вошину не следует топить вместе с светлой. 2) Вошину кладут в воду, которую нагревают до кипения; воск плавится и всплывает на поверхность воды, остатки же меда растворяются в воде, куда попадают и бывшие в вошине песок, пыль, и т. п. Так выделяется воск пчелиный, если в вошине не выводилось пчел и, следовательно, не осталось оболочек от их личинок. При добывании воска из черной вошины поступают следующим образом. Прежде всего соты отжимают, чтобы выдать весь мед, кладут в воду и оставляют в ней на сутки; особенно тщательно вымачивают вошину из-под детки, чтобы кожица коконов хорошо пропиталась водой, иначе она будет впитывать воск; извержения, детки растворяются в воде. После мочки вошину кладут в мешок из редкого холста и помещают в медный сосуд с водой, нагреваемый на огне. Чтобы мешок не всплывал, в него кладут камни, а чтобы он не касался дна сосуда и воск не пригорал, на дно сосуда также кладут камни. По мере нагревания воск плавится и, проходя через холст, собирается на поверхности воды, а оболочки личинок остаются в мешке. Когда большая часть воска выйдет, мешок вынимают и выжимают между двумя досками, чтобы выдать оставшийся воск. Затем котел прикрывают одеялами и дают охладиться; чем медленнее охлаждение, тем выше качество воска. Остывший пласт снимают и соскабливают с него темный нижний слой. По накоплении таких темных отбросов их перетапливают все вместе для отделения оставшегося в них воска. 3) Вошины кладут в котел, стараясь как можно менее их сдавливать; над вошинами укрепляют круг, по размеру посуды, с натянутой на нем редкой материей; чтобы круг не всплывал, в него упирают жерди, доходящие до потолка комнаты. В котел наливают дождевую воду и нагревают ее до кипения. Воск топится, поднимается сквоз редуину и по охлаждению образует твердый пласт, тогда как примеси остаются внизу. Воду необходимо брать дождевую, так как в жесткой воде В. п. застывает в виде крупинки. Этот способ перетапливания В. п. совершеннее предыдущего. В примесях остается ничтожное количество воска.

Раньше (до 1918 года) восковую сушь, собираемую скунщиками на пасаках, пробивали или перетапливали на воскобойнях. Воскобойня представляет собой сложенную в сарае печь с вмазанным большим котлом, в к-рый засыпают около 60 кг суши,

наливают около 300 л воды и доводят смесь до кипения. Всплывший воск счерпывают в стоящую на печи железную коробку, бока и дно которой предварительно устилают соломой, не дающей воску пригорать и имеющей значение фильтра. Наливаемый воск также перестилается соломой и по наполнении коробики прожимается (пробивается) прессом, приводимым в движение воротом. В мелких воскобойнях просто бьют с силой по чурбанам, откуда и выражения: «пробить забой», «воскобойня». Из коробики воск стекает по желобу в подставленную кадку, из которой его переливают в луженые котлы и пускают в продажу кругами, весом от 16 до 80 кг. Из 100 кг суши выходит около 50 кг хорошего с у ш е в о г о В. п. Оставшуюся в соломе «шварку», в свою очередь, пробивают, и из 100 кг ее получают 20—25 кг так наз. сушеного пробоечного воска. Соты с медом укладывают в котлы с решеткой и отверстием внизу и ставят в печь; мед стекает в отверстие, воск скопляется между дном и решеткой, а на последней остается ж а к р а, т. е. пчела, грязь и т. п. Самый чистый воск, получаемый из-под меда, называется капанец, сплавком или подтоком. Из 100 кг взятой из сборной кадки массы выходит такого воска не более 5 кг, меда—около 75 кг и около 20 кг жакры. При крупных воскобойнях устраивают особые медовые бани. Во всю длину этих бань устанавливают с небольшим уклоном корыта, имеющие желобки, под к-рыми находятся кадки. Собранный на пасаках массу укладывают в эти корыта и, натопивши баню не выше 30°, закрывают и замазывают ее на 12 часов. Мед стекает в кадки, а жакра остается в корытах. Когда корыта все заполнены, баню натапливают до 75° и тогда в кадки начинает стекать воск. Через 12 часов открывают баню, вынутые из кадок куски В. п. растапливают на легком огне и сливают в котлы для продажи. На дне кадок остается перегорелый мед, вытопившийся из жакры при более высокой температуре. Этот мед и оставшуюся в корыте после оттопки шварку выгребают в особый чан с крапом и промывают водой. По оттопке всего меда и воска шварку пробивают и получают из-под сплавки пробоечный воск.

Таким образом, в торговле обращаются три сорта В. п.: 1) капанец, сплавком, или подток, 2) обкнвенный, или с у ш е в о й, и 3) пробойка. Последняя бывает из-под сплавка и из-под сушеного. На свечных заводах находился в обращении воск еще двух названий: о г а р о ч н ы й и п о д т е с н ы й. Первый получался оттопкой огарков, второй—пробойкой огарочно-фитиля; огарочный может быть приравнен к сушеной пробойке, подтесный сорт—самый низкий.

В. п. из воцин, так наз. ж е л т ы й воск, встречается в продаже в виде кругов, кирпичей, пластинок. Так как промышленность часто требует белый воск, то желтый воск подвергают белиению. Способов белиения довольно много. Наиболее распространено белиение на солнце. С этой целью воск расплавляют в воде с прибавкой квасцов

и отливают в пластинки или стружки, к-рые выставляют до обесцвечивания на солнце. При этом воск белится только с поверхности, поэтому его переплавляют несколько раз. Некоторые сорта воска не м. б. выбелены этим способом. Для быстрого белеяния, как показывают опыты, нужно совместное действие воздуха и света: при действии кислорода и озона в темноте воск не белеет, при действии же лучей солнца в присутствии озона белеение заканчивается в несколько часов. В атмосфере водорода, азота, углекислого газа белеение воска происходит не так совершенно, как в воздухе. Белеение воска действием солнечных лучей просто, однако имеет неудобства: при заводе требуется участок свободной земли, возможны потери от ветра, белеение продолжается от 20 до 50 дней. Срок отбелики значительно сокращается, если к воску прибавить от 1 до 5% сала или скипидара. Для химич. белеяния были предложены: 1) перекись водорода, 2) двуххромовокислый калий, хром пик, $K_2Cr_2O_7$ с серной кислотой.

1. Для белеяния перекисью водорода воск в стружках помещают в 5—10%-ный раствор H_2O_2 , насыщенный аммиаком или содой; белеение при темп-ре 50° заканчивается в несколько дней; оно ускоряется, если к раствору H_2O_2 прибавить буры. Свойства воска, беленого перекисью водорода, близки к свойствам воска, беленого на свету. 2. При белеении двуххромовокислым калием и серной к-той воск кладут в серную кислоту (разведенную двумя объемами воды), нагревая последнюю до кипения и затем при помешивании прибавляют небольшими порциями двуххромовокислый калий; всего бихромата д. б. ок. 5% от веса воска. Жидкость оставляют кипеть несколько часов; по охлаждении снимают застывший воск и промывают его сперва очень слабой H_2SO_4 , а затем чистой водой; при этом получается совершенно белый воск. Бихромат калия может быть заменен марганцевоокислым калием ($KMnO_4$). Помещения для склада белого воска д. б. светлыми, т. к. он при долгом лежании в темноте опять желтеет.

Уд. в. желтого В. п. 0,956—0,969, белого 0,964—0,969 при 15° (данные Антушевича—для русских сортов). Уд. в. может колебаться при отсутствии всякой примеси, например В. п. из Бразилии имеет уд. в. 0,980, а уд. в. В. п. из молодых ульев часто спускается до 0,945. Японский воск, стеариновая кислота (стеарин), вода и неорганич. вещества при прибавлении к В. п. увеличивают его уд. в.; прибавление церезина, парафина, сала понижает его уд. вес, например уд. вес смеси равных частей желтого церезина и белого В. п. равен 0,935. От прибавления смолы уд. вес воска повышается; сплав 2 ч. желтого В. п. и 1 ч. канифоли имеет уд. в. 0,997; сплав 2 ч. *живицы* (см.) и 1 ч. воска—0,985 (Антушевич). $t_{пл.}$ 60—65°; на нее оказывают влияние примеси; например сало, стеарин, парафин, японский воск ее понижают; карнаубский воск, смола, канифоль—повышают. В. п. нерастворим в воде, но растворяется в бензине, сернистом углеороде и других растворителях. В спирте на холоду В. п. почти не растворяется, но кипящим

спиртом разделяется на два тела: 1) церин, растворимый в кипящем спирте (13—16%), и 2) мирицин, нерастворимый в спирте (87—84%); при охлаждении раствора церин выпадает в виде белого осадка. Если фильтрат после отделения церина выпарить, то получится вещество—церолеин (4—5%). В. п. содержит около 80% С, 13% Н и 7% О; колебания этих чисел зависят от сорта пчелиного воска. Содержание С, Н и О в церине и мирицине характеризуется приблизительно теми же цифрами. Церин, мирицин и церолеин представляют сложные смеси многих тел; в их состав входят свободные органические кислоты, углеводороды и сложные эфиры.

Главные составные части В. п., по Броди, Нафигеру, Швальбе, Мари, Каблуклову, Гиршбергу и друг., следующие. Кислоты: пальмитиновая ($C_{16}H_{32}O_2$) в соединении с мирициловым спиртом,—входит в состав мирицина; церотиновая ($C_{26}H_{52}O_2$)—белое кристаллическ. тело ($t_{пл.}$ 75,5—82,5°),—главная часть церина; меллисиновая ($C_{20}H_{40}O_2$) в виде свободной, а также в виде эфира мирицилового спирта,—входит в состав мирицина, $t_{пл.}$ 91°; маргариновая ($C_{17}H_{34}O_2$), $t_{пл.}$ 59°; кислоты олеинового ряда, частью свободные—в церине, частью в соединении со спиртами—в мирицине и церолене. Нейтральные тела: мирициловый, или меллиссиловый, спирт ($C_{30}H_{62}O$) в виде эфира пальмитиновой и, может быть, меллиссиновой кислоты,—входит в состав мирицина, $t_{пл.}$ 85—88°; цериловый спирт ($C_{26}H_{52}O$ или $C_{26}H_{54}O$) в соединении с церотиновой или пальмитиновой к-тами,—в мирицине, $t_{пл.}$ 78,5°; спирт состава $C_{24}H_{50}O$ или $C_{25}H_{52}O$ в соединении с жирными кислотами,—в мирицине, $t_{пл.}$ 75,5°; нормальный гептакозан ($C_{27}H_{56}$), $t_{пл.}$ 60°; нормальный унтриаконтан ($C_{31}H_{64}$), $t_{пл.}$ 66°. Более детальные исследования (1923 г.) показали, что в В. п. находятся еще спирты: унеоцерильный ($C_{25}H_{52}O$), $t_{пл.}$ 75,5°, и монтаниловый ($C_{29}H_{60}O$), $t_{пл.}$ 84°; углеводороды: пентакозан ($C_{25}H_{52}$), $t_{пл.}$ 54—54,5°, и нонакозан ($C_{29}H_{60}$), $t_{пл.}$ 63,5°.

Для характеристики различных сортов В. п. установлены константы: 1) $t_{пл.}$ и $t_{зам.}$, 2) удельн. вес, 3) число кислотности, 4) число эфирности, 5) число омыления, 6) отношение между числами эфирности и кислотности, 7) иодное число, 8) водородное число. Число кислотности выражает число мг КОН, требующихся для нейтрализации всех свободных кислот в 1 г исследуемого воска. Число эфирности показывает число мг КОН, требующихся для омыления сложных эфиров в 1 г воска. Число омыления представляет сумму чисел кислотности и эфирности. Иодное число—число мг иода, которое соединяется с 1 г образца воска. Водородное число показывает число $см^3$ водорода (при 0° и 760 мм ртутного столба), выделившегося при нагревании 1 г воска с сухим КОН. В таблице (ст. 503—504) приведены константы различных сортов пчелиного воска и его составных частей.

Константы пчелиного воска и его составных частей.

Сорта или составные части воска	Уд. в.	t° пл.	t° заст.	Числа:				Отношение между числами эфирности и кислотности	% углеводородов
				кислотности	эфирности	омыления	иодное		
Обыкновенный	D_{15}^{15} 0,959—0,970								
»	D_{15}^{15} 0,812—0,822	63,0—67°	60,5—64°	16,8—22,0	71,3—82,0	87,8—107,0	7,9—11,0	3,5—4,3	13,8—17,3
Индийск. от:									
<i>Apis dorsata</i>	—	60—67°	—	4,4—10,2	69,5—97,8	75,6—105,0	4,8—9,9	—	—
<i>Apis florea</i> »	—	63—69°	—	6,1—8,9	80,8—123,8	88,5—139,8	6,8—11,1	—	—
» <i>indica</i>	—	62—64°	—	5,0—8,8	84,0—95,9	90,0—102,5	5,3—9,2	—	—
Воск от <i>Trigona</i>	—	66—70,5°	—	16,1—22,9	55,2—128,3	73,7—150,0	30,2—49,6	—	—
Ghedda-воск	—	—	—	5,3—12,2	75,2—103,0	81,7—110,3	—	7,4—18,8	—
Церин	—	—	—	—	—	—	4,48	—	—
Мирицин	—	—	—	{ 0,79	{ 94,38	—	{ 1,92	—	—
Цероленин	—	—	—	{ 3,5	{ 93,0	—	{ 2,93	—	—
Цероленин	—	—	—	75,1	41,6	—	26,8	—	—

Данные таблицы показывают, что константы европейского В. п. колеблются в сравнительно узких пределах, для индийского же и для Ghedda значительно отличаются. Индийский В. п., происходящий от трех видов пчел, а именно *Apis dorsata*, *Apis florea* и *Apis indica* (преимущественно от первой), однороден по составу и редко подделывается. Он отличается от европейского лишь более низким числом кислотности и значительным содержанием церилового спирта, глав. обр. в виде эфира, в то время как в европейском В. п. содержится преимущественно мирициловый спирт и лишь немного церилового спирта. Воск от *Trigona* отличается по своим качествам и составу от пчелиного.

До 1918 г. В. п. служил гл. обр. для выделки церковных свечей, при чем более 80% потребности свечных з-дов удовлетворялось ввозом. Так, в 1911 г. ими было закуплено 86,53%, в 1912 г.—82,56%, в 1913 г.—81,8% всего В. п. Для технич. целей В. п. употребляется: при изготовлении разного рода лаков, политуры, литографских карандашей, чернил, непромокаемого состава для обуви, ваксы, сапожного вара и т. п.; кроме того он входит в состав многих лекарственных и косметич. средств—кольдкремов, паст, помад и т. п.; наконец, он идет для приготовления искусственной вошины; для этой цели Россия потребляла ежегодно ок. 29 т В. п. В виду большого требования и довольно высокой цены воск пчелиный подвергался и подвергается подделке в довольно больших размерах; для подмеси к воску пчелиному употребляются: растительный воск, парафин и церезин.

Лит.: Каблуков И. А., О меде, воске, пчелином клее и их подмесах, М., 1927; его же, Пчелиный воск, Москва, 1925; Ильин Н. И., Мед, воск и прополис, Л., 1926; Мориль Н., Анализ пчелиного воска, Москва, 1913; Зарин Э. Я., Простейшие способы исследования пчелиного воска для открытия его фальсификации, Л., 1910; Кулагин Н. М., Современное положение вопроса о русском воске, «Материалы для изуч. естеств.-производ. сил России», вып. 20, Л., 1919; Кован Т. В., Воск, его история, добывание, фальсификация, торговое значение, М., 1912; Каблуков И. и Антушевич И., Пчелиный воск. Ручов. к качеств. и количеств. анализу пчел. воска и его подмесей, М., 1893; Антушевич И., Аналитич. методы исследования пчелин. воска и его подмесей, М., 1891. И. Каблуков.

ВОСКИ, группа веществ, объединяемых либо по химич. составу либо по совокупности технич. функций, обусловленных своеобразным сочетанием физических свойств. Типичным представителем этих веществ может служить *воск пчелиный* (см.). В х и м и ч е с к о м смысле под восками разумеются вещества, главную составную часть которых представляют сложные эфиры высших жирных кислот и одно- или двухосновных спиртов, частью алифатических, частью циклических (стерины), при чем наряду с сложными эфирами в В. содержатся свободные жирные кислоты, свободные спирты и углеводороды. Воскообразующие жирн. кислоты характеризуются преимущественно четностью атомов углерода. Ближайшая родственная к воскам группа—жиры и масла. Между жирами и В. существуют промежуточные вещества (жидкие животные В., ворвань). В. производятся жизнедеятельностью организмов (растительных и животных) или же получаются преобразованием продуктов их жизнедеятельности.

Х а р а к т е р н ы е х и м и ч. п р и з н а к и В. Благодаря содержанию высших спиртов и отсутствию глицерина В. отличаются от жиров: 1) положительной реакцией—помутнением омыленного при кипячении со спиртовой калиевой щелочью (от добавления воды) раствора воска (высшие спирты трудно растворимы в водных растворах мыл) и 2) отрицательной реакцией—отсутствием запаха акролеина при нагревании. Однако обеим реакциям не вполне отвечают жидкие В. (спермацетовые масла) и спермацет, биологически и химически близко стоящие к жирам. В. омыляются значительно медленнее жиров (для омыления 2 г жира достаточно $\frac{1}{4}$ ч.; а для воска требуется не менее 1 части). Кроме того, числа омыления восков, вследствие высокого содержания неомыляемых спиртов, ниже, чем у жиров.

Ф у н к ц и о н а л ь н а я группировка веществ под общим наименованием В. основана на общей им совокупности физических признаков: пластичности, степени размягчения при слабом нагреве и расплавлении—при более сильном, газо- и водонепроницае-

мости, электроизолирующей способности, горючести, химической стойкости, светлой, а после очистки почти белой, окраске и т. д. Из различных В. наиболее типичны вырабатываемые растениями и насекомыми. В растениях восковые отложения почти исключительно (кроме паразитических растений) располагаются на поверхности цветков, листьев, плодов, стеблей и коры. Почти всегда В. присутствует в кутинизированных оболочках, но во многих растениях отлагается на поверхности кожицы также и слоем. Чаще всего этот слой имеет толщину 1μ и состоит из зернышек (злаки, лилейные, рисовые и проч.), реже отлагается на поверхности кожи в виде щетки нормальных к поверхности кожи палочек (*Musa*, *Strelitzia*, *Canna*), достигающей $0,1—0,15 \text{ мм}$ толщины (сахарный тростник). Наконец, у целого ряда растений восковой налет имеет вид корочки (туя, *Sempervivum* и другие). У некоторых пальм (*Ceroxylon*, *Klopstockia*) восковой налет достигает 5 мм толщины. Такие восковые оболочки особенно распространены у растений пустынь и вообще сухих мест. Функция этих восковых отложений—изоляция: во-первых, восковой налет задерживает потерю воды (так, по опытам Габерлянда, суточная потеря воды на 100 см^2 поверхности нормального листа рапса составляет $3,03—3,60 \text{ г}$, а в листе, лишенном воскового налета, $4,03—4,63 \text{ г}$); во-вторых, восковой налет предохраняет дыхательные устья от залития их водою вследствие несмачиваемости капиллярных проходов в восковом слое или в восковой щетке. Восковой налет, чтобы нести свою службу, должен быть достаточно гибок, легко восстанавливать свою целостность в случае повреждения, быть нерастворимым, химически нейтральным, стойким и т. д. Весьма вероятно, что он имеет у растений также электроизоляционное значение и создает механич. защиту. Кроме физиологич. выделения В., у растений иногда бывает также патологическое (напр. шеллаковый В.); тут воск имеет явно защитное значение в месте поранения и, следовательно, несет ту же функцию, что и искусственные восковые составы, применяемые в садоводстве.

У насекомых воск представляет пленочный или волокнистый покров на хитиновой оболочке; одно из назначений этого покрова—защита от смачивания. Другая биологич. функция В. у насекомых—строительная (В. пчелиный, прополис, В. китайского червеца пелла), связанная с его непроницаемостью, пластичностью, размягчаемостью и химической стойкостью.

Техника применяет В. гл. обр. для изготовления изоляционных (влаго- и газоупорных) оболочек и потому причисляет к В. также некоторые растительные жиры (японский воск) и ископаемые углеводороды, поскольку те и другие способны выполнять функцию воска. Напротив, жидкие животные продукты (спермацетовые масла), хотя и близкие химически к настоящему В., но не имеющие его физических свойств, техникою обычно не относятся к группе восков. Нужно заметить, что и биологическая функция их иная, чем у настоящих восков, и что эти

вещества отлагаются не на поверхности организма, а во внутренних органах (мозг, печень) и в крови.

Жидкие животные воски стоят на переходе к жирам и могут быть названы жировосками. Они добываются из морских животных и по запаху, вкусу и некоторым цветным реакциям подобны *ворваням* (см.), являющимся дальнейшей ступенью в переходе к настоящим жирам и могущим быть названными воско-жирами. Отличие жидких животных В. от ворваней—в меньшем уд. в. и в более высоком содержании неомыляемых: уд. в. жидких животных В. $0,875—0,883$, содержания неомыляемых $35—40\%$, тогда как ворваня имеют: неомыляемых $0,5—1,6\%$ при уд. в. $0,915—0,937$. В отличие от твердых В. (за исключением жиропотового), жидкие животные В. состоят из ненасыщенных спиртов ряда $C_nH_{2n}O$ и ненасыщенных жирных кислот. Виды жидких животных восков: спермацетовое масло, арктическое спермацетовое масло и буревестниковый воск. Первые два вещества—маслянистые жидкости от светложелтого до бурого цвета и с трудом различаются между собою.

Спермацетовое масло (*Spermacetöl*, *Walratöl*, *Potwaltran*, *Huile de spermaceti*, *Spermol*). Наиболее ценный продукт добывается из маслянистой жидкости, находящейся во впадинах черепа кашалота (*Physeter macrocephalus*), менее ценный—из других частей тела того же животного. Одно взрослое животное дает до 150 кг этой жидкости. Свежая жидкость имеет светлый соломенно-желтый цвет. Обычно для дальнейшей обработки смешивают $\frac{1}{3}$ головной жидкости с $\frac{2}{3}$ жидкости из других частей тела. Обработка заключается в последовательном вымораживании фракций с все более высокой $t^\circ_{\text{пл}}$. Для этого длительно выдерживают при заданной t° указанную смесь из жидкого масла, чтобы выделить спермацет, и затем подвергают ее обработке на фильтр-прессах, после чего снова выдерживают при t° более высокой. В настоящее время обычно готовится масло, застывающее при $3,3^\circ$, т. н. *зимнее* (*Winter Spermol*), тогда как ранее готовились также масла с $t^\circ_{\text{заст.}}$ 0 и -5° .

Выход зимнего масла составляет 75% от сырья и 67% для масла с $t^\circ_{\text{заст.}}$ 0° . Затем зимнее масло подвергается отбелке. Остаток после отжимки зимнего масла отжимают при $10—15^\circ$ и получают весеннее масло (*Spring Spermol*), имеющее $t^\circ_{\text{заст.}}$ $10—15^\circ$, с выходом около 9% . Затем салфетки фильтр-прессов выдерживаются много дней при $26,7^\circ$, и снятые с них твердые части отжимаются для получения фракции с температурой застывания $32,2—35^\circ$, выход— 5% . Таким образом, количество всего очищенного масла составляет 89% . Остальные 11% составляют бурый спермацет-сырец с температурой плавления $43,3—46,1^\circ$.

Зимнее спермацетовое масло состоит на $60—64\%$ из сложных эфиров жирных к-т, $36—41,5\%$ высших одноосновных спиртов и $1,31\%$ глицерина (для других образцов— $1,53—2,51\%$), что соответствует $13—25\%$ церидов. Спермацетовое масло трудно прогорькает, не поглощает из атмосферы кислорода

и потому не сохнет, не склонно к осмолению и отличается холодостойкостью; кроме того, вязкость его сравнительно мало зависит от температуры. Эти свойства делают спермацетовое масло ценным смазочным средством для тонких механизмов, веретен и тонких машин. С повышением давления вязкость его возрастает.

Вязкость спермацетового масла в зависимости от давления выражается нижеследующими цифрами:

Давление p в $\text{кг}/\text{см}^2$	Относит. вязкость η_r/η_0 при 40°
0	1,00
157,5	1,23
315,0	1,535
472,5	1,94
630,0	2,39
886,2	3,135
1102,5	4,02

Повышение t° ослабляет действие давления; так, давление в $400 \text{ кг}/\text{см}^2$ производит увеличение вязкости: при 25° —на 77%, а при 100° —на 29%. Удельная теплоемкость спермацетового масла при постоянном давлении равна $0,4230$. Теплота сгорания при постоянном объеме 9913 cal. ; t° вспышки в открытом сосуде 220 — 252° , t° воспламенения 270 — 302° , t° вспышки в закрытом сосуде (среднее значение) $236,3^\circ$; показатель преломления $n_D^{25} = 1,4573$, степень дисперсии $n_F - n_C = 0,00864$.

Арктическое спермацетовое масло (Döglingsöl, Döglingsstran, Huile de l'hyperoodon, Arctic Spermoil) добывается из кита кльворыла, называемого также малым полосатиком и доглингом (Hyperoodon rostratus, Entenwal). На рынке это масло узнается часто по характерному вкусу. По свойствам оно похоже на кашалотовое, но более склонно к осмолению и потому ценится менее. Представляет собой сложные эфиры жирных к-т (олефинового ряда) с высшими одноосновными спиртами (32—43%). Содержание глицерина указывается в $2,26$ — $2,56\%$; t° вспышки, в среднем, 230° .

Полужидкий животный воск, буревестниковый В., добывается из ноздрей птицы Aestrelata Lessoni, сем. буревестниковых (южная часть Индийского и Атлантического океанов, между 35 и 50° ю. ш.) и родственных ей; представляет собой массу от соломенно-желтой до светлорубиновой окраски, твердую при 0° , просвечивающую, со слабым неприятным рыбным запахом. Обработка серною кислотой отбеливает воск до соломенно-желтого цвета. Воск содержит $36,9\%$ высшего спирта (с $t_{пл.}$ $30,5$ — $31,5^\circ$), главная часть к-рого находится в нем в виде сложных эфиров; свободн. жирных кислот $2,23\%$. Присутствие глицерина не доказано.

Характерные числа жидких животных В. приведены в табл. 1.

Гидрофильные животные В. Кровавый жир или, собственно, воск получается

экстрагированием с помощью индифферентных растворителей из высушенной и размолотой крови. Он представляет собою вязкое и клейкое жирное вещество, имеющее консистенцию от густо-жидкой до твердой, как сало, и окраску от красно-бурой до черно-бурой; по запаху и внешнему виду напоминает жиропот (см. ниже); содержание—до 2% от сухой крови; дает сильную реакцию на холестерин и оксихолестерин, но не на изохолестерин (в отличие от жиропота). Кровавый жир содержит до 8% свободных жирных к-т и 35 — 50% несвязанных неомыляемых, гл. обр. из метахолестерина. Жирные к-ты на 64 — 91% связаны, а остальная часть является глицеридами. Кровавый жир сильно гидрофилен.

Жир из печени или, собственно, В. получается экстрагированием из хорошо обескровленной, просушенной и измельченной печени; представляет буро-желтую салобразную массу, содержащую 10 — 20% неомыляемых веществ, состоящих наполовину из холестерина, но не оксихолестерина (в отличие от кровавого жира). Он менее гидрофилен, чем кровавый жир.

Жиропот, шерстяной жир, овечий пот (Wollfett, Wollschweissfett, Suint, Wool Grease, Recovered Grease) добывается из овечьей шерсти. В шерсти содержится грязь, калиевые соли и 5 — 10% особого В.; одна шкура весом 4 кг дает ок. 600 г этого В. и 175 — 200 г поташа. Для получения жиропота сперва вымывают водою грязь и калиевые соли, затем извлекают восковое вещество. Это достигается двояким путем: либо экстракцией с помощью летучих

Табл. 1.—Характерные числа жидких животных восков.

Свойства восков	Наименование	Спермацетовое масло	Арктическое спермацетовое масло	Буревестниковый воск
Уд. в. при 15°		0,875—0,884	0,876—0,885	0,8819—0,8858
Число омыления		120—147 (150)	121—130 (136)	125,9
Иодное число		81—87 (90)	80—85 (87,1)	71
Число Рейхерта-Мейсля		0,6 (1,3)	1,4	
Содержание жирных кислот в %		60—64	61—65	
Иодное число жирных кислот		83—87 (90)	80—85 (87,1)	
$t^\circ_{пл.}$ жирных кислот		13,3—21,4	10,3—10,8 (16,1)	
Показатель преломления n_D		1,4646—1,4655	1,4646	
Содержание глицерина в %		1,53—2,51	2,26—2,56	0(?)
Содержание спиртов в %		36—41,5	38—39	36,9

растворителей (бензина, бензола, сероуглерода, трихлорэтилена) либо применением растворов мыл, углекислого натрия или аммония, с последующим выделением воска серною кислотой или сернокислым магнием и отделением осадка на фильтр-прессах с обогревом, центрифугах и т. п. способами. Экстракция при помощи летучих растворителей не считается рациональной, т. к. она вредит качеству шерстяного волокна и слишком его обезжиривает; поэтому чаще прибегают к извлечению жиропота посредством омыления. В. - с ы р е ц — темнубурый, про-

зрачная в расплавленном состоянии, очень сильно и неприятно пахнущая («козлом»), вязкая жирная масса; она почти нерастворима в воде, трудно растворима в этиловом спирте, но растворяется в хлороформе, этилацетате, эфире, бензине, сероуглероде, ацетоне и горячем абсолютном этиловом спирте; содержит 85—90% мягких и 15—10% твердых В. Отбелка В.-сырца производится пропуском бензинового раствора воска через костяной уголь. В фармации рекомендуется отбелка жиропота в бензиновом растворе фосфорной к-той (3—4% от количества жиропота) при нагревании, после чего жидкость декантируют, промывают водой и освобождают на водяной бане от бензина. Очищенный В. также называется, в безводном виде, *Adeps lanae* (*Adeps anhydricus* британской фармакопей), безводным ланолином, а при содержании воды—ланолином, алапурином, агнином, лантолом, анаспалином, велолином, в британской фармакопее—*Adeps lanae hydrosus* или *Adeps lanae cum aqua*. Очищенный жиропот—просвечивающая, бледножелтая, густая, мазеобразная масса, обладающая слабым не приятным запахом; это вещество трудно прогорькает, трудно обмыливается и не пропускает через себя микроорганизмов. Подвергнутый разгонке с перегретым водяным паром жиропот дает ряд продуктов: жиропотовый олеин, мазеобразный дистиллат, жиропотовый стеарин и пек. В продаже различают следующие жиропотовые продукты: 1) сырой овечий пот различной окраски и консистенции; 2) нейтральный овечий пот, светлокоричневый; 3) *Adeps lanae anhydricus*, различных сортов, в зависимости от способности вбирать воду; 4) олеин из овечьего пота, светлый и темный, с содержанием 55% омыляемых веществ; 5) мазеобразный жиропотовый дистиллат, называемый «свободными кислотами из овечьего пота», содержащий 60% омыляемых веществ; 6) жиропотовый пек. Химическая характеристика жиропота приведена ниже в табл. 2 (по Утгу).

Табл. 2.—Характерные числа жиропота.

Свойства жиропота	Очищенный жиропот	Жиропот-сырец
Уд. в. при 15°	0,9322—0,9442	
t° пл.	35,5—37,1	38,5
t° заст.	37,5—40	—
Содержание воды, % . . .	0,32—0,51	0,56
Содержание влаги, % . . .	0,0	0,30
Число кислотности	0,28—0,7	10,65
Число омыления	84,24—98,28	146,02
Общая кислотность (выделенных жиров)	72,88—76,38	105,58
Иодное число (по Гюблеру-Валлеру)	15,32—17,61	23,69
Число Рейхерта-Мейселя .	4,68—6,88	5,91
Содержание глицерина . .	0,0	0,0
Показатель преломления при 20° n_D^{20}	1,4781—1,4822	1,4781

Впрочем, характерные числа могут значительно отклоняться от приведенных в табл. 2 в зависимости от происхождения и выработки жиропота.

Состав жиропота весьма сложен и еще не вполне выяснен. Жиропот—воск в собственном смысле слова,—сложное сочетание сложных эфиров высших спиртов, в значительной части относящихся к стеринам, и свободных высших спиртов. В твердой воскообразной части жиропота (10%), легко отделяющейся помощью амилового или этилового спирта от мягкого жира (90%), найдены след. кислоты: ланоцериновая $C_{30}H_{60}O_4$, ланопальмовая $C_{16}H_{32}O_2$, миристиновая $C_{14}H_{28}O_2$ и карнаубовая $C_{24}H_{48}O_2$. В вязко-жидкой части содержатся те же кислоты и маслянистая к-та (не тождественная с масляной жирного ряда), летучие жирные к-ты, а также лактоны упомянутых оксикислот. Кристаллич. спирты (55%) состоят из перилового $C_{26}H_{54}O$ и карнаубилового $C_{24}H_{50}O$ спиртов и стеринов. Очищенный жиропот содержит 3—4% свободных и 16—18% связанных стеринов. Из них 15—20% падает на изохолестерин, небольшая часть на холестерин, около 33% на аморфный оксиколестерин и другие продукты окисления холестерина и масляной кислоты. Особенно важно в жиропоте присутствие метахолестерина—гидрофильного изомера холестерина; это—носитель характерного свойства жиропота—способности поглощать до 300% воды с образованием стойких эмульсий.

Жиропотовый олеин получают, подвергая жиропот-сырец разгонке с перегретым водяным паром при 300—310° и по отделении на холоду твердых погонов. Этот олеин—окрашенное от желто-бурого до красно-бурого цвета густое масло, флуоресцирующее зеленым или голубым цветом и обладающее жиропотовым запахом. Его удельный вес 0,90—0,92. Жиропотовый олеин содержит 40—60% свободных жирных кислот (капроновая, масляная и миристиновая) и в очень больших количествах особую маслянистую к-ту, 10—53% ненасыщенных (этиленового ряда, начиная с гентадецилена $C_{17}H_{34}$ и кончая нонакозиленом $C_{29}H_{58}$) и насыщенных углеводородов, неразложившиеся сложные эфиры и свободные высшие спирты; характерно содержание стеринов вообще и в особенности изохолестерина.

Мазеобразный жиропотовый дистиллат (*Graisse blanche de suint*) получается при разгонке жиропота с водяным паром при 300—310° и удалении олеина. Он представляет собою твердую массу от белого до светложелтого цвета с t° заст. ниже 45°; состоит из 16—33% неомыляемых веществ, 41—60% твердых к-т с t° пл. 41—47°, иодным числом 10—15 и мол. в. 258—267, летучих жирных кислот 19—25% с иодным числом 43—48 и мол. весом 270—302.

Жиропотовый стеарин (*Graisse jaune de suint*) получается при разгонке жиропота с водяным паром при темп-ре выше 310° после длительного охлаждения погонов и отжимки давлением в 200 atm. Это—темножелтая, пахнущая жиропотом масса с t° плавления выше 45°. От настоящего стеарина жиропотовый отличается аморфностью и либермановской реакцией на холестерин; он содержит 32—42% неомыляемых веществ и имеет иодное число 35—46 и угол вращения для линии D от +24 до +31°.

58—68% твердых жирных кислот с иодным числом 10 и молекулярным весом 318—332.

Жи́ропото́вый пек получается в остатке при отгонке стеарина из жиропота. По своим свойствам этот пек близок к другим жирным пекам, напр. к стеариновому и монтановому. При отгонке с паром получают мягкий пек, кислотность которого понижается по мере отборки погонов и имеет значение от 37,3 до 7,0. Отгонка с крекигом дает твердый пек с кислотными числами 5,2; 1,1 и 0,08, при чем крайние фракции имеют выход по 25%, а средняя 50% от всего количества пека.

Применение, которое жиропот имел первоначально (в 60-х годах), а именно в газоодежательной промышленности, утратило в настоящее время свое значение. Другое применение, тоже не получившее большого размера,—переработка жиропота вместе с его кальевыми солями на красную кровяную соль. В шерстепрядении жиропот употребляется для намасливания в виде смеси: 33,4% неочищенного жиропота, 7,4% минерального масла, 58,2% воды, 1,0% мыла. Очищенный жиропот применяется в мыловарении, при производстве так наз. пережиренных мыл, куда, однако, следует вводить не более 10% жиропота. Важную отрасль применения очищенный жиропот находит в фармации и косметике как основание для различных мазей и притираний. Наиболее ценны здесь: трудная расщепляемость его сложных эфиров и потому почти полная неперогорьяемость, влагосприимчивость и способность задерживать микроорганизмы. Лифшиц предложил пользоваться не непосредственно сложными эфирами жиропота, а носителями его гидрофили—свободными стеринами, особенно оксистериновою группой, богатою метахлестерином. Это действующее начало добывается из мягкого жиропотового жира и при добавлении в небольших количествах к вазелину (*Unguentum paraffini*) дает гидрофильное основание для мазей, продающееся под названием *Eucerinum anhydricum*. Водная его эмульсия—эцерин—представляет ценное дерматологическое средство, а в соединении с душистыми веществами и добавочною водою—косметическую мазь *Nivea-crème*. В 1928 году Б. В. Максоровым было найдено применение очищенному жиропоту в свечном производстве для изготовления суррогатов пчелиного воска.

Жи́ропото́вый олеин, под названием «шерстяного масла», применяется на шерстяных фабриках для смазывания шерсти. Однако слишком большое содержание неомыляемых (шерстяная промышленность требует, чтобы оно не превосходило 2%) делает это применение нецелесообразным. То же относится и к производству мыл. Наиболее полезен олеин в производстве консистентных машинных жиров—колесных мазей и вязких машинных масел. Для этого олеин сплавляется с жирными кислотами и омыляется гашеной известью. Качество олеина зависит от возможно малого содержания неомыляемых, и потому испытание его направлено на определение последних.

Мазеобразный жиропотовый дистиллат применяется в производстве мыл и консистентных мазей. Жи́ропото́вый стеарин, давая сильно коптящее пламя, не годится для свечного производства, а идет в составы для смазки кож и передаточных ремней, для пропитки водонепроницаемых тканей и упаковочной бумаги, в лощильные массы для ткацкого дела и в составы для смазки гильз в производстве взрывчатых веществ. Он употребляется также для фальсификации пищевого сала. Жи́ропото́вый пек применяется в производстве *битуминозных изоляционных материалов* (см.), консистентных жиров для смазки горячих вальцов, когда смазке приходится выдерживать высокие температуры и давления (см. *Пеки*).

Твердые животные В. Спермацет (*Cetaceum*, Walrat, Cétine, Spermacetin или Spermacelin)—твердый остаток при вымораживании спермацетового масла; содержится также в жире дельфинов и ворвани акул. Очищенный спермацет—просвечивающая, блестящая белая крупночешуйчатая масса кристаллического строения, столь хрупкая, что она легко растрескивается в порошок; он почти лишен запаха и вкуса; в расплавленном виде оставляет на бумаге жирное пятно. Удельный вес при 15° 0,945—0,970; $t_{пл}^{\circ}$ 42—47°; усадка при затвердевании ок. 10%; число омыления 125—135; иодное число 3,8; ацетильное число 2,6; кислотное число—до 6; содержание жирных к-т 49—53,5%; неомыляемых 51—52%. Спермацет нерастворим в холодном 90%-ном этиловом спирте, но растворим в 96%-ном (трудно—в холодном и легко в горячем, из которого при охлаждении выделяется в кристаллическом виде). Он легко омыливается едким кали; $t_{пл}^{\circ}$ возрастает с давлением от 46,5° при 1 atm до 50° при 96 atm и 51,38° при 182 atm; теплота сгорания 9 943 cal; показатель преломления при 56° $n_D^{56} = 1,44066$, а степень дисперсии $n_F - n_C = 0,00740$. Спермацет состоит гл. обр. из цетина—сложн. эфира пальмитиновой кислоты и церилового спирта. Указывалось также на содержание глицеридов лауриновой, миристиновой и стеариновой к-т, но это еще требует подтверждения. Своеобразие вида спермацета и его физич. свойства делают фальсификацию его нелегкой. Спермацет горит весьма светлым некоптящим пламенем. Это свойство дало ему, начиная с середины 18 века применение в свечном производстве, особенно в Англии, для высших сортов свечей и в качестве подмеси к пчелиному В. В настоящее время спермацет применяется в медицине, для производства эталонных и осветительных свечей и для составления различных восковых препаратов.

Прополис, уза, пчелиный клей, восковой клей (*Propolis*, *Vorwachs*, *Klebwachs*), в свежем виде—весьма мягкое и с течением времени все еще остающееся размазываемым между пальцами клейкое вещество, от зеленовато-желтого до красно-бурого, даже до печеночно-бурого цвета, с сильным ароматич. запахом и горьким вкусом; вырабатывается пчелами в качестве строительного материала, которым они замазывают

щели и мелкие углубления в улье и заливают трупы насекомых, забравшихся в улей; с примесью пчелиного В. пчелы употребляют его на заграждения в летке для защиты от врагов. Прополис собирают пчелами с растений—из «жирного» масла, или бальзама, цветочной пыльцы. Состав прополиса изменчив, чем, вероятно, и объясняется разногласие старых и новых исследователей по этому вопросу (табл. 3). Прополисовый бальзам растворяется в горячем петролейном эфире и 70%-ном этиловом спирте;

Табл. 3.—Сравнительный анализ двух проб прополиса (в %).

Составные части	Проба I	Проба II
Пчелиный воск	15—16	30
Прополисовая смола	65—70	43,6
Прополисовый бальзам	ок. 5	8,7
Летучие вещества (эфирные масла и вода)	4—6	7
Загрязнения	5	—

это светлая, от золотисто-желтой до коричнево-красной, сильно ароматическая жидкость сиропообразной консистенции; кислотное число его 112, а число омыления 173,8; в его составе указывалось содержание коричной кислоты и ванилина; выход бальзама 3—11%; прополисовая смола, черно-бурая тестообразная масса с $t_{пл}^{\circ}$ 67°, нерастворима в горячем петролейном эфире и растворима в 96%-ном спирте. После многочасового нагрева при 101° она получает по охлаждению консистенцию твердого бальзама. С ледяной уксусн. кислотой и 1—2 каплями серной кислоты она дает через нек-рое время красное окрашивание. В составе смолы указано содержание 20% дубильных веществ и резенов (пропорезен, α -пропорезен, β -пропорезен). Прополисовый В. имеет константы нормального пчелиного воска. В технике прополис применяется для изготовления лака, прививочной древесной замазки, благовонных курений, а в народной медицине—как пластырь и для закрытия ран. Прополисовым лаком русские кустики кроют деревянную посуду, в к-рую после этого можно наливать даже кипяток. С этой целью прополис промывается в теплой воде с примесью серной кислоты; затем 2 ч. прополиса вместе с 1 ч. пчелиного воска кладут в 4 ч. горячего топленого льняного масла, предварительно прогретого в печи в течение 14—20 дней, но без кипения. Деревянная посуда погружается на 10—15 минут в горячий состав, затем охлаждается и полируется шерстяной тряпкой.

Шеллак (см.) парама спирта. Содержание этого воска изменяется в зависимости от происхождения шеллака. По Чирху и Фармеру (1899 г.), оно равно 6%; по данным Г. Берри, оно составляет 3,0—6,5% для естественного шеллака. Шеллаковый В. нерастворим в воде и холодном этиловом спирте. Он представляет собой сложный эфир спирта с $t_{пл}^{\circ}$ 80—82° и кислот: лаккериновой и, вероятно, мелиссиновой с $t_{пл}^{\circ}$ 74—76°. Самаяджула (Samajadula) в 1924 г. установил микрохим. анализ для В. от шеллакопроизводящих

насекомых *Shorea tabura* Roxb. значение иодного числа 9,5—10,6 и числа омыления (4 часа) 79,9—81,0. Гутта (1924 г.) в составной части шеллака (от *Lakshadia mysorensis*), растворимой в эфире, нашел мирициловой спирт, смесь пальмитиновой и миристиновой кислот, ненасыщенную моногидроксикислоту $C_{15}H_{29}(OH)COOH$ и эритролаккаин. Шеллаковый В. применяется для восковых составов, напр. для паркетного и мебельного В.

Китайский В.—выделение насекомого *Coccus ceriferus* или *C. pella*, водящегося на *Grahinus chinensis*; по наружному виду походит на спермацет, желтовато-белого цвета, состоит гл. образ. из перилового эфира церотиновой кислоты $C_{26}H_{51}O_2 \cdot C_{26}H_{53}$, уд. веса—от 0,926 до 0,970; $t_{пл}^{\circ}$ —от 80,5 до 83°, число омыления—от 80,4 до 93, % жирных кислот 51,54, алкоголей около 49%. В Китае и Японии употребляется для фабрикации свечей, полировки мебели и кожи и аппретуры бумаги. В виду широкого потребления в Китае, в Европу привозится в очень небольших количествах.

Растительные В. Растительные воски весьма распространены в царстве растений и б. ч. относятся к настоящим воскам, т. е. имеют главной составной частью сложные эфиры высокомолекулярных кислот и одноатомных спиртов; они растворяются в горячем спирте (отличие от жиров и масел). Растительные В. химически и физически близки к пчелиному В., но имеют более высокую $t_{пл}^{\circ}$, большую твердость при обыкновенной t° и большую хрупкость. По внешнему виду растительные В.—желтоватые, зеленоватые, сероватые или бурые массы, обладающие иногда слабым приятным запахом; по очистке они получают белый или почти белый цвет. Относительное содержание растительного В. в растении ничтожно и не превышает обычно 1—2% по отношению к тем частям растения, из которых он непосредственно добывается. В связи с техническими ценными свойствами воска это обстоятельство ставит перед техникой насущную задачу—исследовать все возможные источники растительного воска, не пренебрегая даже теми, к-рые в настоящее время имеют лишь научный интерес, и найти каждому роду растительного В. наиболее соответствующее применение; если тот или другой вид В. окажется технически интересным, он, вероятно, мог бы быть получаем в качестве побочного продукта при других производствах. Тем не менее такое изучение В., технич. добытие и использование его—еще дело будущего. Правда, типичный представитель этого класса—пчелиный В.—известен с незапамятных времен, но другие В. в небольшой части стали достоянием техники лишь недавно и в большинстве случаев не вошли еще в ее кругозор. Даже те растительные В., которые усвоены местной промышленностью отдельных стран, не доходят до европ. рынков и истребляются на местах для целей освещения. Приведенная ниже сводка известных растительных В., составленная гл. образом по Визнеру, имеет задачей очертить границы возможного воскового хозяйства; она может дать толчок к дальнейшему систематич. обследованию применений растительного воска в технике. В настоящее

же время из перечисленных ниже 40 видов растительного воска техникой усвоены лишь карнаубский и, до известной степени, канделильский и пальмовый. В сводке приведены названия тех растений, из которых добывается воск.

1. Aizoaceae. Из листьев *Mesembrianthemum expanseum* L. и *M. tortuosum* L. (хрустальника) выделен воск, содержащий, между прочим, углеводород мезембром $C_{25}H_{56}$ с $t_{пл.}^{°}$ 68—69° и спирт мезембром $C_{31}H_{64}O$ или $C_{30}H_{60}O$ с $t_{пл.}^{°}$ 73—74°.

2. *Alaliaceae*, аралиевые. В. получается из листьев *Trevisia sundaica* Miq.

3. *Balanophoraceae*. В. баланофора, баланофорин. Уд. в. при 15°—0,995 (Шедлер), $t_{пл.}^{°}$ около 100°; вываренный водой он представляет серо-желтую массу, а экстрагированный эфиром—имеет окраску и консистенцию пчелиного; в спирте растворяется незначительно, в эфире—легко; растворяется на холоду в концентрированной серной к-те и выпадает из нее без изменения при разбавлении раствора водой. Производящие воск растения—бесхлорофильные паразиты, парехимные клетки которых почти сплошь пропитаны воском, так что растение, будучи подожжено, горит светящимся пламенем. Один из воскопроизводящих видов, *Balanophora elongata*, растет на о-ве Яве. Здесь измельченным в кашичу растением обмазывают тонкие бамбуковые палочки, которые после просушки применяют в качестве свечильников. Другой промышленный вид—*Langsdorffia hypogaea* Mart.—распространен в Ю. Америке (Новая Гренада); растения в высушенном виде поступают целиком на рынок и применяются для освещения. На европейский рынок ни В. баланофора, ни производящие его растения не поступают.

4. *Vixaceae*. В. из листьев *Vixa Orellana* L. (орлеанского дерева, или орлянки настоящей)—представляет смесь В. и жира.

5. *Bombacaceae*, баобабовые. Из *Eriodendron anfractuosum* D. C. (хлопчатого, также сырного дерева) и капока спиртом и бензолом извлекается около 5% голубовато-красного воска со своеобразным запахом, $t_{пл.}^{°}$ 24°, кислотным числом 60 и числом омыления 170. В этом В. найдены к-ты: пальмитиновая (15% от жирных кислот), линолевая (38%), масляная (60%), очень немного линоленовой и спирты: фитостерин и мелисиловый. Подобный же В. найден в *Bombax malabaricum*.

6. *Compositae*, сложноцветные. Из корня *Taraxacum officinale* L. (одуванчика) получается В., в котором содержится особый стерин таракастерин $C_{29}H_{48}O$ с $t_{пл.}^{°}$ 221—222° и гомолог его, затем к-ты: пальмитиновая, масляная, мелисиновая, церотиновая.

7. *Coniferae*, хвойные. Из хвои *Juniperus sabina* L. (казацкого можжевельника), *Juniperus communis* (обыкновенного можжевельника), *Picea excelsa* (обыкновенной ели), *Pinus silvestris* (обыкновенной сосны), *Thuja occidentalis* (западной туи) получается В., в котором можно выделить сложные эфиры и свободные кислоты, с кислотным числом 25 и числом омыления около 230. При омылении возникают только вещества кислотного характера.

8. *Cucurbitaceae*, тыквенные. В. получается из листьев *Bryonia dioica* (переступня).

9. *Empetraceae*, воронниковые. В., получаемый с листьев *Empetrum nigrum* L. (воронника, или голубинца), состоит главн. обр. из сложного эфира церотиновой кислоты и церилового спирта.

10. *Ericaceae*, вересковые. В. получается из листьев *Vaccinium vitis idaea* L. (обыкновенной брусники).

11. *Euphorbiaceae*, молочайные. На коре *Jatropha curcas* (*Curcas purgans* Endl.) находится В., состоящий из сложн. эфира мелисиновой к-ты и мирицилового спирта, а также свободного спирта. Более важное значение имеет распространенное в Мексике и южн. Калифорнии растение *Pedilanthus ravonius* Boas, имеющее на ветвях налет, из которого добывается т. н. канделилла или канделильский В. Он получается либо соскабливанием, либо вывариванием ветвей в воде, либо, наконец, при помощи растворителей, что дает вдвое или втрое больший выход. В общем, воска при вываривании получается 2—3%. С 1 га ежегодно получают от 1,25 до 5 т В. Канделилла-сырец непрозрачен, несколько хрупок, сер, грубозернист. Очищенный В. имеет цвет от бурого до красного. Для осветления требуется значительная прибавка парафина. Уд. вес 0,95—0,99; $t_{пл.}^{°}$ сырца 80—92°, очищенного 67—82°; показатель преломления при 70° $n_D^{70} = 1,456$; кислотное число около 10—20,

число омыления около 50—65. В. содержит 65—75% неомыляемых (стерины и углеводороды), из которых углеводородов ок. 50%. Канделильский воск стал известен в промышленности с 1907 года. В Мексике он употребляется для производства свечей. Во многих применениях он служит заменой карнаубского воска.

12. С листьев бразильской пальмы *Copernicia cerifera* Mart. (другое название—*Cogurpha cerifera* L.) добывается В. под названием карнаубского или цеарового. Молодые листья растения покрыты сухим пепельного цвета и приятного запаха порошком В., к-рый легко стряхивается или сдувается. Впоследствии образуются плотные корочки, до 5 мм толщиной, состоящие из скоплений восковых призматич. или цилиндрич. столбиков, нормальных к поверхности листа. Для получения В. пользуются преимущественно самыми молодыми листьями. Сбор происходит в течение полугодия, дважды в месяц. Листья срезаются (один туземец срезает в день до 1 000 листьев, при чем высота ствола пальмы—до 12 м), раскладываются на цыновках, и В. снимается с них щетками, обмолачивается палками и, наконец, соскабливается ножами. После этого воск сплавляют в горячей воде. При каждом сборе с одной пальмы срезается 8 листьев, а всего за год 96 листьев, дающих 1,8 кг В.; по другим данным, для получения 1,8 кг В. требуется от 240 до 600 листьев. Применяется также выварка листьев в горячей воде. Карнаубский воск поступает на рынок неправильными кусками, величиною с кулак. Цвет его—от желтого до темносерого, смотря по сорту (табл. 4).

Табл. 4.—Цвет различных сортов карнаубского воска.

Сорт	Цвет
Flor	Правильный желтый
Primeira	До темножелтого, с меньшими загрязнениями
Medina	От слабо желтоватого до светлосерого
Gorduosa	Жирный, от темносерого до черного
Arenosa	Песочный, от светлосерого до темносерого

В Германии на рынке встречаются только два сорта: жирно-серый и *coulant grau*. Слишком светлый карнаубский воск ненаатурален: он содержит продукты омыления и большое количество парафина. В тонк. слоях карнаубский воск просвечивает. Он отличается твердостью и хрупкостью, так что без труда измельчается в порошок; запах слабый и очень характерный. В обычных органических растворителях при комнатной t° растворим очень мало; $t^\circ_{пл.}$ свежего В. 83—85°, а затем повышается до 90°; t° каппеледения 80,5—82°; D_{15}^{15} 0,998—0,999, а d_{15}^{20} 0,860.

Электропроводность карнаубского В. изменяется с возрастанием t° след. образом:

Темп-ра	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°
Электропроводн.									
в 10° мо-см	14,5	28,0	55,6	85,5	100	175	316	520	1090

Диэлектрич. коэфф. карнаубского воска при 40° равен, примерно, 2,30; с повышением темп-ры он растет до 2,65 (при 65°), а затем при 100° снова падает до начальной величины; кислотное число 0,3—8; число омыления 5—13, ацетильное число 51—60, иодное число (по Вийсу) 5—13, показатель преломления, измеренный при 80° и пересчитанный на 40°, 1,4692—1,4717. Карнаубский В. содержит до 48% жирных к-т и до 35% неомыляемых; состоит гл. обр. из сложного эфира церотиновой к-ты и мелиссиллового спирта, свободного мелиссиллового спирта, церотиновой к-ты, спиртов: церилового $C_{26}H_{54}O$ и двухосновного $H_{25}C_{35}O_2$ с $t^\circ_{пл.}$ 103,5°, карнаубовой к-ты $C_{24}H_{46}O_2$ с $t^\circ_{пл.}$ 72,5° и оксикислоты $C_{21}H_{42}O_3$. Вся годовая добыча карнаубского В. оценивается в 4 000—6 200 т, при чем в Германию до 1914 года ввозилось 1 700 т. Главные рынки: Форталеца, Рио-де-Жанейро, Ресифе-де-Пернамбуко, Бахиа. Воск свозится сюда в тюках по 15 кг и здесь упаковывается в джутовые мешки по 80—100 кг.

Применение карнаубского воска основано на его способности даже при сравнительно малых присадках к другим восковым составам повышать их твердость, $t^\circ_{пл.}$ и блеск и задерживать процесс кристаллизации. Карнаубский воск широко применяется при производстве аппретур для кожи, мастик для воения и политур, грамофонных пластинок, восковых мыл, свечей.

13. Из млечного сока восконосной смоковницы (*Ficus ceriflua*, *F. variegata*, *F. subracemosa*), растущей на западной и центральной Яве, Суматре и Цейлоне, добывается гонданговый, или гонданговый, В. Жирный млечный сок после сгущения на огне и промывки водою превращается в твер-

дый воск и поступает в продажу под названием яванского, или смоковничного В. (*cire de figuier*). На родине он применяется для выделки свечей. До европ. рынков яванский В. не доходит. Яванский растительный воск—серого или красноватобурого цвета, внутри почти розово-красного, а также желтоватого, очень хрупок и легко раздробляется. Уд. вес при 15° 0,963 (Визнер) или 1,015 (Гресгоф и Сакк); при 45° он размягчается, при 50° имеет консистенцию сиропа, при 61° плавится (по другим данным при 56—57°). В кипящем этиловом спирте он растворяется не вполне; в эфире и амилловом спирте растворяется, хотя и не вполне; растворим в терпентине, бензине, бензоле и хлороформе; не растворяется в сероуглероде. При варке с калиевой щелочью обесцвечивается, но не переходит в раствор. Из части, растворимой в спирте, выделены фикоцериловая кислота $C_{13}H_{26}O_2$ с $t^\circ_{пл.}$ 57° и фикоцериловый спирт $C_{17}H_{34}O$ с $t^\circ_{пл.}$ 128°. Деструктивная перегонка яванского воска дает уксусную и пропионовую кислоты и масляный погон, содержащий бесцветный флуоресцирующий углеводород $C_{14}H_{26}$ с $t^\circ_{пл.}$ 55°, кристаллич. к-ту $C_{12}H_{24}O_2$ и кристаллич. спирт $C_{44}H_{88}O$ с $t^\circ_{пл.}$ 51°. Суматранский и Яв. (*Getah Lahre*) подобен яванскому; применяется для производства свечей. Австралийский смоковничный В. (от *Ficus rubiginosa* и *F. macrophylla*) содержит сложный эфир уксусной кислоты и фикоцерилового спирта с $t^\circ_{пл.}$ 114°.

14. Gramineae, настоящие злаки. Воск из *Saccharum violaceum* Thuss.—церозин, весьма стоек против калиевой щелочи; $t^\circ_{пл.}$ перекристаллизованного из горячего спирта

182°, удельный вес D_{15}^{15} = 0,961. Этот В. возбуждает большой промышленный интерес, т. к. он мог бы заменять карнаубский В. от *Saccharum officinale* (сахарного тростника) может добываться по способу Винберга как побочный продукт при производстве тростникового сахара. Содержит первичный спирт $C_{30}H_{60}O$, неизвестное вещество $C_{33}H_{66}O$ и др.

15. Lauraceae, лавровые. Воскообразная неомыляемая часть масла из *Laurus nobilis* L. (лаврового дерева) содержит эйкозан $C_{20}H_{42}$ с $t^\circ_{пл.}$ 69°, мирициловый спирт, фитостерин и его сложный эфир.

16. Leguminosae, бобовые. Воск семенных оболочек *Lupinus luteus* L. (желтого lupina) и *Lupinus albus* L. (белого lupina) содержит лупеол $C_{26}H_{42}O$ с $t^\circ_{пл.}$ 204—205°.

17. Linaceae, ленные. Из пыли, получаемой при обработке лубяных волокон *Linum usitatissimum* (посевного льна), петролевым эфиром извлекается до 10% В. от желтого до желтовато-бурого цвета, с матовым скорлуповатым изломом и сильным льянным запахом. На холоду В. хрупок, а при t° руки разминается. Перекристаллизацией из бензина получается кристаллич. В. с $t^\circ_{пл.}$ 61—62° и уд. в. при 15° 0,908. Он легко растворяется в обычных органич. растворителях, трудно— в хлороформе и только отчасти— в этиловом спирте. Из необработанных льянных волокон извлекается 2—3% бурого воска, уд. веса при 15° 0,998, с $t^\circ_{пл.}$ 68—70°, кислотным числом 23—24, числом омыления (через

6 часов) 150—163 и содержанием неомыляемых 22—23%. Прядильная способность льна отчасти обусловлена присутствием этого В.

18. Malvaceae, мальвовые. Хлопок в в й В. из волокон *Gossypium herbaceum* L. (мелколистного травянистого хлопчатника) получается экстрагированием из американ. линтера (см. *Вана*). Эфирный экстракт, с выходом 0,77%, $t_{пл.}$ 55—60° и числом омыления свыше 160, похож на японский воск и тоже относится скорее к жирам.

19. Meliaceae. В. из индийских цветов *Cedrela toana* Roxb.

20. Moraceae, тутовые. Из надрезов на ветвях и сучьях америк. дерева *Brasimum Galactodendron* Dow (коровьего или молочного дерева), а также *Galactodendron americanum* L. или *G. utile* вытекает сок, по цвету и вкусу похожий на коровье молоко, но более густой и не свертывающийся от кислот. Это молочное дерево растет в горных областях Ю. Америки, особенно в Венесуэле. При кипячении из млечного сока выделяется (30—35%) желтовато-белый, содержащий смолу В., галактин. Это — просвечивающее, разминающееся и отчасти омыляемое вещество, с $t_{пл.}$ 50—52°; оно более всех прочих растительных В. походит по внешним признакам на пчелиный В. Галактин состоит из смолы, растворимой в холодном абсолютном этиловом спирте, и кристаллического воска с $t_{пл.}$ 65°, растворимого только в кипящем спирте. Из галактина в странах, его производящих, делают свечи, горящие светлым пламенем. К семейству тутовых относится и *Cannabis sativa* L. (конопля), волокна которой содержат 0,5—1% буроватого В. с сильным запахом конопли; $t_{пл.}$ 66—67°, кислотное число 46—47, число омыления (через 20 минут) 162, неомыляемых 11%.

21. Morindaceae. В. из краски от яванского растения *Morinda umbellata* и из дерева *Morinda cetrifolia* L.

22. Musaceae, банановые. От одного из видов этого семейства, который точно еще не установлен и произрастает в Нидерландской Индии, особенно на Яве, добывается т. н. пизанговый В. Нижняя поверхность листьев покрыта белым, как бы мучным налетом, к-рый соскребается деревянными ножами и переплавляется на огне. Одно растение дает 60 г В. Пизанговый В. — твердое, наподобие манной крупы, белое, а часто и желтое или светлозеленое вещество, обладающее нек-рой прозрачностью и кристаллич. изломом, покрытое белым налетом. В. легко измельчается, плавится при 79—81°, имеет уд. в. 0,963—0,970; слабо растворим в горячем этиловом спирте и легко — в горячем терпентине, амиловом спирте и сероуглероде. Кислотное число его 2—3; число омыления 109. Из В. выделены: пизангцериловая кислота $C_{24}H_{48}O_2$ с $t_{пл.}$ 71° и пизангцериловый спирт $C_{19}H_{38}O$ с $t_{пл.}$ 78°. В. состоит гл. обр. из сложного эфира этой к-ты и спирта. Пизанговый В. пока применяется только в производящих его странах.

23. Myristicaceae, мускатные. Из растения *Myristica cuba* H. et B., растущего в Бразилии (особ. в Пара), добывается т. н. о к у б с к и й В. Ядра плодов, освобожден-

ные от оболочек, протираются в тесто и вывариваются короткое время в воде. Восксырец, с выходом 20—25% от всего плода, переплавляется и тогда становится белым и блестящим. Уд. вес при 15° 0,920; $t_{пл.}$ 39—40°. Он представляет собою смесь смолы, В. и жира, и не вполне выяснено, относится ли он в самом деле к воскам. Смола из него м. б. извлечена аммиаком, а В. — кипящим этиловым спиртом. Окубский воск в Бразилии (особенно в Пара) является ценным продуктом для свечного производства. Добычу его население занимается осенью, с января по март.

24. Oleaceae, маслиновые. Из листьев *Olea europaea* (маслины) добывается смолopodobный В., главная составная часть которого, находящаяся также в незрелых плодах, — вещество феноловой природы, о л е о н о л. В листьях *Syringa vulgaris* L. (сирени) тоже содержится воск.

25. Orchidaceae, орхидные. В. из *Orchis mascula* L. (ятрышника).

26. П а л ь м о в ы й В. добывается со срубленных стволов различных восковых пальм, *Serоxylon andicola* H. et B. и *Klorstockia cerifera*, растущих на Андах Ю. Америки (Колумбия, Экуадор и Новая Гренада) на высоте 2 000—3 000 м. Эти пальмы достигают высоты 30 м и имеют перистые листья длиной до 8 м. Покрывающая ствол восковая корка, до 5 мм толщ., соскабливается и очищается переплавлением, а кора вываривается. Одно дерево дает ок. 12,5 кг воска. В последнее время, ради сохранения деревьев, вокруг ствола прикрепляют широкие металлические кольца, куда стекает В. Пальмовый В. похож на карнаубский и часто с ним отождествляется. Твердый и хрупкий на холоду, он размягчается при t° руки, плавится при 102—105°; уд. в. 0,992—0,995. Очищенный В. желтого цвета, плавится при 72°. Пальмовый В. состоит из сложн. эфира церотиновой к-ты и церилового спирта, а также сложного эфира пальмитиновой к-ты и мелисилового спирта. В Европе известен мало, но в Южной Америке считается ценным продуктом для производства свечей и восковых спичек.

27. Papaveraceae, маковые. Семенные корочки *Papaver omniferum* L. (садового мака) имеют восковой налет, при экстрагировании опия переходящий в раствор; состоит из сложн. эфира церотиновой к-ты и церилового спирта, а также сложн. эфира пальмитиновой к-ты и церилового спирта.

28. Polygonaceae, гречишные. В. получается из высушенных листьев *Rumex Ranguineus* L. (щавеля).

29. Из листьев *Raphia ruffia* Mart. (виноной пальмы), а также *R. pedunculata* P. В. добывается на Мадагаскаре рафиевый в о с к. Остатки листьев при добычании волокна завязывают в холсты и обмолачивают; осыпавшуюся восковую пыль согревают в горячей воде и сминают в комя. Рафиевый В. тверд, хрупок и имеет цвет от желтого до бурого. В обычных органич. растворителях он растворяется немного или совсем не растворяется; легче всего растворяется в горячей бензоле; спирт растворяет при нагревании ок. 90% В. Уд. в. при 15° 0,95;

$t^{\circ}_{пл.}$ 80°. Растворимая часть, с $t^{\circ}_{пл.}$ 80°, представляет спирт $C_{20}H_{42}O$, изомер норм. арахинового спирта; возможно, что он представляет смесь двух изомеров.

30. Rhamnaceae, крушинные. Кора американской крушины *Rhamnus purshiana* В. С. (*Cascara sagrada*) содержит жир и В.: глицерид арахиновой кислоты и сложный эфир той же кислоты и холестерина $C_{20}H_{42}O$, $t^{\circ}_{пл.}$ 135—136°. Из коры *Rhamnus cathartica* Л. извлекается воскообразный амностерин $C_{13}H_{28}O_2$ с $t^{\circ}_{пл.}$ 83—85°. Можно получить воск также из корневого луба *Ventilago madraspatana*.

31. Rosaceae, розоцветные. Налет слив есть твердый бурожелтый воск с $t^{\circ}_{пл.}$ 64°; из листьев *Prunus serotina* Ehrh. (американской осенней черемухи) извлекается смолообразный воск, содержащий жирные кислоты—линолевую, линоленовую, пальмитиновую и стеариновую, в свободном виде и в виде сложных эфиров церилового спирта, затем—различные углеводороды, например $C_{31}H_{64}$. Из скорлупы *Prunus spinosa* Л. (терновника) извлекается подобный же В.

32. Scrophulariaceae, норичниковые. В. из высушенной зелени *Linaria vulgaris* Mill. (льнянки) и цветов *Verbascum thapsus* Л. (крупноцветного коровяка).

33. Solanaceae, пасленовые. Красящее вещество помидора *Solanum lycopersicum* Л. есть липохром, изомерный В. зонтичных—каротену. Смолообразный В. находится на ветвях в листьях *Solanum angustifolium* R. et P. Из табака В. извлекается петролейным эфиром; содержание воска увеличивается в табаке с возрастом растения; $t^{\circ}_{пл.}$ 63°. В. состоит главным образом, вероятно, из сложного эфира меллисиновой кислоты и меллисилового спирта.

34. Tamaricaceae, тamarиндовые. В коре растения *Fuquieria splendens*, растущего на западе Сев. Америки, содержится 9% воска. Это—желтовато-зеленое вещество воскового вида с $t^{\circ}_{пл.}$ ок. 85°, содержит сложный эфир церотиновой к-ты и меллисилового спирта.

35. Tiliaceae, липовые. В. из цветов *Tilia europa* Л. (европейской липы) состоит гл. обр. из углеводородов. В коре липы содержится воскообразное кристаллич. вещество $C_{31}H_{62}O_2$ —тиладиин.

36. Umbelliferaeae, зонтичные. Красящее вещество *Daucus carota* Л. (моркови)—липохром каротен. С ним связан ряд продуктов окисления воскового характера.

37. Urticaceae, крапивные. Воск *Humulus lupulus* (хмеля).

38. Verbenaceae, вербеновые. Воск из листьев *Lippia scaberrima* Sond., *Lippia microserphala* Cham. и *Duranta plumieri* Jacq. содержит смолу.

39. Vitaceae, виноградные. Из листьев *Vitis vinifera* Л. (виноградной лозы) получается воск с выходом 3,7% посредством обмытия сероуглеродом. Он состоит из следующих эфиров пальмитиновой и других жирных кислот и холестериноподобных спиртов: витола $C_{17}H_{34}O$, с $t^{\circ}_{пл.}$ 74°, и витогликола $C_{23}H_{46}O_2$. Налет на виноградных гроздьях содержит свободные жирные кислоты и сложн. эфиры их со спиртом $C_{26}H_{50}(OH)_2$ —энокарполом, с $t^{\circ}_{пл.}$ 34°.

40. Rhus, сумаховые. Из плодов различных видов, особенно *Rhus succedanea* Л. и *Rhus vernicifera* D. С., получается так наз. японский В. Для получения японского В. плоды подвергают сушке, затем размалывают и отсеивают для удаления семян и частей эпидермиса—кожицы. Подготовленные таким образом плоды нагревают в парах воды и прессуют несколько раз, при чем при повторных прессованиях иногда для понижения $t^{\circ}_{заст.}$ добавляют сало. Дальнейшая обработка состоит в переплавлении с водой и щелочью и отбелке на солнце. За последние годы стали применять экстракционный способ. Кустарность способа получения, а также часто практикуемая фальсификация перилловым маслом обуславливают неоднородность японского В. Уд. вес колеблется около 1; $t^{\circ}_{пл.}$ 52—53°. Японский В. состоит почти исключительно из триглицерида пальмитиновой к-ты, но в некоторых сортах содержание свободных жирных кислот достигает 16%; растворяется в спирте при нагревании, в эфире, бензине, петролейном эфире растворяется легко; может удерживать, не меняя внешнего вида, до 60% воды, чем пользуются для его фальсификации. Применяется для тех же целей, что и пчелиный В., а также в производстве спичек. Анализ смеси В. представляет трудности вследствие изменчивости их констант; примесь к пчелиному В. определяется соотношением между кислотами и эфирами. Вся потребность СССР покрывалась импортом, но не исключена возможность получения японского В. при возведении соответствующих растений на черноморском побережье Кавказа, где опыты дали благоприятные результаты.

Ископаемые В. Из ископаемых восков наибольшее значение получил до сих пор горный В. (см. *Озокерит*) и производный от него церезин. На втором месте стоит выдвинувшийся сравнительно недавно монтанский воск. Другие ископаемые воски пока не усвоены промышленностью в степени, соответствующей их техническим качествам и возможности добывания, но несомненно, что технике недалекого будущего придется иметь дело с некоторыми из них.

Монтанский В., монтанит, битумен, получаемый бензиновой или бензольной экстракцией из бурых углей. Уд. вес монтанского В. при 15° ок. 1,000, при 100°—0,890, при 200°—0,812; $t^{\circ}_{пл.}$ сырца 80—90°, очищенного 73—80°; число омыления 60—100; иодное число 9—12; кислотное число у сырца 20—40, а у очищенного до 100. Монтанский воск $1/10$ в спиртовом растворе калийной щелочи омыляется сполна. Сырец дает сильную холестериную реакцию. Точка воспламенения 300°. Теплота сгорания 9700 cal. Не всякий бурый уголь пригоден для экстрагирования; курные угли при сухой перегонке дают менее ценный материал, содержащий, кроме монтанского воска, гуминовые кислоты, целлюлозу и т. д. Битуминозные бурые угли содержат 3—30% битума; экстракцией извлекается 8—10% от содержания битума, пересчитанного на высушенный уголь, при чем такой процесс считается еще выгодным. В наиболее благоприятных случаях извлекается 10—20%

битумена. Бензольно-алкогольной или бензольно-ацетономасляной смесью извлекается на 50% более. При высоком давлении, напр. 6 atm, и нагреве до 260°, битум извлекается из угля бензолом в количестве, почти соответствующем теории. Предложены также иные процессы извлечения монтанского воска: расплавленным нафталином (по Г. Келеру), перегретым паром (по Э. Ф. Бойену), просто паром (по Рандору), без растворителя простым давлением при 300° (по Бергиусу), при чем в последнем случае выход воска оказывается большим, чем при растворителе. Однако полное извлечение битума из бурого угля не считается выгодным, поскольку оно ведет к необходимости добавлять большие количества связующих веществ при изготовлении угольных брикетов. Монтанский В. содержит сложн. эфиры высокомолекулярных жирных кислот, гл. обр. монтановой и карбоцериновой, с нерастворимыми в воде высшими спиртами—тетраоксанолюм $C_{24}H_{50}O$, цериловым $C_{28}H_{54}O$ и мирициловым $C_{30}H_{62}O$ и, следовательно, должен считаться настоящим воском. Кроме того монтанский воск содержит красящие вещества—гуминовые к-ты и смолы. Различные сорта монтанского воска различаются между собою гл. обр. количеством смол. Этиловый 96%-ный спирт извлекает из монтанского воска до 22% твердых чернобурых смол с $t^{\circ}_{пл.}$ 72—75°, с числами: кислотным 42,9, омыления 73,2, иодным 22,9 и уд. в. > 1. Они представляют собою окисленные жирные кислоты; от гуминовых, при внешнем сходстве отличаются растворимостью в бензоле; содержат O и S; сложн. эфиров с монтановой и карбоцериновой к-тами не дают. Полное разделение В. и смол б. достигнуто при помощи жидкой сернистой к-ты. Окисленные жирные к-ты представляют главное затруднение при осветлении монтанского В.

Очищенный монтанский воск получается повторной перегонкой В.-сырца с перегретым паром. Он представляет собою салоподобную некрсталлич. массу с $t^{\circ}_{пл.}$ 55—60°. Перегонка при атмосферном давлении ведет к крекингу с образованием CO_2 , CO, H_2S , CH_4 , олефинов и полужидкой массы из углеводородов. В частности возникает докозан $C_{22}H_{46}$ с $t^{\circ}_{пл.}$ 52—53°. Осторожная перегонка под вакуумом с водяным паром и очистка дистиллата в бензиновом растворе на фильтр-прессах поглотителями дает около 30% белого кристаллического вещества, с $t^{\circ}_{пл.}$ 70—80°, состоящего из омыляемого монтановой кислоты $C_{28}H_{58}O_2$ и неомыляемого кетона ее—монтанона ($C_{27}H_{55}O_2$). Химические характеристики различных сортов отогнанного и очищенного монтанского воска показаны в табл. 5.

В остатке при очистке монтанского В. получается огненный монтанский пек, содержащий неразложившийся В., свободные к-ты, лактоны, кетоны и асфальтовое вещество. Т. у. на монтанский В.-сырец (т. н. битум) следующие: 1) Он должен содержать возможно меньше нерастворимых в бензоле примесей (угольной пыли); определяется экстракцией (в бумажной гильзе). 2) Он должен содержать возможно меньше золы (она состоит нормально из извести, железа и маг-

Табл. 5.—Характеристики монтанского воска.

Данные	Левкович				Грефе		Эйзенрейх	Маркус-сон и Смигус
	80	80	77	75	77	73—75		
Темп-ра плавления . . .	80	80	77	75	77	73—75		
Кислотное число . . .	123,0	101,6	71,0	42,4	93,0	65,3		
Эстерное * число . . .	3,6	0,0	2,8	19,6	1,5	10,7		
Число омыления . . .	126,6	101,6	73,8	62,0	94,5	76,0		
Иодное число . . .	—	9,8	—	—	12,0	—		
Содержание монтановой к-ты в % . . .	93,2	77,0	53,7	32,0	70,4	49,5		
Неомыляемых в % . . .	6,8	23,0	46,3	68,0	29,6	50,5		

незии; определяется сжиганием и прокаливанием 1 г вещества в фарфоровом тигле; битум, извлеченный из пирописсита хорошего качества, содержит еще 4,6% золы). 3) Температура размягчения, по Кремеру-Сарнову, обычно 80—90°. 4) Температура воспламенения, если не прибавлено какого-либо растворителя, около 300°. 5) Кислотное число д. б. возможно большим (рекомендуется определять его по Пшорру, переводом кислот в нерастворимые кальциевые соли через прибавление к спиртовому раствору искусственного натрия и хлористого кальция в эквивалентных количествах). 6) Число омыления д. б. возможно большим (определяется, как кислотное). 7) Содержание смол д. б. возможно малым (определяется по эфирной вытяжке). Монтанский воск, сырец и очищенный, имеет применение в производстве кремов для обуви, пластинок для фонографов, непроницаемых пропиток, кабельной изоляции, бочарного воска, консистентных жиров, брикетов для вальцов и в меньшей мере—для изготовления свечей.

Торфяной В. извлекается из торфа парами спирта. Его $t^{\circ}_{пл.}$ непостоянна и колеблется между 80 и 90°. Он представляет собою желтое воскообразное вещество, легко растворимое в амиловом спирте, труднее—в этиловом и метиловом. В серном эфире и бензоле растворяется лишь частично, давая темнозеленую жидкость и нерастворимый коричневый осадок. Из эфирной вытяжки получается темнозеленый воск, омыляемый едким натром. Кислота растворимой в эфире части размягчается при 140° и плавится при 184°; ее формула, по Р. Залозецкому и И. Гаусману, $C_{17}H_{25}O_5$. Кислота нерастворимого в эфире вещества—коричневое тело, не плавящееся еще при 260°, согласно тем же исследователям, имеет состав $C_{21}H_{35}O_6$. Спирты, полученные из той и другой фракции, оказались тождественными или, быть может, изомерными; это—желтые, студнеобразные вещества, с $t^{\circ}_{пл.}$ между 124 и 138°; состав их $C_{20}H_{40}O_4$. Торфяной воск представляет собою сложный эфир, но не первоначальный растительный, а продукт преобразования целлюлозы. Кроме того в нем содержится и др. вещества; одно из них, краснокоричневое, растворимо в бензине. Согласно опытам в Отделе материаловедения ГЭЭИ, вытяжка непосредственно из торфа горячими парами бензола дает выход 53% В., характеризуемого числами, привед. в табл. 6.

* Т. е. сложноэфирное.

Табл. 6.—Характеристики торфяного воска.

Свойства	1-я проба	2-я проба
Уд. в. при 15°	1,050	1,045
t° напладения по Уббе-лоде	59,5	72
t° застывания по галиц. способу	59	—
Иодное число	41,4	33,4—37,4
Кислотное число	45,6	26,1
Число омыления	133,9	120,2
Содержание азота	—	2,16%
Твердость по Мартенсу	—	1,5—1,1
Уд. электр. объемное сопротивление	—	4,8 · 10 ¹⁰ Ом·см
Пробойная электр. крепость	—	12,3 kV _{eff} /мм

Сапропелевый В. извлекается из сапропеля (см.) горячими парами растворителей и, по опытам Отдела материаловедения ГЭИ, характеризуется данными, приведенными в табл. 7.

Табл. 7.—Характеристики сапропелевого воска.

Свойства	Сапропель Остаток болота. Экстракция четыреххлористым углеродом	Сапропель Толполовского болота	
		Экстракция бензолом	Экстракция ацетоном (1,46%, Б. В. Бызов).
Уд. вес	—	0,932—0,945	—
Иодное число	11,9	27,3	42,8
Кислотное число	43,9	48,4	49,7
Число омыления	133,2	8,2	66,0
Эстерное число	89,3	39,8	16,3
Содержание азота в %	1,18	2,15	—
Твердость по Мартенсу	1,3	—	—

Байкерит, или байкеринит,—ископаемый воск, находящийся в окрестностях Байкала, в трещинах горных пород. Его удельн. вес 0,92, цвет—шоколадно-коричневый. Он обладает слабым запахом, на холоду имеет твердость пчелиного В., а при 15° делается пластичным и жирным наощупь; при 52° плавится; снабженный светильней, горит светлым сильно коптящим пламенем. Он растворим в кипящем эфире, нефти, терпентине; в кипящем спирте растворяется не вполне и оставляет 7,2% остатка; при охлаждении спиртного раствора выделяется воскообразное вещество.

Балхашитовый воск извлекается из балхашита (см.), имеет сходство с жиропотом.

Морской В., воскообразное вещество, плавающее иногда по Байкалу (с промежутками в несколько лет) и выбрасываемое весною, во время ломки льда, на южной стороне Баргузинского залива, в виде комьев, достигающих величины с кулак. Это—темнокоричневая, липкая, жирная масса, обладающая приятным запахом и пластичностью и легко плавящаяся; при горении распространяет отвратительный запах. Морской воск употребляется местными крестьянами при лечении ран. Анализ морского во-

ска, сделанный К. Калицким, дал: 0,43% влаги, 5,98% золы, 0,11% S, 77,90% C, 5,13% H, 1,47% N, 8,98% O (по разности). Разгонка до коксования дала: 79,88% летучих, 5,98% золы, 4,14% кокса (по разности). Уд. в. погона при 40°—0,8155; t° заст. 36,3°. Обработка серной к-той дала 62,97% желтоватого церезина с t°_{пл.} 47,8°.

Шерерит, или шеерерит,—ископаемый В., находящийся в отложениях ископаемого угля, например в лигнитах Утцнаха в Швейцарии. Уд. вес 1,0—1,2; цвет различных: белый, серый, желтый, зеленый и бледноокрасный; просвечивает, а иногда прозрачен; обладает жемчужным или смолистым блеском; жирен наощупь и хрупок, не отличается твердостью; t°_{пл.} 44°. Шерерит встречается в виде кристаллич. зерен, листов и плиток, относится к моноклинч. системе; нерастворим в воде и в щелочах, но растворяется в спирте, эфире, жирных маслах, серной и азотной кислотах. Он сгорает легко и без остатка, распространяя слабый ароматический запах.

Гатчеттин, или гатчеттит, минеральное сало, горное сало—ископаемое воскообразное вещество, находящееся в Льеже, около Болозни, в Богемии, в Уэльсе, в Веттине на Заале, в средней Германии; одна из разновидностей его называется х р с м а т и н о м. Уд. в. 0,916—0,983; цвет желтовато-белый, восково-желтый, зеленовато-желтый. Гатчеттин просвечивает, даже почти прозрачен, но на воздухе теряет прозрачность и чернеет; обладает мерцающим перламутровым блеском; мягок и жирен наощупь и похож на пчелиный В. Его t°_{пл.} 46°, а иногда повышается до 76°. Он встречается в виде плиток или сплошными массами, кристаллизуется, вероятно, в ромбической системе; слабо растворим в кипящем спирте или в холодном эфире. В кипящей концентрированной серной кислоте он разлагается и обугливается. Состав: 85,55% C, 14,45% H.

Фихтелит—ископаемое воскообразное вещество, извлекаемое эфиром из сосновых стволов нек-рых торфяников Фихтельгегирге. Уд. в.—между уд. весом спирта и воды. Он имеет белый или желтоватый цвет, плавится при 46°, обращается в кристаллическ. массу при 36°; кристаллизуется в виде моноклинических листочков. Состав—(C₅H₈)_n.

Гартит—воскообразное вещество, подобное фихтелиту и находящееся в лигнитах Австрии; t°_{пл.} 74°.

Кенленит, или кенлит,—ископаемое воскообразное вещество, находящее тонкими пластинками в лигните Утцнаха в Швейцарии, имеет желтовато-белый цвет и t°_{пл.} 114°; кристаллизуется в ромбической системе. Состав—C₅H₈.

Мелен—воскообразное вещество, извлекаемое экстрагированием из каменных углей, получено Пикте и Буллье; найден также в первичной смоле каменных углей, в галицийском и особенно в индийском парафине и в пчелином В. Уд. в. при 25° 0,9128; t°_{пл.} 62—63°. Мелен был признан Пикте за нафтеновый парафин C₂₀H₄₀, но на основании отношения к азотной кислоте, каталитическ. окисления кислородом воздуха, физических

свойств и действия бактерий (*Bacterium aliphaticum*) Маркуссон установил принадлежность его к алифатическому ряду и дал формулу $C_{30}H_{62}$.

Куронгит — ископаемое воскообразное вещество, встречающееся в бассейне р. Куронга в Австралии; походит на «парафинистую грязь» нефтяных площадей Техаса и Луизианы; в холодном состоянии дает свободную нефть.

Адипоцир, трупный В., жировоск, — воскообразный продукт превращения животных тканей (мышц и жира) в трупах млекопитающих при обилии воды и отсутствии воздуха, напр. при нахождении трупов в мокрой земле, в стоячей воде или в мацерационных сосудах анатомических кабинетов. Леман получал (1888 г.) жироподобное вещество из мяса (без жира) в проточной воде. Наиболее известно образование воска в человеческих трупах. Сравнительные характеристики человеческого жира и адипоцира из человеческих трупов сопоставлены в табл. 8.

Табл. 8.—Характеристики адипоцира.

Свойства	Жир взрослого человека	Адипоцир человек. трупа
Уд. в. при 15°	0,9179	—
t° заст.	15°	—
t° пл.	17,5°	62,5°
Число омыления	193,3—199,0	—
Иодное число	57,2—66,3	14—14,2
Число Рейхерта-Мейссля	0,25—2,12	—
Число Генера	93,9—96,0	83—84
Показатель преломления при 40°	49,6—53,0	—
Кислотное число	—	—197
Иодное число жирных к-т	—	14,4
Число омыления жирных кислот	—	202,2—203,4
Золы (83—84% CaO)	—	1,64—1,79

Лит.: Г. П. 204256; Г. П. 901373; Г. П. 2232; Г. П. 221888; Г. П. 300370; Г. П. 303341; Г. П. 305670 и 310076; Г. П. 332473 и 346061; Г. П. 277643; Г. П. 307111; Каблукон И. А., О меде, воске, пчелином клее и их подмесах, стр. 103—122, М.—Л., 1927; Бертран Э., Календарь пчеловода, 7 изд., пер. с фр., стр. 25—26, Л., 1925; Ильин Н. И., Мед, воск и прополис, Л., 1926; Сербинов И. Л., Прополис, «Вестник Русск. о-ва пчеловодства», СПб, 1912, 3, 8, 10; Ильин Н. И., «Пчеловодное дело», М., 1928, 4(69), 5(70); Залозецкий Р. и Гаусман И., О торфяном воске, перевод с нем., «Нефт. и сланц. хоз.», М.—П., 1921, т. 2, 11—12, стр. 72; Климов В. К., Ланин В. А., Эльманович Н. А., «Журнал прикладн. химии», М.—Л., 1925, т. 2, 3—4, стр. 278; Бызов В. В., Толполовский сапропель, «Изд. Сапропелевого к-та», Л., 1925, вып. 2, стр. 16; Материалы к вопросу происхождения нефти из сапропелитов, «Нефт. и сланц. хоз.», М.—П., 1921, т. 2, 9—12, стр. 50—72; Калинин К. П., Озонерит, или горный воск, стр. 2, 33—36, П., 1917; Лапран А. А., Минералогия, пер. с франц., Москва, 1899; Потоля Г., Сапропелиты, пер. с нем., стр. 21, П., 1920; Hold e D., Kohlenwasserstofföle und Fette, 6 Aufl., Berlin, 1924; A b d e r h a l d e n E., Biochemisches Handlexikon, B. 3, 8, Berlin, 1911, 1924; L e w k o w i t s c h J., Chemische Technologie u. Analyse d. Öle, Fette u. Wachs e, Brschw., 1905; L e w k o w i t s c h J., Chemical Technology a. Analysis of Oils, Fats a. Waxes, 6 ed., L., 1921—23; L e w k o w i t s c h J., Les huiles, graisses et cires, P., 1928; Wiesner J., Die Rohstoffe d. Pflanzenreichs, 4 Aufl., Lpz., 1928; Sedna L., Das Wachs u. seine technische Verwendung, 3 Aufl., W., 1919; U b b e l o h d e L., Handbuch d. Chemie u. Technologie d. Öle u. Fette, Lpz., 1908—20; Stiepel C., Chemische Technologie d. Fette, Öle u. Wachs e, Lpz., 1911; Küstenmacher M., «Berichte d. deutschen pharm. Ges.», B., 1911, Jg. 21, 1; Dietrich K., Kenntnis des Bienenzarzes, «Pharmaz.

Zentralhalle für Deutschland», Dresden, 1911, 39; В а r r y T. H. a. oth., The Chemistry of the Natural and Synthetic Resins, p. 100—108, London, 1926; M a r c u s s o n J. u. S m e l k u s H., «Ch.-Ztg.», 1917, B. 41, p. 129, 150; 1922, B. 46, p. 701; G r a e f e E., Laboratoriumsbuch für d. Braunkohlenteer-Industrie, 2 Aufl., Halle, 1923; U r e n L. C., Textbook of Petroleum Production Engineering, N. Y., 1924; D a n a E. S., A Textbook of Mineralogy, N. Y., 1905; M a r c u s s o n J. u. B ö t t g e r F., Die Zusammensetzung d. Melens, «Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft», Berlin, 1924, t. 57, p. 633—635; «Zeitschrift für angewandte Chemie», Berlin, 1906, B. 20, H. II, p. 1141. П. Флоренский.

ВОСКОВОЕ ДЕРЕВО, *Myricea cerifera* L., из семейства Myricaceae, — кустарник, произрастающий на торфяных болотах в Северной Америке. Плоды этого кустарника содержат вещество, весьма похожее на воск, известное в продаже под именем «мирика-воск» (*sega myricae*). Это вещество, выделяясь из плодов, образует на их поверхности восковой налет, расплавляющийся в горячей воде. Воск, получаемый из В. д., употребляется в С. Америке для выделки свечей и в фармацевции. Восковое дерево культивируется с промышленными целями на болотистых местах. В сев. и средней Европе, сев. Азии и Америке на болотах встречается восковик обыкновенный (*Myrica gale* L.), кора которого идет на дубление, почки — на приготовление желтой краски, листья же служат суррогатом хмеля, а иногда употребляются вместо табака.

ВОСКОВЫЕ СОСТАВЫ, восковые препараты, сплавы и растворы на восковом основании, преимущественно из восков разного вида, но часто — с добавлением веществ иного характера [1]. Обширность и разнообразие класса восков позволяет различными комбинациями отдельных видов этого класса получать В. с., весьма точно приспособленные к заранее заданным технич. требованиям. Кроме того, как продукт жизнедеятельности организма, *воски* (см.) сами по себе обладают сложными сочетаниями технич. качеств, и потому их промышленное применение может быть весьма разнообразно. Наиболее ценны В. с. там, где их функция родственна биологич. функции воска у живых организмов, т. е. для осуществления тонких покрытий, несущих изоляционную функцию. На втором месте можно поставить значение В. с., применяемых там, где требуется их способность плавиться и размягчаться. Третье направление использования В. с. отвечает способности их гореть, а четвертое — способности омыляться. Классификация В. с. по их технич. функциям и способу применения дана в табл. 1.

Т. у. и свойства В. с. При огромном разнообразии применений В. с. невозможно исчерпать все тонкости предъявляемых к ним требований, к тому же часто противоположных. В общих же чертах т. у. (не все одновременно обязательные в каждом применении) выражаются в следующем: 1) определенная степень мягкости или твердости при комнатной температуре — оценивается *пенетрометром* (см.), *консистометром* (см.) или *малакографом* (см.); 2) t° размягчения — не выше или не ниже заданной; 3) t° пл. — не выше или не ниже заданной; 4) усадка при охлаждении и отвердении, не превышающая заданной величины и благоприятству-

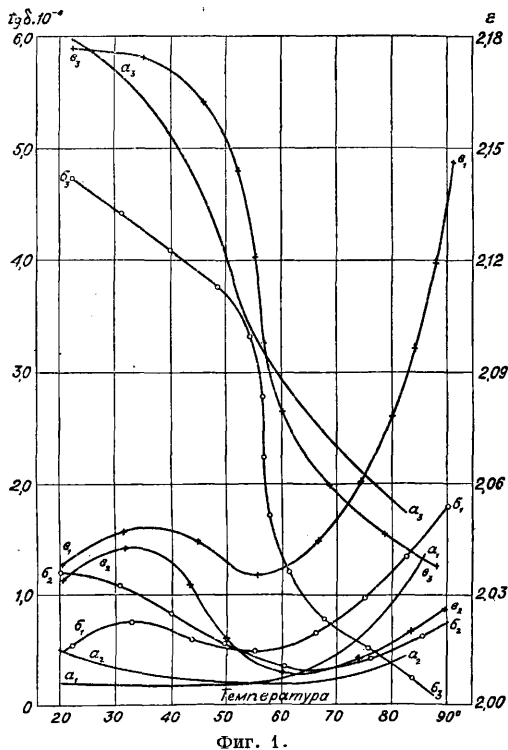
Табл. 1.—Функциональная классификация восковых составов.

Функциональный тип	Функциональные разряды типа
Твердые отливочные составы	Граммфонные массы (для изготовления граммфонных пластинок) Поделочные массы (для пуговиц и мелких изделий)
Электроизоляционные составы	Восковые массы Конденсаторные заливки Заливки для изоляторов, вводов и т. д.
Склеивающие составы	Восковой клей Древесный клей (для садовых прививок) Жидкий восковой клей (для садовых прививок) Бочарный клей Кислотоупорный клей для химич. аппаратуры
Печатные составы	Воск для герметической заливки бутылей, флаконов и т. п. вместилищ Цветной воск для печатей
Моделировочные и формовочные составы	Скульптурный воск для лепки (пластелин) Игрушечный воск для лепки Воск для скульптурных отливок Воск для ювелирных отливок Воск для гальванопластических отливок Воск для постоянных скульптурных произведений Воск для украшений
Наводочные и пропиточные составы	Водоупорные наводки и пропитка для тканей, кожи, дерева Пропитка для бумаги (в том числе изоляционной) Кабельный воск (для пропитки оплеток)
Люцильные составы	Мебельный воск (для полировки мебели) Паркетный воск Линолеумный воск (для натирки линолеума) Кожный воск (для покрытия кожи)
Красильные составы	Восковые краски (энкаустика) Цветные карандаши Сапожные В. с. (кремы, гуталины и т. д.)
Помады	Помады, смягчающие кожу Помады красящего назначения
Основания для фармацевтических препаратов	Пластыри Мази
Восковые мыла	Мыла пропиточного назначения Мыла-наводки
Осветительные составы	Свечные составы Цветной факельный воск Восковые ночники Восковые спички

ющая сплошному застыванию В. с., без слепых или замкнутых полостей; 5) отсутствие хрупкости и та или иная степень пластичности; 6) непростаиваемость к надавливающим поверхностям или к стенкам формы при заливке последней (или, наоборот, хорошее пристаивание); 7) полная негигроскопичность и непроницаемость для воды и для жидкостей, не действующих на В. с., при чем водонепроницаемым должен быть не только самый состав, но и поверхность его соприкосновения с телом, на котором он держится; 8) несмачиваемость водой, а в некоторых случаях и другими жидкостями; 9) полная га-

зонепроницаемость как самого состава, так и поверхности соприкосновения его с другим телом, на котором он держится; 10) некоторая степень химич. стойкости в отношении определенных химич. агентов; 11) неразрушаемость атмосферными агентами, колебаниями t° и т. д.; 12) известная стойкость в отношении низких t° —нерастрескиваемость В. с. и неотставание его от поверхности, с к-рою он связан; 13) определенные границы уд. в.; 14) определенный достаточно чистый цвет заданного тона (в особенности белого) и красивый матовый вид поверхности; 15) коэффициент теплового расширения, близкий

к заданной величине; 16) объемное удельное электрич. сопротивление, не ниже заданной величины; 17) поверхностное электрич. сопротивление, не ниже заданной величины; 18) диэлектрич. коэфф., имеющий нек-рый

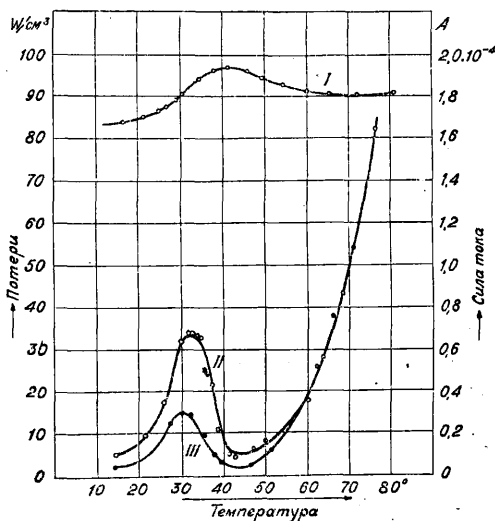


Фиг. 1.

определен., заранее заданный ход зависимости от t° и частоты поля; 19) рассеяние энергии электр. поля, характеризуемое определенной зависимостью от t° и частоты поля; 20) достаточно большая пробойная электр. крепость, не ниже заданной; 21) полная однородность В. с., исключая грубые механические примеси, плохую смешиваемость составных частей и крупную дисперсность состава; 22) отсутствие запаха, а в нек-рых случаях—наличие приятного запаха того или другого рода; 23) отсутствие липкости, маркости и т. д.; 24) несодержание вредных для здоровья составных частей или примесей; 25) отсутствие определен. видов воска; 26) отсутствие способности пузыриться при плавлении; 27) способность растворяться в тех или иных органических растворителях или способность образовывать водные эмульсии; 28) способность гореть ярким некоптящим пламенем, без неприятного запаха или даже с приятным запахом определенного рода.

Из перечисленных требований, которым должны удовлетворять В. с., явствует необходимость отчетливо знать, каковы будут свойства В. с. при той или иной комбинации его ингредиентов, а также—из каких ингредиентов и в каком их относительном количестве можно получить то или иное заранее заданное сочетание свойств. При большой близости физич., а отчасти и химическ. характеристик отдельных видов воска

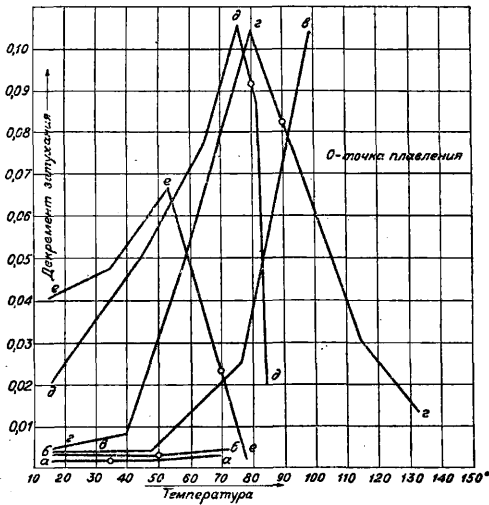
указанная задача может показаться легкой. Однако это не оправдывается в действительности: свойства В. с. даже приблизительно не являются средними от свойств ингредиентов, не говоря уже о том, что и свойства самих ингредиентов изучены весьма недостаточно. Поэтому на практике изготовление В. с. опирается либо на традицию (которой, однако, при изготовлении В. с. в таких областях, как, например, электротехника, еще нет), либо на случайную удачу. Даже там, где практикою достигнут некоторый успех, остается совершенно неизвестным, насколько он является окончательным и максимальным при наличных свойствах возможных ингредиентов. Поэтому в настоящее время нет данных для систематического изложения свойств В. с. Однако характер явлений, происходящих при изготовлении восковых составов, можно наметить несколькими примерами. Фиг. 1 дает сравнительную характеристику, по К. В. Вагнеру [2], трех физических и химических весьма близких между собою веществ в их отношении к t° , а именно: церезина с $t^\circ_{пл.} 72^\circ$ (кривые а), парафина с $t^\circ_{пл.} 54^\circ$ (кривые б) и сплава обоих веществ в равных частях (кривые в). Индекс 1 (т. е. a_1, b_1, v_1) относится к коэфф-ту диэлектрич. мощности p ($p = \text{tg } \delta$, где δ —угол диэлектрич. потерь) при 3 000 пер/сек.; индекс 2 относится к коэфф-ту диэлектрич. мощности при 33 000 пер/сек.; индекс 3 относится к диэлектрич. коэфф-ту. Как видно из этих кривых, угол диэлектрич. потерь в сплаве церезина с парафином значительно больше, чем в каждой из составных частей порознь; то же самое можно сказать (до $t^\circ_{пл.}$ более низкоплавкой составной части) и о диэлектрич. коэфф-те сплава. Исследованием сплава из 20% церезина и 80% парафина, или т. н. церезина рыночного (треста Туркменцероз), установлена



Фиг. 2.

(в Отделе материаловедения ГЭЭИ) грубая дисперсность этого продукта, не соответствующая низкой точке его каплепадения и весьма малой твердости. Фиг. 2 характе-

ризует, по Пунгсу [3] и Швайгеру, отношение к t° канифольно-воскового сплава, применяемого при заливке радиотехнич. конденсаторов. При 100° этот сплав совсем жидок, при 57° —густеет, при 50° —плавится, при 43° он тягуч, а при 30° —хрупок. Сила тока при градиенте $10,2 \text{ кВ/см}$ и частоте 60 пер/сек. показана кривую I, а удельные потери при том же градиенте показаны: кривую II—при частоте 60 пер/сек. и кривую III—при 25 пер/сек. Максимальные диэлектрические потери при 30° обусловлены возникновением особенной неоднородности сплава. Фиг. 3 характеризует, по В. Штейнгаузу [4], отношение к t° различных заливочных материалов, применяемых в стеклянных конденсаторах, а именно: декремент затухания конденсаторов с парафином $t^\circ_{\text{пл.}} 35^\circ$ (кривая а), озокеритом $t^\circ_{\text{пл.}} 50^\circ$ (кривая б), канифолью $t^\circ_{\text{пл.}}$ более 100° (кривая в), парафиново-канифольным составом $t^\circ_{\text{пл.}} 90^\circ$ (кривая г), карнаубским воском $t^\circ_{\text{пл.}} 80^\circ$ (кривая д) и

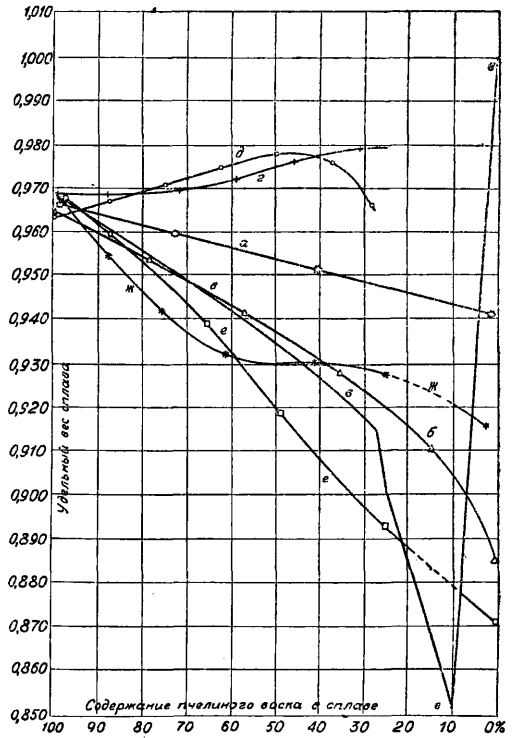


Фиг. 3.

пчелиным воском $t^\circ_{\text{пл.}} 70^\circ$ (кривая е), в зависимости от темп-ры конденсатора. На основании сопоставления этих кривых между собою, в связи с $t^\circ_{\text{пл.}}$ веществ и их хрупкостью, Штейнгауз считает парафиново-канифольный сплав наиболее пригодным для конденсаторов.

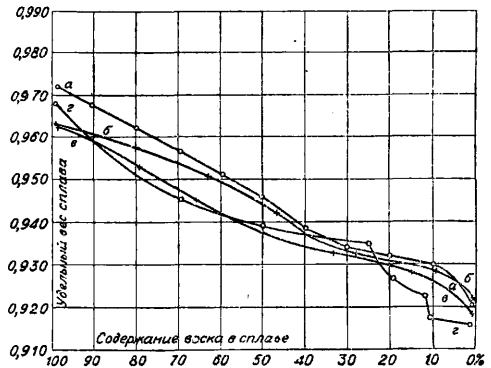
Электрические свойства В. с., важные сами по себе, имеют также значение для распознавания В. с. и определения подделок. Подобное же значение могут иметь некоторые другие свойства, сами по себе даже мало-важные. Таков, например, уд. в. и, до известной степени, $t^\circ_{\text{пл.}}$, если она меняется в небольших пределах. Фиг. 4 показывает зависимость удельн. веса В. с. от количества различных примесей к пчелиному воску [5]: на оси абсцисс отложено %-ное содержание пчелиного воска в В. с., а на оси ординат—уд. вес сплава; кривая а, по Легриппу, и кривая б, по Гарди, относятся к сплавам воска с разными сортами сала; кривая в, по Ш. Мену,—к сплаву пчелиного воска с японским воском; кривая г, по И. А. Антушевичу,—к сплаву белого воска с япон-

ским; кривая д, по И. А. Антушевичу,—к сплаву желтого воска с японским; кривая е, по Р. Вагнеру,—к сплаву пчелиного



Фиг. 4.

воска с парафином; кривая ж, по И. А. Антушевичу,—к сплаву белого воска с парафином. Фиг. 5 характеризует уд. вес сплавов воска с церезином [6]: кривые а и б даны Е. Дитрихом, а кривые в и г—И. А. Антушевичем; при этом а и в относятся к сплавам желтого воска с желтым церезином, а б и г—к сплавам белого воска с белым церезином. Темп-ра плавления В. с. также может иногда служить для распознавания примесей. Примесь сала, стеариновой к-ты,



Фиг. 5.

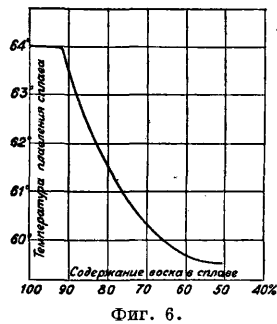
парафина и японского воска к пчелиному воску понижает $t^\circ_{\text{пл.}}$ пчелиного воска, тогда как примесь церезина, карнаубского воска

и канифоли повышает ее. Фиг. 6 дает пример зависимости $t_{пл.}$ сплава желтого пчелиного воска с салом от содержания последнего, по А. и П. Бюизинь [7]. Сплавы восков и физически родственных им веществ с нафталином дают пониженную точку плавления (табл. 2).

Табл. 2.—Влияние примеси нафталина на температуру плавления сплава.

Компонент и его $t_{пл.}$	Сплав	$t_{пл.}$ сплава
Нафталин 79,3° Парафин 52,4°	1 ч. нафталина 3 ч. парафина	45,2°
Нафталин 79,3° Спермацет 43,9°	1 ч. нафталина 3,5 ч. спермацета	36,6°
Нафталин 79,3° Стеарин 54,8°	1 ч. нафталина 3 ч. стеарина	46,3°

Виды В. с. Лепной воск [8], пластилиновая масса, пластилин. По Ф. Гизелю [9], пластилин составляется из 300 ч. масляной к-ты, 43 ч. окиси цинка, 130 ч. оливкового масла, 60 ч. пчелиного воска, 250 ч. серы и 118 ч. глины. Для всех подобных составов глина должна быть тщательно отмучена. Игрушечный пластилин, не утрачивающий со временем своей пластичности, изготавливается из масел, жиров и восков или смол с прибавкою



Фиг. 6.

красящих пигментов и наполнителей: глины, гипса или серного цвета. Г. Шнееман [10] предложил следующий рецепт: сплавляют 3 части мастики, 3 части пчелиного воска, 6 частей резина и 20 частей сала; в сплавленную и размешанную массу вводят тончайший порошок из 23 частей серного цвета, 12 частей гипса и 33 частей чубуковой глины, и смесь тщательно разминается. Для получения игрушечного пластилина, не изменяющего 3 месяца своей пластичности, взвесь из 5 ч. окиси цинка и 10 ч. глицерина вливают горячий сплав из 30 ч. светлого олеина, 10 ч. пчелиного воска и 15 ч. касторового масла; получившееся цинковое мыло тщательно размешивают на водяной ванне с 24 ч. серного цвета, 20 ч. чубуковой глины и 1 ч. талька; затем оставляют массу на 3 дня и раскатывают увлажненным вальком на увлажненной доске. Для окрашивания таких масс употребляют различные пигменты, при чем Шнееман прибавляет еще душистые эссенции для установления привывной связи между запахом, цветом и формой (табл. 3). Скульптурный воск получается сплавлением при умеренном нагреве 100 ч. желтого-воска, 17 ч. венецианского терпентина, 6,5 ч. сала и 72,5 ч. осажденного боллуса; затем сплав длительно разминается руками под водою.

Табл. 3.—Состав различных видов пластилина.

Цвет пластилина	Красящее вещество	Душистое вещество
Красный	Искусственная щелочестойкая киноварь	Розовая вода
Желтый	Золотистая охра	Лимонное масло
Коричневый	Кассельская коричневая	Бензальдегид (запах горького миндаля)
Синий	Ультрамарин	Терпинеол (запах сирени)
Зеленый	Ультрамарин и охра в равных частях	Масло сосновой хвои
Черный	Чернь	Ванилин или амилацетат

Раскраска восковых изделий [11], напр. цветов, фруктов, фигур и т. д., производится красками, растертыми со скипидаром, по предварительной загрузке лаком из 330 ч. винного спирта, 133 ч. сандала, 33 ч. мастики в зернах и 16 ч. бесцветной канифоли (табл. 4). Золотой

Табл. 4.—Краски для восковых изделий.

Цвет	Раскраска	Отделка теней
Розовый	Лучший венский лак и кремниче белила	Венский лак
Желтый	Хромовая желтая	Темная охра
Голубой	Парижская синяя с белилами	Парижская синяя
Фиолетовый	Парижская синяя с белилами и венским лаком	Венский лак
Зеленый	Почередно: ярьмедянка и минеральная зеленая или хромовая желтая и голубая	—

грунт наносится на воск помощью копалового лака, свинцовых белил и красн. сурика; после высыхания грунта поверхность золотится. Черный воск для траурных украшений получается сплавлением 5 ч. пчелиного воска с 4 ч. измельченного графита и 1 ч. мыльного камня. Цветной воск для факелов и свечей получается из состава: 8 ч. желтого воска, 4 ч. бесцветной канифоли, 8 ч. сала и 2 ч. терпентина; окраска достигается растительными пигментами: индиго, настойкою бразильского дерева, орлеаном и т. д.; для белого воска к означенной смеси прибавляют 1 ч. сала и 0,4 ч. венецианского терпентина. Цветной воск для заливки и печатей [12] представляет твердую тягучую массу и получается сплавлением белого пчелиного воска с пигментами; сплав разливается по формам. Красный воск: 1000 ч. белого воска и 1 ч. кармина, предварительно растертого с небольшим количеством масла; другой рецепт: 20 ч. желтого воска, 10 ч. сосновой смолы, 7 ч. обыкновенного терпентина, с прибавлением после сплавления 1 ч. киновари и 1 ч. сурика. Зеленый воск: 12 ч. желтого воска, 6 ч. сосновой смолы,

4 ч. венецианского терпентина и 1 ч. ярь-медянки в тончайшем порошке; другой рецепт: 150 ч. белого воска и 1 ч. ярь-медянки. Синий воск: 10 ч. белого воска и 1 ч. синего кармина, растертого с небольшим количеством масла.

Восковые пластыри [12]—бумага, наведенная различными В. с. с добавлением лекарственных веществ, применяемая для медицинских целей. Таковы: дегтярная бумага и бумага со шпанскими мушками—от ревматизма, карболовая бумага, фонтанельная бумага, медовый пластырь и т. д.

Цераты [13], сплавы гл. обр. из воска и жира, по консистенции промежуточные между пластырями и мазями, имеют применение в медицине и садоводстве, а некоторые виды (напр. помады)—в косметике. Цераты приготавливаются либо в плитках или палочках, завернутых в восковую бумагу и станиоль, либо в коробочках, жестянках и тубиках. Простой церат в плитках: 3 ч. желтого воска и 4 ч. прованского масла. Цераты медицинского назначения: миндальный церат—7 ч. белого воска, 22 ч. миндального масла, по охлаждении сплав растирается с 1 ч. розовой воды; сложный камфорный церат—к сплаву из 15 ч. белого воска, 48 ч. спермацета и 25 ч. касторового масла прибавляют 107 ч. камфоры, 10 ч. бензойной кислоты, 2 ч. карболовой кислоты и затем 1 ч. эфирного масла горьких миндалей; карболовый церат—5 ч. простого церата и 1 ч. карболовой кислоты; салициловый церат—9 ч. спермацетового церата и 1 ч. салициловой к-ты; сложный мыльный церат—растопляют и упаривают на водяной бане смесь из 10 ч. мыльного порошка, 12 ч. желтого воска, 20 ч. прованского масла, 15 ч. глета, 16 ч. уксуса; церат уксусно-свинцовой соли, в пластинках—в сплав из 3 частей желтого воска и 4 ч. прованского масла вводится мельчайший порошок уксусно-свинцовой соли; мускатный бальзам—1 ч. желтого воска, 2 ч. прованского масла и 6 ч. жирного масла мускатного ореха.

Помады [13]. Белая губная помада: 2 ч. белого воска, 2 ч. спермацета, 3 ч. миндального масла и 1 капля розового масла на 100 г смеси. Красная губная помада: 2 ч. белого воска, 2 ч. спермацета, 3 ч. жирного миндального масла, корня альканны по желанию и 1 каплю розового масла на 100 г смеси. Другой рецепт: 350 ч. белого воска, 50 ч. спермацета, 60 ч. жирного миндального масла; по сплавлении на водяной бане прибавляется 5 ч. бергамотного масла, 5 ч. лимонного, 1 ч. альканны; если помада предназначается для отпуска в тубиках, то прибавляется 200 ч. миндального масла. Желтый церат: 2 ч. желтого воска и 7 ч. жирного миндального масла после сплавления растирают с 5 ч. воды. Коричневый церат: 5 ч. бурого пластыря (*Emplastrum matris*), 4 ч. свиного сала и 1 ч. желтого воска.

Мази [13]. Примером различных мазей на воск. основании может служить вазелиновая восковая мазь: 2 ч. белого или желтого воска и 95 ч. белого или желтого вазелина.

Восковой клей относится к разряду цератов; применяется главн. образом для заполнения щелей, отверстий и других изъянов в дереве, линолеуме и т. п. материалах. Наиболее важный клей этого рода—древесный воск, который в плодородстве служит для закрытия поранений при прививках. Он должен обладать такою вязкостью, чтобы не стекать даже при длительном действии солнечных лучей. Древесный воск, *вар садовый* (см.), получается сплавлением пчелиного воска или церезина, смолы, масел и жиров. Твердый древесный воск поступает в продажу в небольших круглых палочках, для отливки которых употребляются жестяные открытые с обоих концов формы; один конец формы затыкается пробкой, горячая смесь вливается в форму и после охлаждения выталкивается. Существует много рецептов древесного воска. Жидкий древесный воск: 100 ч. канифоли и 10 ч. воска; к составу прибавляется равное количество смеси из 1 ч. терпентина и 10 ч. денатурированного спирта; получается не слишком жидкая, но подвижная масса. Холодный жидкий древесный воск: 60 частей нейтрального шерстяного жира, 20 ч. смолы, 5 ч. воска, 20 ч. жирного масла. Другой рецепт (по Седне): 50 ч. пихтовой смолы, 20 ч. пчелиного воска, 15 ч. вазелина, 10 ч. обычного калиевого мыла, 10 ч. жидкого древесного воска, 5 ч. терпентина; по охлаждению получается пластичная месящаяся масса. Твердый древесный воск: 5 ч. нейтрального шерстяного жира, 5 ч. церезина, 10 ч. канифоли, 2 ч. жирного масла. Другой рецепт (по Бершу): 75 ч. пчелиного воска, 125 ч. чистой смолы, 36 ч. терпентина, 12 ч. рапсового масла, 25 ч. венецианского терпентина, 25 ч. сала; эта смесь окрашивается в желтый цвет куркумой. Третий рецепт (по Бершу): сплавляется 2 части желтого воска, 1 часть бараньего сала, 4 ч. венецианского терпентина, 0,5 ч. оливкового масла; смесь окрашивается шафраном и осветляется через полотно. Прививочная смола (по Диттиху): 15 ч. светлого пчелиного воска, 4 ч. белой смолы, 15 ч. лионского воска, 3 ч. сала, 24 ч. терпентина. Древесный пластырь: 1 ч. желтого пчелиного воска, 0,5 ч. смолы, 0,25 ч. терпентина. Мазь для прививок: 28 ч. бургундского пека, 28 ч. черного пека, 16 ч. пчелиного воска, 14 ч. сала, 14 ч. тонко просеянной древесной золы; наносится в слегка подогретом виде.

Восковой клей в собственном смысле находит применение для склейки токарных изделий из слоновой кости, в бочарном деле, для приклеивания стекла к металлу, для заполнения трещин и щелей в деревянных изделиях, для склейки химич. аппаратов и т. д. Рецептов для изготовления такого клея много. Клей для токарных изделий: смешивают в горячем состоянии равные части воска, канифоли и охры. Клей для кости: смешивают при нагревании, для получения густой массы, равные части белого воска, канифоли и терпентина. Клей для кости, рога и черепахи: сплавляют при

умеренном нагреве для получения густой массы 20 частей белого воска, 40 ч. канифоли и 25 ч. терпентина. Бочарный клей: хорошо размешивают при нагреве 33 части воска, 60 частей свиного сала (топленого), 40 ч. поваренной соли, 40 ч. древесной золы. Клей для склеивания стекла с металлом: сплавляют вместе и в горячем состоянии наводят на склеиваемый предмет смесь из 1 ч. воска, 4 ч. канифоли, 1 ч. венецианского терпентина, 2 ч. английской красной; или сплавляют 5 частей желтого воска, 10 ч. смолы, 3 ч. черного пека, 3 ч. кирпичной муки, хорошо растертой; последний клей пригоден также для укрепления дерева на металле. Клей для заделки трещин в деревянных предметах: 2 ч. воска сплавляются с 1 ч. светлой смолы и затем хорошо смешиваются с 2 ч. просеянной пережженной охры; горячую массу льют на заклеиваемое место, а по охлаждению избыток клея удаляют остроугольной стамеской; этот клей хорошо пристаёт и со временем становится очень твердым. Другой рецепт: равные части воска и пихтовой смолы сплавляются, и эта масса смешивается с самыми тонкими опилками соответственного дерева в таком количестве, чтобы по застывании масса была возможно твердой; этот клей применяется в расплавленном виде. Клей Шейблера для химических аппаратов: 1 ч. пчелиного воска, 1 ч. шеллака, 2 ч. гуттаперчи; сперва сплавляют воск и шеллак, затем вводят в сплав нарезанную мелкими кусочками гуттаперчу; полученный клей вязок и хорошо противостоит горячим химическим реагентам. Клей, стойкий против спирта: сплавляют 5 част. пчелиного воска, 1 ч. парафина, 1 часть карнаубского воска; затем в сплав вводят смесь из 5 ч. суррика и 2 ч. осажденного мела; масса размешивается до полной однородности, разливается в трубочки и затем охлаждается.

Электроизоляционные В. с. Так называемая черная боксовая масса, служащая для заливки телефонных коробок (боксов), согласно одному из рецептов, сплавляется из 30 ч. канифоли, 10 ч. гудрона, 5,5 ч. церезина (рыночного, т. е. содержащего 80% парафина) и 2 ч. вазелина; одна из таких масс, испытанная согласно условиям заказа и признанная удовлетворительной, обладала следующими свойствами: t° размягчения (по Кремеру-Сарнову) 55° , t° вспышки в открытом тигле 151° , t° воспламенения 197° , зольность 3,05%, свободные к-ты отсутствуют. Состав для пропитки оплеток полевых кабелей представляет сплав озокерита с березовым дегтем; один из таких сплавов, испытанный по пунктам, обусловленным при заказе, и признанный удовлетворительным, имел следующие свойства: механич. примесей—нет, при нагревании в воздушной бане—не пристаёт к рукам или к другим предметам, t° каплепадения (по Уббелюде) ок. 81° , кислотность (по Пшорру и Пфаффу) 0,06%.

Кабельные воски для пропитки изолирующих обмоток проводов представляют наиболее распространенный вид электроизоляционных В. с. Технические условия

на кабельный воск слагаются из требований: 1) высокой изолирующей способности, 2) достаточной гибкости, 3) вязкости, 4) прилипания, 5) t° пл. между 55 и 65° , 6) отсутствия каких-либо испаряющихся до 180° летучих частей, 7) неклеякости, 8) неломкости, 9) не содержания к-т, 10) нечувствительности к воздействию воды, 11) нечувствительности к воздействию водяных и кислотных паров. По Любковскому [14], всеми этими свойствами обладает прогретый до 200° озокерит-сырец; однако высокая цена его препятствует применению этого материала в чистом виде, и поэтому он смешивается с резиновыми остатками, парафином, монтанским и другими восками. При изготовлении кабельных восков необходимо следить за тем, чтобы озокерит-сырец, парафин и смола были предварительно освобождены от летучих составных частей, которые могут сделать изоляцию пористой. Прогрев производится при 180 — 200° в железных котлах; котлы обогрываются снаружи, а в крышке имеют отвод непосредственно в горн. Материал вводится в котел через большое отверстие в крышке, запираемой герметически. Процесс выпаривания характеризуется табл. 5. Пропаренные материалы сплавляются затем в большом котле с другими. При производстве

Табл. 5.—Ход выпаривания составных частей кабельного воска.

Вещество	Выдержка при 180 — 200° (часы)	Потеря веса от выпаривания (в %)
Озокерит . . .	2—3	7—10
Парафин . . .	2—3	6—7
Смола	1—1 $\frac{1}{2}$	10—12

желтого или белого кабельного воска сплавление ведется в луженых сосудах, и состав разливается в жестяные формы. В дальнейших рецептах озокерит, парафин и смола имеются в виду выпаренные, а указанная в скобках температура при них обозначает t° каплепадения.

Рецепты кабельного воска. Черный кабельный воск: 40% озокерита (60 — 70°), 20% церезиновых остатков (пека), 20% японского воска или стеарина, 20% древесного пека; или: 25% озокерита (70 — 72°), 75% церезиновых остатков, свободных от к-т; или: 20% озокерита (58 — 60°), 40% церезиновых остатков, 40% древесного пека; или: 60% парафина (54 — 56°), 20% озокерита (50 — 60°), 10% древесного пека, 10% стеаринового пека средней твердости. Желтый кабельный воск: 25% естественного желтого озокерита (68 — 70°), 70% парафина (54 — 56°), 5% смолы. Белый кабельный воск: 75% парафина (54 — 56°), 2% очищенного монтанского воска, 23% смолы. Воск с асфальтом, по Людке [15]: 65% америк. или русского асфальта, 5% гудрона, 20% греческой или темной американ. смолы, 6% парафина (48 — 50°), 4% монтанского воска; эта масса отличается высокими электрическими свойствами и стойкостью против внешних воздействий—механического износа и влажности. Кабельный воск для

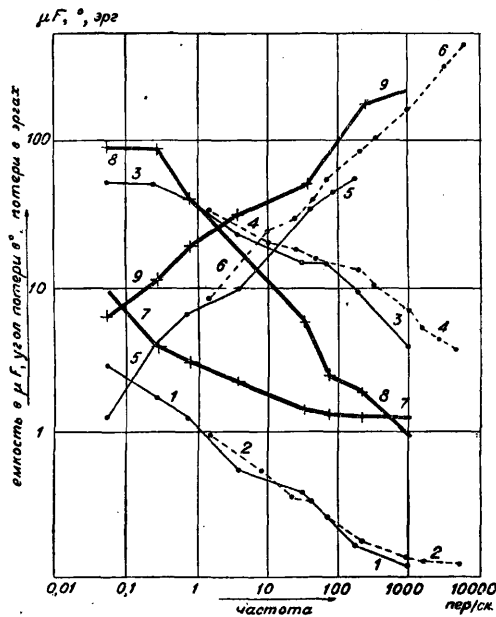
покрытия подземных проводов, по Грегориусу: 50 ч. парафина (40—45°), 25 ч. канифоли, 8 ч. сала, 1 ч. карнаубского воска и нек-рое количество жирорастворимой анилиновой краски. Пропиточное средство для кабелей: смешивается основная соль трехсернистой сурьмы Sb_2S_3O и высыхающие масла, в особенности льняное, при чем к смеси прибавляются небольшие количества воска, церезина, парафина и т. д. Другие воскодержающие смеси, применяемые как изоляционный пропиточный материал, представляют сплавы воска со смолами и асфальтами, а также с каучуком и гуттаперчей.

Бумага, пропитанная В. с., викасаги, вошенная, или восковая, бумага, вошанка, парафинированная бумага и т. д., применяется для разнообразных целей и в разных отраслях. В медицине и при упаковке пользуются ее непроницаемостью для влаги, газов, жиров и микроорганизмов; в поделочной промышленности—нарядным видом и блеском окрашенной восковой бумаги; в чертежном деле—ее прозрачностью для копирования; в электротехнике—ее негигроскопичностью и электроизолирующими свойствами; в строительном деле—ее влагонепроницаемостью, для предохранения железных частей от ржавления. Процесс выработки восковой бумаги зависит от мощности производящего предприятия и от назначения бумаги; последним определяется также выбор исходных материалов. Наиболее крупные производства обычно заняты выработкой упаковочн., чертежной, поделочной и т. п. видов бумаги. Тут пропитка бумаги ведется посредством горячего раствора В. с., напр. парафина в бензине. Грубые сорта восковой бумаги получают посредством нанесения нагретого до 50° сплава воска со скипидаром при помощи жесткой кисти, после чего бумага подвергается просушке на открытом воздухе. Более тонкие сорта ее пропускаются сперва через ванну с восковым раствором, а затем проходят сквозь нагретые вальцы. При изготовлении восковой бумаги в мастерских и аптеках [16] для чертежных, рисовальных и медицинских целей пользуются плоским медным ящиком величиною в обрабатываемый лист бумаги и высотой около 9 см. Ящик имеет отверстие для выпуска водяного пара и выходное отверстие для выпуска пара и воды. Разложенный на ящике лист бумаги (папиросной) натирается В. с., например парафином или пчелиным воском, завернутым в тряпку. Из восковых бумаг медицинского назначения особенно известны: клеенчатая и компрессная, или маляная (Spradgar, Charta oleosa); В. с. для этих бумаг готовится длительным кипячением на открытом огне смеси из 191 ч. льняного масла, 2 ч. средней уксусно-винцовой соли, 2 ч. глета, 2 ч. канифоли, 2 ч. желтого воска, 1 ч. свинцовых белил; или: 2-часовым кипячением 20 ч. льняного масла, 2 ч. окиси свинца, 1 ч. желтого воска, с последующей прибавкою 1 ч. венецианского терпентина; или, наконец, кипячением 24 ч. льняного масла, 1 ч. глета, с прибавлением 1 ч. желтого воска и введением в полуостыв-

шую массу при помешивании 1 ч. уксусно-винцовой соли. Каучуково-восковая бумага—получается намазыванием растопленной смеси из 1 ч. белого каучука (креп), 2 ч. венецианского терпентина и 20 ч. белого воска; по охлаждении бумага полируется тряпкою. Карболовая бумага—пропитывается сплавом 5 ч. стеарина, 5 ч. парафина, 2 ч. карболовой кислоты; или: 2 ч. парафина, 2 ч. вазелинового масла и 1 ч. карболовой к-ты. Салициловая бумага—пропитывается сплавом из 50 ч. парафина, 50 ч. вазелинового масла и 1 ч. салициловой к-ты. К разряду восковых бумаг д. б. отнесены также липкие пластиры. Тут липкий состав наносится кистью на одну сторону тонкой бумаги или тонкой шелковой ткани. Простой липкий пластырь: 24 ч. даммаровой смолы, 7 ч. желтого воска, 5 ч. касторowego масла, 2 части венецианского терпентина. Свинцовый пластырь: 5 ч. оливкового масла, 5 ч. свиного сала, 5 ч. свинцового глета, 1 ч. воды; смесь варится до полного удаления воды. Липкий пластырь: 100 ч. свинцового пластыря нагревают и, по охлаждении до 80—60°, прибавляют 5—10 ч. желтого воска, а затем—растопленной смеси из 10 ч. даммаровой смолы, 10 ч. канифоли или очищенной сосновой смолы и 1 ч. венецианского терпентина. Карболовый пластырь: к 19 частям вышеуказанного липкого пластыря прибавляют 1 часть карболовой кислоты. Подобным же образом готовятся салициловый, иодоформовый, иодоловый, иодистосвинцовый и другие пластыри.

Восковая изоляционная бумага [17]. Выбор воскового состава, сорта бумаги и процесса пропитки особенно важное значение имеет при изготовлении электротехнических бумаг для конденсаторов, для изолирующих бумажек, навивок и т. д. Конденсаторная бумага должна отличаться тониною; англ. стандарт ERA, класс VIII, требует толщины в 0,5, 0,75 и 1 миль. Она относится к числу тряпичных бумаг, и притом к наивысшему сорту электротехнических бумаг, и производится лишь 3—4 специальными 3-дами электрич. конденсаторов. Материалом для нее служит отборное хлопковое тряпье, отбеленное непременно на солнце, а не химически. При производстве конденсаторной бумаги стараются достигнуть безусловной однородности продукта и весьма ничтожной воздухопроницаемости. Выбор В. с. для пропитки изоляционной восковой бумаги в отдельных случаях применения может опираться на данные, представленные на фиг. 7—9. Фиг. 7 показывает, по Гранье [18], зависимость емкости некоторого конденсатора, угла диэлектрич. потери в нем и величины самой потери—от частоты. Пунктирные кривые получены помощью мостика Вина, а сплошные—баллистическ. методом Гранье. Кривые 1 и 2 обозначают емкость, 3 и 4—угол потерь, а 5 и 6—величину потерь в конденсаторе с парафинированною бумагою; кривая 7—емкость, 8—угол потерь, а 9—величину потерь в конденсаторе с вошеною бумагою. Т. о. вошенная бумага дает ббльшую емкость и ббльшие потери,

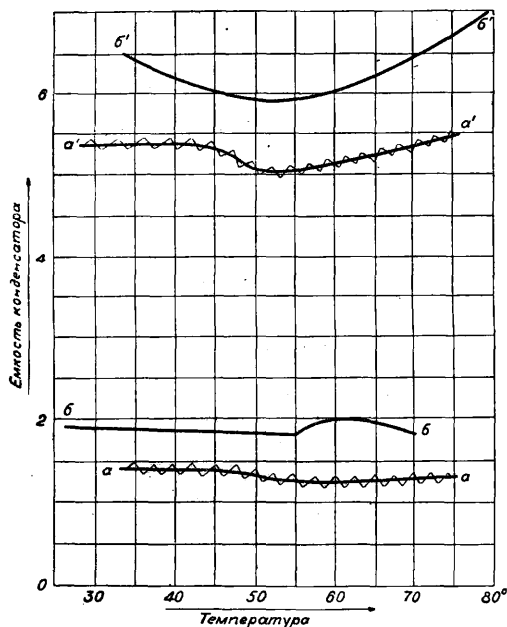
чем парафинированная, но угол потерь в ней больше лишь при очень малых частотах, при больших же он, наоборот, меньше. Фиг. 8 и 9, по Веберу и Мак-Кею [19], показывают зависимость диэлектрич. коэфф-та от t° у бумаги, пропитанной различными В. с.; здесь же приведены кривые для тех же В. с. в чистом виде. Кривая *aa* относится к парафину, *bb*—к церезину, *cc*—к стеариновокисл. аммонiu, *gg*—к монтанскому воску, *dd*—к карнаубскому воску; те же буквы с индексом относятся к соответственным веществам в сочетании с бумагой. Способ пропитки, t° и давление при вальцевании бумаги определяют ее качество. В частных случаях применяется пропитка под вакуумом.



Фиг. 7.

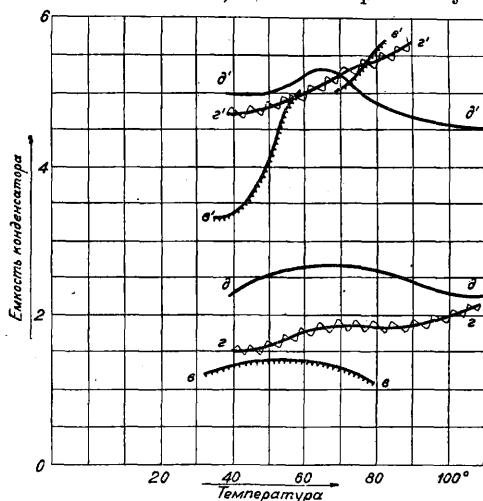
Исследованиями Мюллера [20] выяснены предосторожности, которые необходимо соблюдать при изготовлении конденсаторной бумаги. Сокращение объема парафина при затвердевании ведет к образованию в нем многочисленных пор; кроме того, недостаточный прогрев парафина оставляет в нем водяные капельки. Микроскопическ. исследование показало, что те и другие могут быть устранены лишь при часовом прогреве парафина при 150—160° под вакуумом и последующем затвердевании (тоже под вакуумом), распространяющемся от центра к периферии. Тогда парафин получает вид опалесцирующего стекла с серовато-голубым оттенком. Кривые на фиг. 10 показывают, насколько различна зависимость коэффициента мощности диэлектрических потерь ($tg \delta$) от частоты ω в конденсаторах, изготовленных из парафина (без бумаги) разными способами. Линия *a* относится к конденсатору с мягким парафином с $t^\circ_{пл.}$ 46—48°, прогретым в течение 20 мин. при 90—95° и отвердевшим под атмосферным давлением; такой парафин имеет молочновобельный цвет, содержит пузырьки воздуха и влаги; его диэлектрич. коэфф. 2,498; t° испытания 15°. Ли-

ния *b* относится к конденсатору с твердым парафином с $t^\circ_{пл.}$ 50—52°, прогретым в течение 60 мин. при 150—160°, затем выдержанным при нагревании в течение 15 мин.



Фиг. 8.

под вакуумом 1 мм Hg и затвердевшим под атмосферным давлением с тою же скоростью, как и в первом случае. Этот парафин имел вид опалесцирующего стекла с серо-синеватым оттенком и не содержал ни воздушн. пузырьков, ни влаги; его кристаллы были такой же величины, как и в первом случае;



Фиг. 9.

диэлектрический коэфф. 2,10; t° испытания 15°. Линия *b* относится к конденсатору с твердым парафином с $t^\circ_{пл.}$ 50—52°, обработанным так же, как в предыдущем случае, отвердевшим тоже под вакуумом, но медленно; он тоже имел вид опалесцирующего стекла, но более прозрачного вследствие

большей величины кристаллов. Диэлектрич. коэфф. этого парафина 2,098; t° испытания 18,5°. Для случая ϵ зависимость коэфф.-та мощности $\text{tg } \delta$ (где δ —угол потерь) от частоты ω выражается линейным ур-нием:

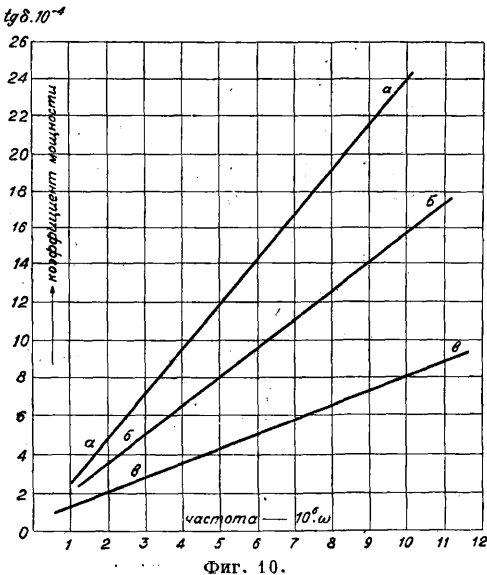
$$\text{tg } \delta = 0,6 \cdot 10^{-4} + 0,765 \cdot 10^{-6} \omega$$

либо, в исследованной области, параболическим уравнением:

$$\text{tg } \delta = 1,32 \cdot 10^{-4} (10^{-6} \omega)^{0,78},$$

к-рое соответствует теоретическим выводам К. В. Вагнера [21].

Паркетный и мебельный воск. Воск для натирки полов, гл. обр. паркетных, имеет назначение придавать дереву блеск и гладкость, не скрывая строения дерева; вместе с тем наводки этого рода защищают поверхность от изнашивания, от действия влаги и отчасти от химических агентов; наконец, они облегчают уборку, препятствуя прониканию пыли и грязи в поры дерева и щели. Эти составы имеют восковое основание в сочетании либо с маслянистыми веществами, растительного, животного или минерального происхождения, либо со скипидаром, либо, наконец, с мылами и тогда



Фиг. 10.

применяются как в жидких растворах, так и в виде мази, иногда в смещении с анилиновыми красками. Дешевый В. с. (по Г. Шнееману): 6 ч. церезина, 4 ч. японского воска, 50 ч. шотландского парафина, 40 ч. американской смолы. Среднего качества (по Шнееману): 20 ч. светлого монтанского воска, 30 ч. церезина, 5 ч. шеллачного воска, 40 ч. шотландского парафина, 5 ч. американской смолы. Натирочные составы, по Грегориусу, приведены в табл. 6; Состав по С. Любовскому: сплав из 40 ч. бурого канделильского воска и 4 частей светлого монтанского воска растворяется в терпентине. Дешевая политура для полов (по Несслеру): смесь 50 г пчелиного воска, 400 см³ воды и 100 г поташа разбавляется после кипячения достаточным количеством горячей воды. Жидкая наводка для полов и мебели (по А. Фери): 15 кг пчели-

ного воска, 100 л бензина, 2 л спирта, 0,5 кг нашатырного спирта и 0,5 кг лавандового масла. Жидкая невоспламеняющаяся наводка для полов: 125 ч. пчелиного воска растворяют в 550 ч. нагретого до 70° четыреххлористого углерода,

Табл. 6.—Натирочные составы по Грегориусу.

Состав- ные части	Составы	I	II	III	IV
	Весовых частей				
Парафин		15	10	8	1
Церезин		10	10	20	4
Терпентин (или скипидар)		45	45	40	3
Спермацет		—	5	—	—
Канифоль		—	—	10	—
Бензин		—	—	—	4

прибавляют 225 ч. терпентина и к полученному после размешивания однородному тесту добавляют раствор 10 ч. твердого копала в 90 част. метилового спирта; затем в состав вводится желаемый пигмент и душистое вещество. Наводка для мебели, мебельный воск, обычно составляется из окрашенного воскового мыла (которое получается кипячением 500 г воска, 400 г воды и 100 г поташа), разбавляемого 4 л воды, или из окрашенного сплава воска и терпентина. Наводка для дуба, получается кипячением при сильном размешивании 3 кг воскового мыла, 120 г кассельской коричневой, 0,5 л воды и 200 г поташа. Мебель наводится горячим воском и затем трется щеткой. Темнокоричневый мебельный воск: смешивают 4 кг воскового мыла с 0,5 кг темнокоричневой умбры или с 250 г кассельской коричневой; воск наносится на дерево кистью. Черный мебельный воск: 500 г белого воска кипятят в растворе 2 кг поташа в воде и упаривают до мазеобразного состояния, после чего размешивают с саженою. Линолеумный воск: 30 частей карнаубского воска, 50 частей терпентина, 50 ч. оливкового масла и 2 ч. асфальта сплавляют вместе; другой рецепт: 1 ч. желтого пчелиного воска и 2 части карнаубского растворяются при нагревании в 10 ч. терпентина и, по охлаждении, смешиваются с 7 ч. бензина. Жидкая линолеумная политура («цэрин») получается смешением измельченных равных количеств карнаубского воска, японского воска и парафина или карнаубского воска, церезина, парафина и стеарина; порошкообразная смесь растворяется на холоду в терпентине или спирте.

Наводки для кожи служат для сообщения коже цвета и блеска, для смягчения ее, понижения влагопоглощаемости и, до известной степени, замедления процесса гниения. Сообщение водонепроницаемости коже достигается посредством пропитки ее парафином или смолою, при чем последующее погружение обуви на несколько секунд в растворитель этих пропиток избавляет ее от маслянистого вида. Сапожная вакса: существуют весьма

много рецептов сапожной ваксы—как на восковом основании, так и без него. Воск применяется для этой цели различных видов, особенно растительный, при чем чаще всего несколько его видов сочетается вместе. Кроме того, некоторые наводки содержат смолы. Черный цвет, обыкновенно придаваемый этим составам, достигается либо нитрозином, либо сажею, либо наконец углем—кастляным, сахарным и т. д. Подробнее см. *Сапожная вакса*.

Лит.: ¹⁾ Braun K., Wachs und ihre Verwendung nebst Anleitung zur Herstellung der verschiedensten Wachspräparate, Lpz., 1926; ²⁾ Lüdecke C., Die Wachs und Wachskörper, Stg., 1926; ³⁾ Sedna L., Das Wachs und seine technische Verwendung, 3 Auflage, W., 1919; ⁴⁾ Stiepel C., Chemische Technologie der Fette, Oele u. Wachs, usw., Lpz., 1911; ⁵⁾ Wolff H., Die Lösungsmittel d. Fette, Oele, Wachs u. Harze, Stg., 1922; ⁶⁾ Brunner R., Die Fabrikation d. Schmiermittel, d. Schuhwische, Lederlacke, usw., W., 1924; ⁷⁾ Lach B., Die Zeresinfabrikation, Halle, 1911; ⁸⁾ Fischer E. J., Technische Wachspräparate, «Kunststoffe», München, 1919, В. 9, p. 57, 75, 89, 105; ⁹⁾ Lewkowitzsch J., Les huiles, graisses et cires, Paris, 1928; ¹⁰⁾ Lewkowitzsch J., Chemical Technology and Analysis of Oils, Fats and Waxes, London, 1921; ¹¹⁾ Ubbelohde L. and Goldschmidt F., Handbuch d. Chemie u. Technologie d. Oele u. Fette, Lpz., 1908—1917; ¹²⁾ Wagner K. W., «Archiv f. Elektrotechnik», Berlin, 1914, В. 3, p. 67; ¹³⁾ Wagner K. W., «ETZ», В. 1915, p. 11, 121, 135, 163; ¹⁴⁾ Pungs L., «Archiv f. Elektrotechnik», Berlin, 1912, В. 1, p. 342; ¹⁵⁾ Steinhäus W., «Jahrbuch d. drahtlosen Telegraphie u. Telephonie», В., 1921, В. 18, I, p. 29—33; ¹⁶⁾ Кабулов И. и Антушевич И., Пчелиный воск, рукоп. к. качествен. и колич. анализу пчелиного воска и его подмесей, М., 1893; ¹⁷⁾ ibid.; ¹⁸⁾ Mayr's Kunsttechn. Lehrbücher. Das Formen u. Modellieren, Mch., 1906; ¹⁹⁾ Uhlenhuth E., Vollst. Anleitung z. Formen und Giessen, W. u. Lpz., 1912; ²⁰⁾ Andés L. E., «Farben-Ztg», Berlin, 1912, p. 2795; ²¹⁾ Giesel F., «Ch.-Ztg», 1878, p. 126; ²²⁾ Schneemann G., «Seifensieder-Ztg», Augsburg, 1911, p. 34, 1912, p. 304, 347; ²³⁾ Brant W. T. and Wahl W. H., Techno-Chemical Receipt Book, p. 388—389, N. Y., 1923; ²⁴⁾ Клинке А. и Левентон В., Дополн. к рос. фармакопее, стр. 54, СПб, 1914; ²⁵⁾ Клинке А., Русский фармацевтический мануал, т. 1, стр. 149, П., 1915; ²⁶⁾ Brant W. T. and Wahl W. H., Techno-Chemical Receipt Book, p. 387, New York, 1923; ²⁷⁾ Клинке А., Русский фармацевтич. мануал, т. 1, стр. 153—155, П., 1915; ²⁸⁾ Клинке А. и Левентон В., Дополнение к рос. фармакопее, стр. 91, СПб, 1914; ²⁹⁾ Ljubowski S., «Seifensieder-Ztg», Augsburg, 1913, В. 40, p. 1174; ³⁰⁾ Lüdecke C., ibid., 1911, В. 38, p. 1239; ³¹⁾ Клинке А., Русский фармацевтический мануал, т. 1, П., 1915; ³²⁾ Monkhouse A., Electrical Insulating Materials, p. 19, 254, L., 1926; ³³⁾ Granier J., «RGE», 1921, t. 10, 12—13 Août, p. 219, 1922, t. 12, 30 Sept., p. 459, 1924, t. 15, 26 Janv., p. 125; ³⁴⁾ Weber H. a. Maskey P., «Journ. of the Franklin Inst.», Philadelphia, 1918, t. 186, Sept., p. 374—376; ³⁵⁾ Müller E., «Archiv für Elektrotechnik», В., 1925, В. 15, I, p. 25—28; ³⁶⁾ Wagner K. W., «Archiv für Elektrotechnik», В., 1914, В. 3, p. 98.

П. Флоренский.

ВОСКОТОПКА, прибор для отделения воска от сотов. Отделение воска от сотов—операция чисто фабричная. При кустарной работе пчеловодов значительная часть воска остается неизвлеченной. В., к-рыми пользуются пчеловоды, бывают паровые и солнечные.

Одной из лучших В. является паровая В. Ломакина. Она состоит из сосуда с двойными стенками и парообразователя; между стенками сосуда циркулирует пар; внутри сосуда плавится воск. Парообразователь соединяется с В. трубкой посредством двух муфт. Во время работы помещают парообразователь на плиту, а В. ставят вблизи на подставку с двумя отверстиями: в одно из них проходит трубка из внутреннего сосуда (для спуска воска), а в другое—трубка из наружного сосуда (для выхода пара). Воду в парообразователе наливают не ниже 45 мм от

дна и не выше $\frac{2}{3}$ его высоты. Воск кладут в В. небольшими кусками, и здесь он одновременно плавится и отстаивается от грязи.

Солнечная В. имеет вид ящика длиной 53—62 см, шириною 44—48 см; передняя стенка этого ящика имеет высоту 9 см, а задняя—35—44 см. Сверху ящик закрывается двумя крышками: на внутренней стороне наружной крышки прибит лист из белой жести; внутренняя крышка представляет собой раму со стеклом. Внутри ящика на высоте 9 см от дна устроена полка, которая приблизительно на 13 см не доходит до передней стенки ящика. На полке помещен жестяной лист такого же размера, как полка; края листа с трех сторон загнуты вверх, а с четвертой, передней,—книзу. На этот лист ставится жестяная коробка с дном из самой мелкой проволочной сетки; коробка имеет 10—18 мм высоты и по углам снабжена ножками высотой 5 мм. Перед краем железного листа, отогнутым книзу, ставит внутрь воскотопки жестян. ящик. Воск кладут в жестяную коробку на ножках. Крышки открывают, при чем внутренняя сторона наружной крышки служит рефлектором. От теплоты солнечных лучей воск в коробке плавится и стекает через отогнутый книзу край железн. листа в подставленный ящик.

Имеются В. и иных конструкций. Заслуживают внимания В., соединенные с воскопрессом, напр. В.-воскопресс Кунаховича. См. также *Воск пчелиный*.

Н. Кулагин.

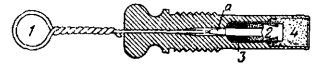
ВОСПЛАМЕНЕНИЕ, см. *Вспышка*.

ВОСПЛАМЕНИТЕЛЬ, приспособление для воспламенения заряда в канале оружия, которое: 1) сообщает огонь заряду—зажигает его и 2) распространяет огонь по поверхности зерен пороха. Для сообщения огня заряду нужно частицу его нагреть до 200° (бездымный порох) или 300° (дымный), сообщая теплоту раскаленным телом, пламенем, искрой, трением или ударом. Неровность и угловатая форма зерен дымного (черного) пороха облегчают сообщение ему огня; поэтому бездымный порох, имеющий гладкую поверхность, несмотря на более низкую

t° воспламенения, зажигается труднее и требует присоединения к заряду легко зажигающегося состава. До 19 в. для воспламенения заряда в орудии пользовались такими примитивными средствами, как, напр., раскаленный железный прут, фитиль, палительная свеча (бумажная трубка с легко горящим, не гаснущим от дождя пороховым составом), а в ручном оружии—кремневым замком.

Введенные в 19 веке, при переходе к назрежной артиллерии, для зажжения вытяжные трубки находятся на службе до настоящего времени и применяются в картузных орудиях (заряд в картузе).

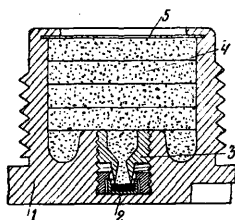
Детальное устройство и действие вытяжной трубки можно видеть на фиг. 1, на которой изображена обтюрирующая трубка Иванова, ввинчиваемая для выстрела в запальное отверстие орудия. Кольцо 1, резко натянутое назад, заставляет теркой 2 воспламениться терочный (фрикционный)



Фиг. 1.

состав 3, от которого загорается дымный порох 4, помещенный в переднюю часть латунной трубки. Полученный т. о. луч огня воспламеняет боевой заряд в оружии. Устранение прорыва газов через трубку наружу (обтюрация) достигается тем, что коническая часть а терки при выстреле закупоривает сквозной канал. Первые образцы вытяжных трубок не имели обтюрирующего устройства и не ввинчивались в запальное отверстие, а лишь просто вставлялись.

Наряду с вытяжными трубками применяются ударные трубки с капсюлем, разбиваемым ударным механизмом затвора. На фиг. 2 показан один из типов такой трубки, где 1 — капсюль, 2 — наковальня, 3 — обтюрирующий шарик, 4 — ружейный порох и 5 — мастика.

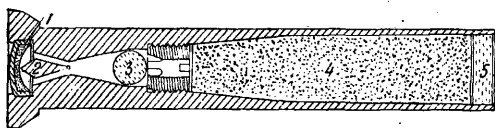


Фиг. 2.

Для опасной стрельбы или стрельбы залпами из нескольких орудий употребляются электрические трубки, в к-рых электрич. ток накаливает платиновый мостик, окруженный взрывчатым составом. Для гильзовых орудий (заряд в гильзе) применяются капсюльные втулки с ударным составом, ввинчиваемые в дно гильзы (см. фиг. 3, где 1 — латунный корпус, 2 — капсюль, 3 — наковальня, 4 — лепешки прессованного дымного пороха, 5 — латунный кружок).

Для полного обеспечения воспламенения заряда бездымного пороха к картузу пришивается воспламенитель из дымного пороха с таким расчетом, чтобы луч огня из вытяжной или ударной трубки, пройдя запальный канал, зажег сначала воспламенитель, а затем воспламенение перешло бы далее всему заряду. Развивающееся в зарядной камере при сгорании воспламенителя давление способствует зажжению бездымного пороха и быстрому распространению огня по всей поверхности его зерен, что необходимо для правильности горения заряда. Вес воспламенителя в крупных картузных орудиях достигает 1 кг. В орудиях гильзового заряжания воспламенитель не нужен вследствие непосредственного соприкосновения заряда с капсюльной втулкой.

В фугасах и минах воспламенение производится посредством огнепроводов, запалов, ударных и химических средств. В качестве огнепроводов употребляются: 1) пороховая дорожка, представляющая собой полосу пороха шириной около 25 мм, насыпаемую по земле от точки воспламенения до



Фиг. 3.

заряда и зажигаемую, в свою очередь, помощью курительного фитиля; скорость горения такой дорожки около 3 м/сек; 2) сосис

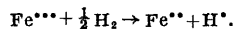
из холщевой трубки диаметром 10—15 мм, наполненный порохом; сосисом часто пользуются для воспламенения зарядов, находящихся под землей; в последнем случае сосис подводится уложенным в деревянный, осмоленный желоб; 3) огнепроводные шнуры (см. *Бикфордов шнур*).

Для надежности воспламенения огнепроводов (шнуров) применяют ударные капсюли-воспламенители. Наиболее простые из них представляют собой трубочку, имеющую на одном конце наковальню, о которую разбивается ружейный капсюль; под капсюлем в трубочке имеется пороховая заготовка; в свободный конец трубочки вставляется огнепроводный шнур; разбивание капсюля производится щипцами с ударником. В качестве одного из химич. средств воспламенения пользуются действием серной к-ты на бертолетову соль с примесью сахара, применяя при этом такое приспособление: в жестяную трубочку, открытую с одного конца, помещают обернутый ватой стеклянный шарик с серной кислотой, а рядом с ним лепешку, спрессованную из бертолетовой соли с сахаром; в свободный конец трубочки вставляют огнепроводный шнур; для воспламенения плоскогубцами сжимают закрытый конец трубочки, раздавливая при этом шарик с кислотой. Заряды в буровых скважинах м. б. воспламеняемы посредством негашеной извести без применения огнепроводных шнуров. Этот способ основан на том, что известь при гашении водой развивает t° около 300° , а потому помещенный в нее легко воспламеняющийся капсюль взорвется, если известь будет смочена водой. Взрыв капсюля происходит через 2—3 мин., чем и исключается необходимость в огнепроводе.

В. Шелков.

ВОСПЛАМЕНЯЮЩИЕ СРЕДСТВА, см. *Зажигательные средства*.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ, р е д у ц и р о в а н и е, химическая операция, заключающаяся или в отнятии от данного вещества кислорода, или в замене кислорода водородом, или в присоединении к этому веществу водорода. Если восстанавливаемое вещество находится в виде ионов, то под В. понимают переход иона или атома с высшей ступени положительной валентности к низшей, т. е. уменьшение его положительного заряда. Т. о. превращение соли окиси железа в соль закиси м. б. представлено следующей восстановительной схемой:

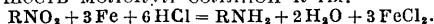


В. находится в тесной связи с окислением и составляет один из существеннейших процессов живой и мертвой природы. Усвоение углекислоты растениями, дыхание, обмен веществ и целый ряд важнейших биологических процессов в своей основе представляют собой восстановительно-окислительные явления (см. *Окисление*). В технике В. пользуются весьма часто, главн. обр. для приготовления органических продуктов. Некоторые производственные процессы теснейшим образом связаны с восстановительными операциями, например В. является одной из существенных частей ситцепечатания, крашения и беления тканей и фотографии.

В технологии минеральных веществ восстановление применяется сравнительно редко, за исключением большей части металлургических процессов, электролитич. осаждения металлов и некоторых операций по приготовлению специальных восстановителей (см. *Металлургия, Гальванотехника, Рафинировка, Гидросульфит*). Технические методы В. органических соединений разделяются на три группы: чисто химические, электрохимические и каталитические (гидрирование).

1) Химические методы. Вещества, подвергаемые В. в технике, не так многочисленны и менее разнообразны, чем исходные продукты для окислительных операций. Особо важное значение для технологии красителей и фармацевтических продуктов имеет В. нитросоединений. Значительно реже пользуются В. альдегидов и кетонов с целью получения соответств. спиртов (например В. ацетона в изопропиловый спирт и пинакона или хинона в гидрохинон). Весьма ограниченное значение имеет превращение карбоксильных соединений в альдегиды и алкоголи (напр. шавелевой к-ты в гликолевую и глиоксиловую кислоты или фенилуксусной кислоты в фенилэтиловый алкоголь). Для достижения желаемого восстановительного эффекта пользуются различными веществами—восстановителями. На характер получающегося продукта влияет также растворитель, в среде которого ведется реакция. В нек-рых случаях он способствует перегруппировкам, напр. при получении паранитрофенола или бензидина из нитробензола. Иногда растворитель или содержащийся в нем вещества реагируют с продуктами В. и тогда образуются замещенные соединения, напр. при В. нитробензола в присутствии соляной к-ты может получиться хлоранилин, в присутствии серной—аминофенолсульфокислота, при В. его в спиртовых растворах иногда образуется фенетидин. При В. нитросоединений оловом и соляной к-той часто получают хлорзамещенные амины. Реакция среды также влияет на направление восстановительной реакции, например в кислых средах из нитробензола получают анилин, в щелочных, в зависимости от условий ведения операции, азокси-, азо- или гидразобензол, в нейтральных—легко образуется фенилгидроксиламин. Из различных восстановителей имеют техническое значение следующие.

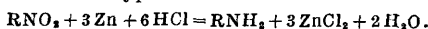
Металлическое железо (в виде стружек или опилок) вместе с кислотами (чаще с соляной) широко применяется для В. нитросоединений в соответствующие амины (анилин, нафталин, *m*-фенилендиамин, аминофенол, *o*-анизидин, *o*- и *n*-фенетидин). В этом процессе на одну молекулу нитросоединения теоретически должно приходиться шесть молекул соляной к-ты:



В действительности же расходуется только $\frac{1}{60}$ ч. этого количества. Причина этого явления заключается в каталитич. действии хлористого железа, под влиянием к-рого металл.железо восстанавливает нитрогруппу в амино-группу, а само при этом превращается в закись-окись Fe_2O_3 . В случае динитросоединений можно достигнуть частич-

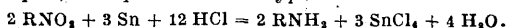
ного В., если так рассчитать количество железа, чтобы его было достаточно для В. только одной нитрогруппы. Этим путем из динитробензола получают нитроанилин. Сравнительно часто для В. нитросоединений применяют железо и едкий натр (водные растворы крепостью 55—60° Вё). В этом случае, однако, получаются не амины, как в кислой среде, а соответствующие азокси-, азо- и гидразосоединения.

Металлический цинк (в виде пыли) восстанавливает (в присутствии $CaCl_2$ или NH_4Cl) в водноспиртовых растворах нитробензол в фенилгидроксиламин. Этим же путем из *n*-нитробензильного алкоголя получается *n*-аминобензиловый алкоголь. Хорошим восстановительным действием в нейтральных растворах обладает также амальгамированный алюминий, применяемый для получения пинакона из ацетона и цитронеллола из цитронеллала. Цинк с кислотами восстанавливает нитросоединения по уравнению:



Для этой цели цинк применяется в виде стружек, губки, порошка и пыли. Последняя отличается наибольшей активностью; однако, вследствие ряда неудобств, связанных с ее применением (примеси окиси цинка, необходимость предварительного определения степени активности), цинковую пыль стремятся заменить цинковой губкой, приготовляемой электролитически. Прибавление к реакционной смеси небольшого количества медных солей значительно повышает восстановительную способность цинка. Способ применяется для приготовления *n*-аминодиметиланилина из нитрозодиметиланилина, *o*-фенетидина из нитрофенетидина. Из нитробензола посредством цинковой пыли и серной кислоты получается *n*-аминофенол. Цинк и едкий натр действуют аналогично железу; этим путем восстанавливают, напр., нитроанилин в фенилендиамин. В спиртовых растворах едкого натра цинк восстанавливает нитробензол в гидразобензол, нитроанизол—в гидразоанизол. Вследствие дороговизны способ В. цинком в щелочных растворах не может конкурировать с более дешевыми способами (напр. В. железом и едким натром).

Олово и соляная к-та применяются преимущественно для В. нитросоединений. Процесс протекает по уравнению:



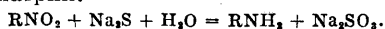
После реакции олово регенерируется при помощи цинка или электролитически. Олово, выделенное электролитически, отличается особенно высокой восстановительной активностью. Недостатком этого восстановителя является то обстоятельство, что В. часто сопровождается хлорированием. В технике оловом пользуются сравнительно редко; примером его применения может служить получение фенетидина из *n*-нитрофенола и В. нитропроизводных антрахинона в соответствующие амины.

Свободная сернистая кислота применяется для В. хинонов. Ее средняя (сульфит) и кислая (бисульфит) соли натрия применяются для В. нитро- и нитро-

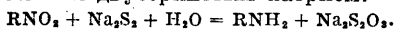
восоединений. Реакция В. часто сопровождается сульфированием. При этом сначала образуется сульфаминовая кислота, к-рая затем перегруппировывается в аминосульфокислоту. В соединении с железными опилками сернистая кислота была предложена как средство для частичного В. динитросоединений. Этим же путем можно достигнуть превращения ароматич. нитроальдегидов в аминальдегиды. Полупрозрачная окись серы S_2O_3 , получающаяся при растворении серы в дымящей серной кислоте, применяется для В. нитросоединений. Процесс часто сопровождается окислением, сульфированием, заменой amino-группы гидроксилом, перегруппировками и другими побочными явлениями. Так, напр., из 1,5-динитронафталина получается 5,6-диоксинафтохинон (1,4). Этот способ применяется для приготовления красителей из динитроантрахинона и его сульфокислот. Сернистый натрий (сульфид) служит для В. ароматических нитро- и азосоединений. Для этой цели пользуются или кристаллическим продуктом состава $Na_2S \cdot 9H_2O$ или растворами серы в сернистом натрии (полисульфидах). В водных растворах реакция совершается по ур-ию:

$$4RNO_2 + 6Na_2S + 7H_2O = 4RNH_2 + 3Na_2S_2O_3 + 6NaOH.$$

Если В. ведется с плавленным сульфидом, то последний превращается в сернистокислый натрий:



Особенно выгодным является способ восстановления дусернистым натрием:



В этом случае не только устраняется образование едкого натра, что значительно упрощает выделение амина, но операция связывается с получением *гипосульфита* (см.). При реакциях с сульфидами (или полисульфидами) степень В. регулируется количественными соотношениями реагирующих веществ. Иногда, особенно при пользовании полисульфидами, нормальная реакция восстановления осложняется вхождением серы в состав восстановленного вещества. На этом свойстве основано получение технически важных сернистых красителей. Образование содержащих серу продуктов можно устранить прибавлением к реагирующему раствору некоторого количества едкой щелочи. Так, напр., в присутствии свободной щелочи из *n*-нитрофенола образуется *n*-аминофенол, тогда как без нее получают сернистые красители. В некоторых случаях едкая щелочь вызывает изменение направления реакции и сопровождается окислительными явлениями (например нитротолуол превращается в аминобензальдегид или *o*- и *n*-нитробензиловый спирт—в соответствующий аминобензальдегид). Металлический натрий применяется в производстве душистых веществ, например для восстановления фенилуксусного эфира и этилового эфира нониловой кислоты в фенилэтиловый и нониловый спирты. О применении гидросульфита см. *Гидросульфит*. В особых случаях В. осуществляется помощью виноградного сахара (глюкозы), формалина и ацетальдегида.

2) Преимущество электрохимических методов восстановления заключается в том, что, кроме необходимых, обеспечивающих электропроводность составн. частей электролита, в реакцион. смесь не вводится никаких посторонних веществ, загрязняющих получаемые продукты и затрудняющих их выделение; другое преимущество: возможность точного регулирования условий В. и сравнительно простой контроль процесса. Несмотря на это, за исключением некоторых отдельных случаев, им не удалось заменить чисто химические методы, которые в подавляющем большинстве являются наиболее экономичными и удобными для проведения в заводских условиях. Так, попытки электрохимич. получения анилина из нитробензола пока не привели к практически благоприятному результату. Значительно успешнее протекает В. нитробензола в *n*-аминофенол. Химическим путем это соединение получается из *n*-нитро- или нитрозофенола, т. е. из веществ, сравнительно сложно приготовляемых и менее доступных, чем нитробензол. После ряда работ Фридендера, Гатгермана и Дармштеттера германск. заводу Ciba (Г. П. 29584) удалось преодолеть все затруднения и на практике осуществить электролитическое приготовление *n*-аминофенола. Некоторое технич. значение имеет также электролитич. В. шавелевой к-ты в гликолевую и глиоксиловую к-ты.

3) О каталитических методах восстановления см. *Гидрирование*.

Лит.: Ullm. Enz., В. 9, p. 418, 1921; Houben J., Die Methoden d. organischen Chemie, Lpz., 1925. О восстановлении сернистым натрием нитросоединений: Brand K., «Journ. für prakt. Chemie», Lpz., 1906, В. 74, p. 449; Stoermer R., Die Oxydations- und Reduktionsmethoden der organischen Chemie, Leipzig, 1909; Bauer R., Reduktion und Hydrierung organischer Verbindungen, Leipzig, 1918. О восстановлении амальгамированным алюминием: Wislizenus W., «Journ. für prakt. Chemie», Lpz., 1896, В. 54, p. 18. С. Медведев.

ВОЩЕНИЕ ДЕРЕВА, покрытие поверхности деревянных изделий и полов воском в целях придания им красивого внешнего вида. Перед вощением поверхность изделия тщательно вычищается и шлифуется при помощи цикли, песочной, стеклянной или наждачной бумаги и пемзы. При шлифовке следует избегать масел или употреблять только скоро высыхающее вареное льняное масло (олифу). Состав для В. д. приготавливают из 1 ч. расплавленного воска с половинным по весу количеством скипидара; смесь мешают непрерывно, пока не застынет. Иногда прибавляют немного желтой охры в мелком порошке. Готовую смесь охлаждают и наносят тонким слоем на грубую суконку или кусок твердого войлока, которым и натирают обрабатываемую поверхность возможно равномернее. Резные или фигурные части изделия натирают при помощи щетки. Для получения сильного глянца застывший на изделии воск протирают еще раз чистой щеткой или куском шерстяной ткани. Хорошо под воск отделяются дуб, красный бук и орех. М. Дешевой.

ВОЩИНА бывает естественная и искусственная. Первая—это соты, изготовленные пчелами, вторая—листы воска с выдвигнутыми с двух сторон основаниями ячеек.

В. бывают разного цвета: черного, темного и цвета воска. Черная и темная В.—старая; в ней много раз выводилась пчелиная детка и складывались запасы корма. В ячейках таких сотов находится кожа и кокончики пчелиной детки. 400 г темной вошины дают 300 г воска, 400 г черной В.—150 г. Нестарые соты вынимаются из улья большей частью осенью, реже весной. Вынутая из улья В. иногда портится пчелин. молью. Наиболее распространенным средством против моли служит только что расцветшая и быстро высушенная конопля, раскладываемая между вынутыми сотами. Кроме того, вынутые соты следует располагать на расстоянии 45 мм один от другого, чтобы они хорошо продувались ветром. Для уничтожения моли в В., уже пораженных ею, их окуривают сероуглеродом. Для этого соты помещают в пустые ульи, ульи ставят по три один над другим и все щели между ульями, а также и летки, замазывают глиной. В верхний улей помещают глубокую тарелку с налитым в нее сероуглеродом, накрывают его крышкой и обмазывают глиной. В таком виде ульи оставляют на 9—12 ч.; затем крышу снимают, ульи разъединяют, и в течение 4—5 ч. они проветриваются. Сероуглерод очень летуч, его пары в смеси с воздухом легко взрываются, и при работе с ним следует осторожно обращаться с огнем.

Лучшим материалом для искусственных В. является воск с крышечек, полученных от распечатания сотов с медом, затем—воск из новых сотов, добытый посредством солнечной *воскотопки* (см.), т. н. капанец. Он чрезвычайно прочен, эластичен, нежного желтого цвета. Воск для искусственной В. должен быть очищен от всяких примесей. Расплавленный и очищенный воск сначала отливается в виде восковых плиток в цинковые формы 35 мм длиной, 24 мм шириной и около 22 мм глубиной. Формы смачиваются водой, и расплавленный воск наливается в них ковшем через частое сито или непрокрашленную марлю. Затем формы с налитым воском ставят в холодное помещение (-1° — 0°) на три-четыре дня (лучше на больший срок). Вынутые из форм плитки воска прокатывают сначала на гладких вальцах, а затем на вальцах с выгравированным дном ячеек. Вальцы перед пропуском плиток смачивают мыльной водой. Вместо плиток иногда готовят восковые листы. Для этой работы изготовляют цилиндрический мажальный сосуд высотой около 0,7 м и вместимостью около 12 л, с двойными стенками. В наружный сосуд наливают воду, во внутреннем плавят воск, для чего сосуд ставят на горячую плиту или нагревают снизу особой лампой. Когда воск расплавится (лучше всего при 75°), сосуд снимают с плиты или убирают лампу и в расплавленный воск макают мокрые, гладко выструганные дощечки из чистой без сучков еловой крыловки (размер дощечки 62×26 см). Дощечки погружают в воск 3—5 раз. Затем их опускают в воду с t° около 25° . При этом воск легко снимается с дощечек. Если же их опускать в холодную воду или если в мажальном сосуде нагревать воск выше 75° , то восковые листы трескаются. Дальнейшее охлаждение

и обработка вальцами такая же, как для плиток. Гравированные вальцы должны быть установлены так, чтобы нарезки на нижнем и верхнем валиках приходились точно одна против другой, что достигается системой винтов. Винтами регулируется и толщина листов. Вальцы системы Ломакина имеют менее сложную систему винтов, чем грабичные. Наилучшую фабричную вошину в настоящее время изготовляет фирма Рут в С. Ш. А. (Огайо). Так называемая трехслойная В. Рута «Эрко» настолько прочна, что соты, построенные на ней, не ломаются при откачивании меда. Эти В. изготовляют из совершенно чистого и выдержанного воска на проволоках, особым механич. способом вплавленных в толщу листа. Особенно чистым и крепким считается воск с медовых крышек, не перегретый до 100° , медленно охлажденный, без всяких пузырьков воздуха и долго выдержанный в листах или плитках на холоду (до 14 дней). Искусственная В. бывает гнездовая и магазинная. Первая готовится из более толстых листов, а вторая из более тонких. В недавнее время в Америке стали готовить искусственную В. из алюминиевых листов. Такая В. очень прочна, но пчелы, как говорит америк. пчеловод Рут, всегда предпочитают ей В. из воска. Матка кладет яйца в алюминиевую В. только при отсутствии в улье восковых сотов.

Лит.: См. *Воск пчелиный*.

Н. Нулагин.

ВПЕЧАТЫВАНИЕ, нанесение дополнительного изображения в позитивном экземпляре фильму к основному изображению негативного кадра. В. производится след. обр.: в копировочный аппарат вкладывают две негативных ленты т. о., чтобы получилось необходимое и требуемое совпадение основного негативного кадра с новым; тогда на позитивный экземпляр фильму в печатается необходимое дополнительное изображение. Печатавание применяется для всякого рода эффектов, а также для внесения надписей в кадр фильму.

Лит.: Кустэ Э., *Кино и его чудеса*, пер. с франц., Л., 1925; Lescaurbourg A. C., *Behind the Motion-Picture Screen*, N. Y., 1919.

ВРАЩЕНИЕ, движение неизменяемой системы (твердого тела), при котором две точки системы, а следовательно, и проходящая через них прямая, остаются неподвижными. Эта прямая называется осью В. Траектории всех точек вращающегося тела будут дугами окружностей, центры которых лежат на оси и плоскости которых перпендикулярны к оси В. Длины путей, проходимых точками тела по своим окружностям за один и тот же промежуток времени, пропорциональны расстояниям точек до оси В., т. е. радиусам соответствующих окружностей. В. называют *положительным*, если оно происходит по часовой стрелке, и *отрицательным*, если В. происходит обратным движением часовой стрелки (В. против часовой стрелки). Такое различие в направлениях В. по отношению к положению наблюдателя является совершенно условным: одно и то же В. для одного из наблюдателей, смотрящих с разных концов оси В., будет положительным, а для другого — отрицательным. Скорости вращения точек тела пропорциональны расстояниям точек до оси вращения, т. е. $v = \omega r$;

коэффициент пропорциональности ω , равный отношению скорости какой-либо точки к ее расстоянию до оси В., называется угловой скоростью. Между дуговыми и угловыми элементами вращательного движения существуют следующие соотношения: $s = \varphi r$, где s — дуговое перемещение и φ — угловое перемещение; $v = \omega r$, где v — дуговая (огибающая) скорость и ω — угловая скорость;

$$j_t = r \frac{d\omega}{dt} = r \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \theta r,$$

где j_t — тангенциальное (касательное) ускорение, $\theta = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$ — угловое ускорение; $j_n = \frac{v^2}{r} = r\omega^2$, где j_n — нормальное ускорение. Сложение В. — см. *Движение и Векторное исчисление*.

Лит.: Жуковский Н. Е., Теоретич. механика, ч. II, стр. 52, М., 1924. А. Яшнов.

ВРАЩЕНИЕ ПЛОСКОСТИ ПОЛЯРИЗАЦИИ, постепенный поворот плоскости колебаний светового вектора по мере распространения поляризован. света в некоторых телах, называемых оптически активными. Тела, не активные в естественном состоянии, обнаруживают В. п. п. в магнитном поле. Твердые оптически активные среды могут быть двух родов: в одних — вращательная способность определяется строением кристаллич. решетки (например в кристаллич. кварце, в к-ром Араго впервые и открыл В. п. п.; плавленый кварц не активен), в других — В. п. п. вызывается асимметричным строением самих молекул (напр. в сахаре, вращающем в кристаллическом, стеклообразном и растворенном состоянии). Жидкие и газообразные активные тела относятся ко второму роду. В растворах вращательная способность может зависеть от природы растворителя и от t° .

В. п. п. происходит по направлению движения часовой стрелки или по направлению обратно (вправо или влево), в зависимости от пространственной структуры молекулы или решетки. Угол В. п. п. α пропорционален числу молекул, встречаемых световым пучком, соответственно чему приняты следующие определения удельного вращения: для чистых веществ $[\alpha] = \frac{\alpha}{l d}$; для растворов $[\alpha] = \frac{100\alpha}{lc}$, где $[\alpha]$ — удельное вращение, α — наблюдаемый угол В. п. п., l — толщина слоя активного вещества (выражаемая для жидкостей на практике в dm), d — плотность; для растворов c — концентрация активного вещества в g на $100 cm^3$ раствора. Произведение мол. в. на $[\alpha]$ называется молекулярным вращением. Относительно точных методов определения α см. *Поляриметры*.

α является ф-ией длины световой волны λ (вращательная дисперсия). Во всех изученных случаях справедлива следующая ф-ла:

$$\alpha = \sum_1^n \frac{k_n}{\lambda^2 - \lambda_n^2},$$

где под знаком суммы находится несколько членов, соответствующих различным собствен. колебаниям данного вещества. Обычно эти колебания, характеризуемые вол-

нами λ_n , находятся в ультрафиолетовой или инфракрасной области спектра. По измерениям Лоури (Lowry) и Кед-Адамса (Cud-Adams, 1927 год) В. п. п. весьма совершенного образца левовращающего кварца выражается, со всей доступной точностью, в широком интервале длин волн от 200 $m\mu$ до 3 μ следующей формулой:

$$\alpha = \frac{9,5639}{\lambda^2 - 0,0127493} - \frac{2,3113}{\lambda^2 - 0,000974} - 0,1905.$$

Для $\lambda \gg \lambda_n$ формула вращательной дисперсии принимает простой вид: $\alpha = \frac{k}{\lambda^2}$ (закон Био); наоборот, для λ , очень близких к λ_n , ход В. п. п. становится очень сложным (аномальная вращательная дисперсия), и α может приобретать огромное значение (например 30 000° на mm в нек-рых жидких кристаллах). Вращательная дисперсия неразрывно связана с обычной дисперсией света (см.).

Если поместить сильно вращающее тело, напр. пластинку кристаллического кварца, вырезанную перпендикулярно оптической оси, между двумя поляризующими призмами и осветить систему сложным (наприм. белым) светом, то, благодаря различной вращению для различных цветов, цвета будут проходить через вторую призму в иной пропорции, чем в падающем свете, и поэтому выходящий свет будет окрашен. В зависимости от угла поворота призм окраска меняется. При подходящем подборе источника света и толщины пластинки можно получить весьма пеструю смену цветов, что иногда применяется для театральных световых эффектов, а также для получения непрерывно изменяющихся светофильтров. При помощи очень толстой пластинки кварца можно повернуть на 90° плоскости колебаний двух близко расположенных спектральных линий (напр. линий D натрия) и получить так. обр. весьма однородный свет (Вуд).

Формальная элементарная теория В. п. п., данная Френелем, сводится к следующему. Луч с линейно поляризованными колебаниями всегда можно представить как результат сложения двух лучей, поляризованных по кругу (с вращениями вправо и влево). По Френелю, эти два луча распространяются в теле с различными скоростями, что и выражается постепенным поворотом плоскости поляризации суммарного луча по мере прохождения света в кристалле. Это положение, являющееся в сущности математич. следствием самого факта В. п. п., может быть иллюстрировано наличием особого двойного лучепреломления (с лучами, поляризованными по кругу) в оптически активных кристаллах и жидкостях. По идее Гиббса, более общая формальная теория В. п. п. может быть построена на предположении, что диэлектрическое смещение в активном теле зависит не только от компонентов напряженности поля (X, Y, Z), но и от производных их по координатам. Волновое уравнение для такой среды (для компонента X) имеет следующий вид:

$$\frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \left[\epsilon X + f \cdot \left(\frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y} \right) \right] = \Delta X,$$

где c — скорость света, ϵ — диэлектрическая постоянная и f — постоянная, зависящая от

природы вещества. Формальная теория вполне описывает явления В. п. п. и устанавливает связь вращательной и обычной дисперсии, однако характер исходного у-рия и постоянная f остаются в этой теории необоснованными. Физическая теория В. п. п. дана за последние годы Озеевом и Борном. Она является следствием последовательной и строгой теории дисперсии света, в к-рой учитывается: 1) наличие связи между молекулами, 2) соизмеримость размеров молекулы с длиной световой волны. Поскольку построение молекул еще мало известно, постоянная f и в этой теории сохраняет эмпирический характер. Только для кристаллов NaCl Герману удалось произвести достаточно полный теоретич. расчет для f в удовлетворительном согласии с опытом.

Лит.: Хвольсон О. Д., Курс физики, т. 2, Берлин, 1923; Wood R. W., Researches in Physical Optics, L., 1920; Försterling R., Rotationspolarisation, Handbuch d. physikalischen Optik, B. 1, p. 901, Lpz., 1927; Воргн М., Atomtheorie d. festen Zustandes, 2 Aufl., Leipzig, 1923; Воргн М., Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften, B. 5, T. III, H. IV, Lpz., 1923. **С. Вавилов.**

ВРЕДИТЕЛИ в сельском хозяйстве, животные (различных систематических групп), наносящие хозяйственно-ощутимый вред в лесном и сельском хозяйстве, портящие различные продукты и товары при хранении, деревянные изделия и т. д. Изучает этих животных и мероприятия по борьбе с ними прикладная зоология или, если изучение ограничивается только насекомыми, — прикладная энтомология. В СССР экономическое значение имеет вред, причиняемый насекомыми, а из млекопитающих — грызунами и хищниками; кроме того вредители имеются среди клещей, моллюсков, червей, хищных и зерноядных птиц. Роль вредителей в СССР очень велика вследствие отсталости организационных форм и техническ. приемов хозяйства. В период 1915—1925 гг., в связи с войнами, хозяйственной разрухой и засухой, деятельность В. стала угрожающей. Убытки от вредных насекомых в сельском и лесном хозяйствах дореволюционной России оценивались энтомологом А. Г. Лебедевым (1919 г.) ежегодной суммой в 1 430 000 000 рублей. В С. Ш. А. (E. Sanderson and L. Pears, 1921 г.) убытки от вредных насекомых исчисляются в 2 266 000 000 долл. в год; кроме того годовой убыток от грызунов исчисляется там же в 500 000 000 долл. (по Ланцу). Вредители наносят экономически-ощутимый вред не во всем районе своего обитания, а лишь там, где имеются условия для их массового развития (климатические, кормовые, хозяйственные и т. д.). Кроме длительных изменений фауны В. наблюдаются ежегодные сезонные колебания в их численности. Эти колебания («волны жизни») у одних выражаются в резких всплесках и затуханиях их деятельности и способности занимать обширные площади (так назыв. агрессивные или массовые В., например мыши-полевки, саранчевые); у других В. эти колебания незначительны, и вред наносится хронически из года в год. Причины сезонных колебаний фауны В.: 1) климатические влияния, действующие непосредственно или косвенно; 2) болезни бактериальные, грибные, прото-

зойные; 3) влияние паразитов В. (наездники, мухи-тахины, жуки-нарывники); 4) влияние хищников (птицы, млекопитающие, насекомые и т. д.); 5) голодовки (недостаток кормовых растений), к-рые вызывают гибель или бесплодие вредителей и 6) резкие изменения в хозяйстве страны.

По особенностям питания В. следует различать: 1) многоядных и одноядных и 2) грызущих (млекопитающие хищники и грызуны, саранчевые, гусеницы чешуекрылых и т. д.) и сосущих (клопы, тли, слепни, жигалки). Грызущие вредители уничтожают растения и части их, или целиком или частично, проедая, например, дыры на листьях (скелетирование) или прокладывая внутри их ходы (минирование). Сосущие вредители растений вызывают пятнистость и засыхание листьев, хилость, недоразвитие, искривления органов, опухоли (галлы) на стволе, корнях и листьях; у животных укулы кровососущих насекомых вызывают волдыри, опухоли, расчесы, изъязвления, а также и повышенную раздражимость, к-рая понижает работоспособность, и т. п. Поврежденные растения могут восстанавливать утраченные части (отрастание корней, кущение, возобновление листьев) и излечивать ранения (образование пробкового слоя, каллуса); некоторые сорта культурных растений обладают свойствами, сильно понижающими их поражаемость со стороны В. (устойчивые сорта).

В основе мер борьбы с В. лежит исследовательская работа, а именно: 1) изучение биологии В., 2) изучение повреждаемого растения или животного, 3) изучение обстановки, при которой происходит нападение В., и 4) установление и испытание мероприятий по борьбе с ними. Применение мер возможно лишь тогда, когда издержки на борьбу с В. меньше возможных убытков от повреждений. Исследовательская работа по изучению В. ведется в энтомологических отделах опытных с.-х. станций, в ряде специальных лабораторий (Отдел прикл. энтомологии Гос. ин-та опытной агрономии в Ленинграде, Научно-исслед. лаборатории Отд. защиты растений Наркомзема РСФСР и др.). Мероприятия по борьбе с вредителями могут быть: культурно-хозяйственные (куда относятся и карантинные), биологические, механические и химические. Первые две категории носят главным образом предупредительный характер, а последние две — истребительный характер.

К культурно-хозяйственным методам относятся такие, при к-рых организация хозяйства, приемы возделывания растений, ухода за животными и способы хранения продуктов и материалов сами по себе гарантируют от массового развития и нападения В. Такими мерами могут быть, напр., а) изменение сроков и способов посева или высадки, так чтобы В. не мог отложить своих яиц на культуру или чтобы растения к периоду нанесения повреждений находились в малоповреждаемой стадии (установление так наз. «страховых» от вредителей сроков посева); б) приемы обработки почвы (время, глубина пахоты и т. д.), при к-рых создаются условия, неблагоприятные для развития В.; в) борьба с сорняками и

с всходами падалицы на парах, в культурах и по соседству с ними (межи, борозды между грядками); г) применение соответствующего севооборота, удобрений, улучшенных методов ухода за растениями; д) употребление устойчивых сортов культурных растений; е) надзор за ввозимыми извне (из-за границы или в пределах страны) семен. и посадочным материалами, товарами, с.-х. животными в целях предупреждения заноса вредителей (картофельный жук, розовый хлопковый червь, кровавая тля, филлоксеры и т. д.); ж) своевременное удаление горелого леса, бурелома, ветровала, лесорубочных остатков и неоскуренных лесных материалов, надлежащие системы рубки и лесокультурных работ; з) изменение места и времени выпаса скота, способов хранения навоза и т. д.; и) тщательный надзор при приеме, перевозках и хранении продуктов и материалов за их зараженностью, надлежащие методы хранения, устройство хранилищ. При современной стадии развития хозяйства в СССР эти культурно-хозяйственные мероприятия играют первенствующую и решающую роль в предупреждении массовых нападений В., и в этой работе необходимо теснейшее сотрудничество агрономов, лесоводов и т. д. со специалистами по борьбе с В.

Биологич. методы борьбы с В. заключаются в использовании их врагов—паразитов, хищников, бактериальных и грибковых болезней. В СССР этот метод применяется очень мало в силу его сложности, малой разработанности и непостоянства его результатов. В практике применяются культуры так наз. «мышинного», «крысиного» тифов, но этот метод не вполне безопасен в санитарном отношении. Далее, принимаются меры к охране птиц и млекопитающих, истребляющих вредителей (летучие мыши, ласки, хорьки, сарычи, совы, синицы и т. д.). Эта охрана осуществляется путем законодательной защиты полезных животных от истребления, путем развески искусственных гнездований, привлечения и поддержания животных в периоды голодовок подкормкой, отстрела их врагов (бродячих кошек, ястребов) и т. п.; в С. Ш. А. имел место даже ввоз полезных хищников (жужелиц, божьих коровок). Попытки применения культур грибковых заболеваний (микологический метод) осуществлялись в крайне ограниченном числе. В С. Ш. А., где много внимания уделяется паразитарному методу, т. е. использованию (и даже ввозу из-за границы) паразитов вредителей—наездников, мух-тахин,—имеются некие положительные достижения; в СССР применение этого метода не вышло еще из стадии предварительного исследования.

Механич. меры борьбы заключаются в непосредственном уничтожении вредителей. С этой целью применяются аппараты (часто примитивные) для облегчения и ускорения работы; сюда же относятся и различного рода заграждения, препятствующие В. переходить на культуру. Для концентрирования масс В. при их истреблении применяют различные приманки (свет, кормовые вещества, ловчие посевы и т. д.). Уничтожение В. производится различными спосо-

бами: собирают руками, иногда при помощи сачков; стряхивают В. с деревьев и кустарников на полотнища, рядна, щиты, в жестян. воронки, ведра; выжигают стерню на полях, подпилку в лесу с находящимися в них вредителями; выкладывают (в лесу—против короедов) ловчие деревья с последующим ошкуриванием их; накладывают на стволы ловчие кольца (из рогажи, древесной стружки, бумаги, пакли, мха), под которыми В. собираются на зимовку или для окукливания; применяют капканы, ловушки, ловчие ямы. При создании преград устанавливают переносные железные стенки или доски, смазанные липким составом; проводят плугом или роют заградительные-ловчие канавы; накладывают на стволы деревьев липкие пояса из медленно высыхающих смесей (канифоль с маслами и т. п.).

Химический метод играет в СССР и за границей крупн. роль. Он заключается в применении ядов—зооцидов (животно-убивающих веществ) и инсектицидов (насекомоубивающих веществ), при чем некоторые из них, т. н. контактные яды, воздействуют на кожу или дыхательную систему, а другие, кишечные яды, отравляют при поступлении вместе с естественной пищей или приманкой в кишечный канал. Зооциды применяются в виде сухих порошков (см. *Опыливание*), в виде раствора или механической смеси с водой (см. *Опрыскивание*) или же, наконец, в газообразном виде (см. *Окуривание*). В практике СССР обычно употребляются следующие зооциды: 1) кишечные—стрихнин, соли бария $BaCl_2$ и $BaCO_3$, соединения мышьяка $Cu(C_2H_3O_2)_2 \cdot 3Cu(AsO_2)_2$ (парижская зелень), Na_2HAsO_4 , As_2O_3 , $Pb_2(AsO_4)_3$, $Ca_3(AsO_4)_2$, $CaHAsO_4$; 2) контактные—зел. мыло, табачный экстракт, керосиново-мыльная и керосиново-известковая эмульсия, квасия и т. д. Для фумигации (окуривания) употребляются: CS_2 , Cl_2 , SO_2 , HCN , CCl_3NO_2 . Кишечные зооциды применяются при борьбе с грызунами В., контактные яды—при борьбе с сосущими и отчасти с грызущими В. Метод отравленных приманок состоит в отравлении пищевых веществ, которые часто привлекают вредителей в большей степени, чем их природный корм; такими приманками служат: печеный хлеб, отруби, опилки, мясо и т. д. Этот метод весьма применим в борьбе с саранчовыми и грызунами. *Опрыскивание* и *опыливание* широко практикуется в плодоводстве, виноградарстве, в меньшей степени—в полеводстве, огородничестве. *Окуривание* применяется по б. ч. в закрытых помещениях (склады, фумигационные камеры, особые палатки, надеваемые на растения в грунт) и в норах (грызуны). При *опрыскивании* и *опыливании* необходимы специальные аппараты, которые дают или широкое пылевое облако или мелко раздробленную струю жидкости. Для *выпрыскивания* CS_2 в почву употребляют особые *выпрыскиватели*—инжекторы. Типы *опрыскивателей*: 1) маломощные гидропульты, 2) *опрыскиватели-ранцы* (поршневые, диафрагмовые и с пневматическим нагнетанием), 3) садовые насосы средней и большой мощности («Климакс», «Помона», «Адмирал» и др.), 4) конные полевые *опрыскиватели*—

бочки с передачей накачивания жидкости от ходового колеса, 5) автоматическ. опрыскиватели батарейной системы вычного типа и ряд др., 6) моторные опрыскиватели (полевые, садовые, лесные) с подачей жидкости при помощи двигателей. Типы опрыскивателей: 1) ручные меха и ранцы (с мехом), 2) ручные с крыльчатым вентилятором (центробежкой), 3) конные с крыльчатым вентилятором, работающие передачей от ходового колеса, 4) моторные, приводимые в движение двигателем и 5) *аэроопылители* (см.), устанавливаемые на самолетах. Производительность этих аппаратов колеблется в довольно широких пределах в зависимости от типов их и характера с.-х. культуры (поле, сад, виноградник). Так, ранцевым опрыскивателем можно покрыть в день до 1 га поля, 0,5 га сада, 0,25 га виноградника; конным опрыскивателем от 8 до 12 га поля; различными конными опрыскивателями—от 7 до 15 га; аэроопылителем—от 100 до 350 га в час.

Большая часть аппаратуры получается из-за границы (Германия, Франция и другие); но еще в дореволюционное время делались попытки наладить производство ранцевых и конных опрыскивателей у нас (в 1911—1915 гг. на Украине и в Сибири). В настоящее время в СССР это производство организовано на ленинградском заводе «Часовой революции» (Треста ленингр. з-дов массового производства), в мастерских Киевского политехнического ин-та, в Карловских мастерских Сахарогреста. Целу изготовления в СССР аппаратуры для химической борьбы с В. несомненно предстоит большая будущность. В дореволюционное время в России состоялось два международных конкурса опрыскивателей: в Симферополе в 1908 году и в Киеве в 1911/12 году; такой конкурс намечается в Союзе ССР и в ближайшее время (1928—29 гг.).

Изучение вредителей в целях борьбы с ними началось в 80-х гг. прошлого столетия. С 90-х гг. развиваются и учреждения по борьбе с ними: к 1918 г. насчитывалось 19 станций защиты растений и 5 энтомолог. отделов с.-х. опытных станций. В настоящее время (1928 г.) в Союзе имеются 63 станции защиты растений и 15 энтомологич. отделов опытных с.-х. станций.

Лит.: Браунер А., С.-х. зоология, Харьков, 1923; Горьянов А., Крысы и мыши—враги сельск. хозяйства, М., 1924; Кулагин Н., Вредные насекомые и меры борьбы с ними, 3 изд., П., 1922—23, 4 изд., т. 1, М.—Л., 1927; Холодковский И. Н., Курс энтомологии теоретич. и прикладной, 3 изд., т. 1—2, СПб., 1912, 4 изд., т. 1, М.—Л., 1927; Уваров В., С.-х. энтомология, Тифлис, 1923; Плотников В., Насекомые, вредящие хозяйствам Ср. Азии, Ташкент, 1926. В. Болдырев.

ВРЕДНОЕ ПРОСТРАНСТВО цилиндров поршневых паровых машин и компрессоров, объем пространства между поверхностями распределительного механизма (клапанами, кранами, золотниками), распределительных каналов, крышки цилиндра и поршня в его мертвом положении у крышки цилиндра. Величина В. п., исчисляемая в процентах от рабочего объема цилиндра, имеет наименьшие значения при крановой и клапан. системах распределения (3—10%) и наибольшее значение при золотниковом распределении (8—15%). В

паровых машинах влияние В. п. выражается в уменьшении кпд машины. При впуске свежего пара часть его работы затрачивается на сжатие до рабочего давления отработанного пара, оставшегося во В. п. от предыдущего цикла; кроме этого поверхность В. п. влияет на увеличение конденсации входящего в цилиндр рабочего пара. Уменьшение влияния В. п. достигается сжатием отработанного пара перед впуском свежего пара. Многие авторы полагали, что наиболее выгодным является сжатие отработанного пара до начального давления, но опытами Клемперера, Бульвена и Гейнриха установлено, что наиболее выгодной является та степень сжатия, при к-рой конечная t° сжатого отработанного пара равняется t° стенок цилиндра. Более высокая степень сжатия отработанного пара чем та, при которой t° отработанного пара равна t° стенок цилиндра, ведет к увеличению расхода пара. См. *Паровые машины, Парораспределение*.

Лит.: Дубельт Г., Паровые машины и паровые турбины, Л., 1916; Гриневский В. И., Паровые машины, М., 1926; Сушков В. В., Техническ. термодинамика, М., 1926; G r a s s m a n n R., Anleitung zur Berechnung einer Dampfmaschine. В. Татарчук.

ВРЕДНЫЕ ПРОИЗВОДСТВА обычно являются причиной длительных, постепенно наступающих изменений в организме—хронич. заболеваний. Законодательство СССР стремится возможно более полно регламентировать технич. условия, к-рым д. б. подчинены В. п. В вопросе об особых льготах для рабочих В. п. индивидуального характера (т. н. «компенсациях вредности») законодательство берет за основу детальную профессию. Законодательство СССР о В. п. опирается в основном на Кодекс законов о труде и регулируется преимущественно Наркомтрудом (НКТ) СССР, а в некоторой своей части также и НКТ союзных республик. Выполнение этих законов и постановлений обязательно для всех без исключения работодателей, независимо от характера предприятия (частное, кооперативное или государственное), нарушитель отвечает в порядке уголовном. НКТ также регламентирует чисто технич. правила устройства и содержания промышленных предприятий во В. п. «Все предприятия и учреждения должны принимать необходимые меры к устранению или уменьшению вредных условий работы, предупреждению несчастных случаев и к содержанию места работ в надлежащем санитарно-гигиеническом состоянии, согласно общих и специальных обязательн. постановлений по отдельным производствам, издаваемых Наркомтрудом». Перечень этих постановлений публикуется. Помимо постановлений, охватывающих преимущественно целые производства, НКТ издан еще ряд постановлений, имеющих своєю целью борьбу специально с наиболее опасными профессиональными ядами.

Большое значение в смысле борьбы с различными опасностями производства имеет т. н. п р е д в а р и т е л ь н ы й н а д з о р, т. е. стремление осуществить основные требования охраны труда еще до того, как предприятие выстроено, и так. обр. избежать допущения таких основных строительно-технич. дефектов, исправить которые впоследствии

оказывается чрезвычайно затруднительно, а подчас даже и невозможно. Согласно Кодексу законов о труде ни одно предприятие не м. б. открыто, пущено в ход или переведено в другое здание без санкции инспекции труда и органов санитарно-промышленного и технич. надзора. Все проекты по промышленному строительству (постройка, переустройство и переоборудование промышленных заведений и всех вспомогательных при них учреждений для рабочих, расположенных на территории предприятия), до утверждения их в подлежащих органах, д. б. снабжены—в части, относящейся к специальным требованиям данного производства, в области гигиены труда, техники безопасности и противопожарных мероприятий—заключениями соответствующих органов НКТ.

По вопросу об утверждении проектов нового промышленного строительства и капитального переоборудования предприятий органы охраны труда дают заключение через своих представителей в специальных совещаниях при хозорганах (имея право предварительного получения проектов для обстоятельного изучения).

Особую группу мероприятий по охране труда рабочих на В. п. составляют материальные компенсации, если устранение вредных условий труда невозможно по техническим причинам.

Одним из основных способов защиты здоровья рабочего на В. п. является сокращение рабочего дня, ибо вследствие этой меры он меньше время соприкасается с особыми профессиональными вредностями, а следовательно, и подвергается меньшей опасности в отношении чисто профессиональных заболеваний. В течение ряда лет рабочее время на вредных производствах сокращалось; в отраслях производства, особо тяжелых и вредных для здоровья, установлен сокращенный рабочий день, согласно спискам и нормам, устанавливаемым НКТ на основе следующих признаков: 1) для профессий, постоянно соприкасающихся по роду работы с ядами, при условиях, могущих причинить хроническ. или острое отравление (свинцом, ртутью, мышьяком, фосфором, бензолом и его производными, нитросоединениями и другими ядами); 2) для профессий, связанных с непрерывным повышенным нервным напряжением (телефон, радио и т. д.); 3) для работ в сжатом и разреженном воздухе (кессонные, водолазные, лётные, и пр.); 4) для отдельных профессий, связанных с работой под землей в условиях особого напряжения, вреда для здоровья или опасности; 5) для работ при высокой температуре в продолжение не менее половины нормального рабочего дня; 6) для работ на открытом воздухе при особо низкой темп-ре; 7) в исключительных случаях, при постоянном пребывании рабочих в атмосфере, насыщенной большим количеством вредно действующей пыли (сухая точка в фарфоровом производстве, при работе на незащищенных пескоструйных аппаратах и т. д.). При установлении сокращенного рабочего дня, на основании вышеуказанных пунктов, учитывается также комбинирование перечисленных вредностей ме-

жду собой, а также сочетание с особо тяжелым физич. напряжением. Так, наприм.: по горной промышленности в списке включены почти все подземные рабочие, по металлургии—8 видов работ (гл. образом по литью и выплавке медных руд и меди, свинца, цинка, мышьяка и серебра); в металлообрабатывающей промышленности—около 20 профессий (в частности—точильщики и шлифовальщики сухим способом, травильщики, все профессии, соприкасающиеся с ртутью, мышьяком и свинцовыми соединениями); по химич. промышленности—более 50 профессий (в частности—при кислотных печах, при изготовлении нитрита, хромовых и свинцовых солей, при сухой точке на фарфоровых з-дах, в стекольных гуттах, при различных видах работ в производстве неорганич. красок и др.). Четырехчасовой рабочий день установлен в производстве медянки, при сеянии и упаковке сурика и глета, в производстве сахарсатурна; трехчасовой рабочий день—в кубовом отделении з-дов свинцовых белил. Далее, наше законодательство еще с 1918 г. установило дополнительные отпуска для работающих во В. п. Детальный список профессий, дающих право на дополнительный отпуск, тщательно пересмотренный совместно с хозяйственными органами и профессиональными союзами, был переиздан НКТ СССР 28 июня 1923 г.

Дополнительный отпуск предоставляется: 1) для лиц, постоянно соприкасающихся по роду работы с ядами, при условиях, могущих причинить хроническое острое отравление или иное функциональное расстройство организма; 2) для лиц, работа которых связана с непрерывным повышенным нервным напряжением, а также напряжением зрения и слуха; 3) для работающих в сжатом и разреженном воздухе; 4) для отдельных категорий рабочих, работающих под землей; 5) для работающих при высокой t° ; (в 30° без повышенной влажности и в 25° с повышенной влажностью), когда рабочие проводят в такой t° больше половины рабочего дня; 6) для работающих в закрытых помещениях, при постоянном выделении большого количества вредно действующей пыли, не удаляемой соответствующими приспособлениями; 7) для работающих в холодильниках, с постоянным пребыванием при темп-ре ниже 0° ; 8) для лиц, работа которых связана с частым промоканием закрытых частей тела; 9) для лиц, в работе которых имеется сочетание нескольких элементов вредностей, а также сочетание этих вредностей с особо тяжелым физическим напряжением, хотя каждый из этих вредностей в отдельности не настолько значительны, чтобы давать право на дополнительные отпуска.

Согласно трудовому законодательству СССР, рабочие В. п. получают еще некоторые чисто материальные преимущества. На первом месте здесь стоит получение ими специальной защитной одежды, а также масок и респираторов (см. *Защитные приспособления*). Под специальной защитной одеждой («спецодежда») понимаются только такие предметы, к-рые выдаются для фактич. защиты рабочего от той или иной профессиональной вредности (а не для сохранения собственной одежды работающего) и в общегигиеничesk. целях работы не в домашней одежде (этот принцип применялся в период военного коммунизма, когда каждому рабочему выдавался комплект одежды и даже белья). Перечень профессий, дающих право на получение спец. одежды, и наименование подлежащих выдаче предметов, с указанием сроков носки их, устанавливается специальными постановлениями НКТ СССР по всем производствам. Вопросы выдачи

спец. одежды регулируются в основном с правой стороны. Право на получение спец. одежды и предохранительных предметов, установленное для той или другой профессии, распространяется также и на учеников, работающих в одинаковых с рабочими данной профессии условиях. Выдаваемая рабочим спец. одежда является собственностью предприятия, учреждения или хозяйства и употребляется рабочими и служащими лишь при непосредственном исполнении ими работ. Далее, согласно специальным спискам профессий, выработанным НКТ, тем рабочим, труд которых связан с загрязнением в процессе работы не только лица и рук, но и всего тела, а также с опасностью переноса домой инфекции, выдается на дом мыло; независимо от этого, на предприятиях особо вредных или при грязных работах при умывальниках должно находиться в достаточном количестве мыло для мытья рабочих во время работ и по окончании их. Наконец, в целом ряде В. п. рабочим тех профессий, которые связаны с возможностью острого или хронич. отравления профессиональными ядами, выдается молоко в количестве 0,615 л (1 бт.) в день на чел. Помимо всех перечисленных мероприятий, Кодекс законов о труде предоставляет НКТ и его местным органам право устанавливать в особо В. п. и предприятиях обязательный предварительный осмотр всех поступающих на работу или отдельных групп рабочих (женщин и подростков), а также их периодическое пересвидетельствование. На этом основании Наркомтрудом и Наркомздравом РСФСР было издано постановление об обязательных периодическ. регулярных медицинских осмотрах лиц, работающих в нек-рых особо В. п. Введение этого мероприятия должно значительно усилить борьбу с профессиональными вредностями и предупредить развитие более серьезных заболеваний рабочих, занятых на В. п.

В. п., служа причиной специфич. профессиональных заболеваний и влияя на общее состояние здоровья отдельных профессиональных групп, имеют часто своим последствием повышенную смертность, раннюю инвалидность и более интенсивную, сравнительно со всем населением, поражаемость данного рабочего коллектива различными болезнями. Влияние В. п. может сказаться в том, что болезни, встречающиеся и в обычных условиях, под влиянием определенных профессиональных условий протекают в более резких или в особых, своеобразных формах, поражают определенные избранные системы и органы, а также дают большее, чем обычно, число неблагоприятных исходов. Так, известно, что интоксикации, инфекции, а также другие заболевания «изнашивающего» характера, связанные с ослаблением силы и функциональной деятельности различных частей организма, легче всего и сильнее всего поражают те органы, которые находятся в состоянии постоянного перенапряжения или хронич. переутомления. Далее, В. п. могут способствовать возникновению или, правильнее сказать, выявлению таких нарушений здоровья или патологических состояний, которые связаны с

врожденной или благоприобретенной слабостью, меньшей сопротивляемостью или другими дефектами отдельных органов или систем, при чем, однако, в других условиях это их состояние отнюдь не обнаружилось бы в виде ясно выраженных заболеваний. Наиболее ярким примером этой группы случаев являются различные профессиональные заболевания кожи, когда воздействие внешних моментов производственного характера (яды, раздражающие вещества, влага и т. п.) лишь выявляют особую патологическую чувствительность кожи к различным моментам внешнего характера. Близорукость, согласно современным взглядам, также требует для своего развития особого сравнительно неустойчивого состояния хрусталика, однако далеко не у всех, предрасположенных к развитию близорукости, она имеет место в действительности. Статистика с не оставляющей сомнений убедительностью доказывает тесную связь между относительным количеством близоруких в различных профессиях, с одной стороны, и необходимостью усиленно напрягать зрение в условиях профессиональной работы, а также условиями освещения рабочего места, — с другой.

Далее, В. п. (высокая t° , яды, пыль и т. п.) значительно ослабляют сопротивляемость различных органов непосредственным внешним воздействиям, а также и по отношению к инфекциям. В последнее время в медицинской литературе приводится ряд данных, полученных как на основе экспериментов, произведенных над животными, так и в результате клинических наблюдений и специального углубленного лабораторного изучения воздействия на рабочих различных вредностей; эти данные показывают, что под влиянием ядов или даже утомления резко падает способность всего организма в целом противостоять заразным заболеваниям и сильно ослабляются т. н. «защитные» свойства крови, при помощи которых заболевший организм обычно борется с внедрившимися микробами. В. п., являясь одним из факторов воздействия на организм внешней среды, конечно чрезвычайно редко действуют вполне изолированно; обычно они тесно переплетаются с прочими влияниями социальной среды (уровень заработной платы, жилище, питание, условия быта, половая жизнь и т. п.). В некоторых случаях профессия влечет за собой и те или другие особенности чисто социального характера из числа указанных выше (острая жилищная нужда у сезонных рабочих, алкоголизм в отдельных профессиях, неурегулированность половой жизни у моряков и т. п.).

Тщательное изучение В. п. дает прежде всего возможность установить взаимоотношения и связь между трудом и здоровьем различных профессиональных групп. Это проводится двумя путями. С одной стороны, врачами (в первую очередь санитарными инспекторами охраны труда) производится изучение под специальным углом зрения трудовых и производственных процессов (составление т. н. санитарных характеристик деталей профессий по специальной карте, разработанной НКТ в 1920 году);

помимо того органами охраны труда производится углубленное лабораторное изучение санитарной обстановки труда для точной количественной оценки отдельных вредностей в различных производствах, цехах и даже отдельных мастерских различных предприятий (характеристика метеорологическ. условий, точное определение количества пыли и паров в воздухе, измерение интенсивности лучистой энергии и т. п.). С другой стороны, клиника тщательно изучает типичные профессиональные заболевания, а санитарная статистика труда устанавливает в виде статистических закономерностей их влияние на общие санитарные показатели здоровья пролетариата (физическое развитие, смертность, инвалидность, заболеваемость и т. д.). Статистич. данные о профессиональной смертности в Голландии (за 1908—11 гг.) показывают, что общая смертность в целом (стандартная, т. е. исчисленная таким образом, чтобы устранить неодинаковость возрастного распределения в различн. профессиональных группах), а также смертность по отдельным возрастам и отдельным видам болезней дают колебания, доходящие до 250 %. Определенный интерес представляет русская статистика проф. Вигдорчика, который сопоставил отдельные В. п. с результатами разработки материалов по инвалидности в Ленинграде (данные 1918—1919 гг.). Приводимая ниже таблица показывает, сколько каждый рабочий теряет в среднем годовых единиц рабочей силы в зависимости от условий работы во вредных производствах (степень инвалидности).*

Соотношение отдельных вредных производств и инвалидности в Петрограде в 1918—1919 гг.

Основные вредности	Потеря раб. силы
Свинцовая пыль	9,68
Углеродная ходьба	8,76
Органич. пыль	8,41
Высокая t°	7,60
Стоячее положение	7,59
Ядовитые вещества	7,17
Мышечное напряжение	6,79
Неорганич. пыль	5,25

Из таблицы видно, что вдыхание свинцовой пыли влечет за собой потерю вследствие ранней инвалидности, почти в два раза большую, чем вдыхание неорганич. пыли. Если к этому добавить, что вычисленные по этому же методу проф. Вигдорчиком потери для инвалидов свободных профессий равны 3 годам, а для домашних хозяек даже только 1,84 года, то значение отдельных В. п. станет еще более ясным. Определение В. п. при различных видах работы, выяснение путей и способов их воздействия на живой организм и изучение их последствий дают возможность устанавливать степень значения вредных производств для здоровья пролетариата, намечать пути их полного устранения или практически возможно более выполнимого оздоровления вредного производства и, в крайнем случае, — необходимых компенсаций рабочим.

Количество В. п. весьма велико, и характер их весьма разнообразен; перечислить их полностью совершенно невозможно (достаточно указать, что число одних только профессиональных ядов достигает нескольких десятков). Чтобы получить общее представление о В. п., достаточно ознакомиться с общей их классификацией (группа опасностей сюда не включена). В зависимости от характера возникновения вредные производства следует разделить на три основные группы: 1) связанные с трудовым процессом, 2) связанные с производственным процессом (объектом, орудиями и продуктом труда) и 3) связанные с внешней обстановкой труда и производства.

К вредностям, связанным непосредственно с трудовым процессом, относятся: 1) чрезмерная продолжительность труда; 2) чрезмерная интенсивность труда (чрезмерная нагрузка либо чрезмерная скорость); 3) длительное принужденное однообразие положения тела (стоячее, сидячее); 4) напряжение локомоторного аппарата (связки, суставы, сухожилия и т. п.) и изолированных мышечных групп (например чрезмерная нагрузка отдельных мышц у грузчиков или молотобойцев, усиленная ходьба, быстрые мелкие и однообразные движения кистей или пальцев при работе пачечниц, упаковщиц и т. п.); 5) напряжение центральной нервной системы и высших психическ. функций; 6) сильные эмоциональные воздействия (например у телефонистов, стенографов, у представителей высш. интеллектуальных профессий, у шоферов, летчиков и т. п.); 7) напряжение дыхательных органов (стеклодувы, музыканты на духовых инструментах, ораторы и т. п.); 8) напряжение органов чувств (зрения, слуха и т. п.).

К группе вредных производств, связанных с производственным процессом, относится прежде всего:

А. Механическ. воздействия на рабочих орудия, объекта или продукта труда: 1) трение или давление на поверхность тела, вызывающие либо атрофию, либо гипертрофические изменения, либо воспалительные изолированные процессы (костей, мышц, слизистой сумки, кожи); 2) сотрясение тела, вызываемое применяемым инструментом (наприм. работа с пневматич. молотом, сверлом и т. п.), либо сотрясением пола помещения, в к-ром производится работа (напр. в ткацких мастерских), либо движением места работы (например у шоферов, вагоновожатых, паровозных машинистов и т. п.); 3) промышленная пыль, действующая на дыхательные органы (в частности на легкие), на кожу, глаза, слизистые оболочки и т. п., в первую очередь—механически; если же пыль носит еще и ядовитый характер, действуя химически, то она является одновременно вредностью и механической и химической; 4) интенсивные звуковые воздействия—влияние шумов, чисто механически действующих на орган слуха путем как воздушной, так и костной передачи звуков, что следует отличать от гораздо менее вредного активного напряжения органа слуха (последнее относится к помещенной выше рубрике и к напряжению органов чувств).

* См. в литературе.

В. Далее следует группа вредностей, объединяемая по единому гигиеническому принципу под общим названием «метеорологического фактора». Сюда относятся: 1) ненормальная t° воздуха (чрезмерно высокая, необычно низкая, неравномерно распределенная, резко колеблющаяся); 2) ненормальное состояние воздушных токов (чрезмерное движение воздуха, полная застойная его неподвижность, частая смена того и другого); 3) чрезмерная влажность или сухость воздуха; 4) неблагоприятные сочетания t° , влажности и движения воздуха. Подобная классификация метеорологическ. вредностей представляется наиболее целесообразной, ибо она строго различает отдельные наиболее вредные моменты независимо от того места, в котором происходит работа. Действительно, вряд ли можно считать, как это делают многие авторы, вредным производством работу на открытом воздухе, или под землей, или над водой, ибо каждое место работы служит источником основных вредностей, перечисленных выше.

В. Вслед за этим идет группа вредностей, связанная с воздействием на организм прочих видов энергии: 1) электрич. тока и 2) лучей: а) инфракрасных, или тепловых (воздействующих на организм в данном случае не путем предварительного нагревания воздуха, а путем непосредственной радиации, как, например, при работе у плавильных печей, у паровых молотов, в гутте, у горнов и т. п.); б) видимой части спектра, или световых лучей (прямое их воздействие—в связи с производственным процессом, например, при плавке и литье металла, при работе у стеклоплавильных печей и т. д., а не в результате нерационального освещения); в) ультрафиолетовых лучей (при киносьемках, при ацетиленовой и электрич. сварке и т. д.); г) рентгеновых лучей; д) лучей радия и т. п.

Сюда же относятся вредные производства, действующие на организм химическим путем: 1) едкие и раздражающие вещества, действующие на ткани непосредственно в месте соприкосновения (кислоты, щелочи, различные растворители и т. п.), и 2) оказывающие общее отравляющее действие на организм после проникновения их в кровяное русло.

Г. Наконец, следуют нек-рые вредности, связанные с источниками, к-рые сами носят организованный характер, являясь живыми существами. В этих случаях мы имеем дело с вредностями, характеризующимися биологич. методом воздействия. Сюда относятся: 1) опасность укусов и ушибов животными и людьми (у рабочих на бойнях, патшухов, служителей лабораторий и зоологических садов, ветеринарных врачей, персонала психиатрич. больниц и т. п.); 2) сибиреязвенная инфекция при работе с шерстью и тряпьем; 3) опасность заражения кожными заболеваниями при собирании и обработке тряпья и в пошивочных мастерских; 4) туберкулезная и общая инфекция у лиц, соприкасающихся с трупным материалом; 5) глистная болезнь (анкилостомоз) у горнорабочих; 6) заражение сифилисом у врачей, стеклодувов, кормилиц и т. д.

К последней группе вредностей относится воздействие общей санитарной обстановки труда, связанной не столько с самим производственным процессом, сколько с устройством рабочего помещения или особенностями места работы (хотя бы последнее и было характерно для тех или иных трудовых процессов). Сюда относятся: 1) недостаточная кубатура воздуха на одного рабочего (чрезмерная скученность рабочих в одном помещении); 2) отсутствие естественного света или дефекты в области освещения (работа в полной темноте, напр. в кинолабораториях, работа при чрезмерно интенсивном освещении, например в кинотеатре, работа при недостаточном освещении, при чрезмерной яркости и блескости, при резкой разнице в освещенности в пределах рабочей зоны и т. п.); 3) дефекты отопления; 4) прочие дефекты устройства и содержания помещения. Наконец, сюда же следует отнести и такие вредности, как неблагоприятное влияние атмосферных условий при работе на открытом воздухе (влияние дождя, ветра, непогоды и т. п.) и ненормальное атмосферное давление—как пониженное (при работе в высоких слоях атмосферы, наприм. в горах при добыче камней и руд, при полетах и т. п.), так и повышенное (наприм. при работах в кессонах, при водолазных работах и т. п.).

Лит.: Маркус Б., Охрана труда, М., 1928; Каплун С., Теория и практика охраны труда, ч. II, 3 изд., М., 1927; Данилова Е. Н., Действующее законодательство о труде в СССР, 2 изд., т. 2, М., 1927; Бенсман А., Спецнормы по охране труда, М., 1927; Бенсман А. и Маркус Б., Сборник постановл. и распор. по охране труда в СССР, М., 1927; Якимчик И., Законодательство по технике безопасности и промыш. санитарии, М., 1926; Богословский С. М., Система профессиональной классификации, М., 1913; Вигдорчик Н. А., Очерки по профессиональной гигиене, Л.—М., 1925; Каплун С. И., Санитарная статистика труда, М.—Л., 1924; его же, О санитарных характеристиках детальных профессий, «Профилактич. медицина», Харьков, 1927, 1; его же, ст. в «Трудах X Всесоюз. съезда бактериол., эпидемиол. и санит. врачей», Харьков, 1927; его же, Классификация профессиональных вредностей, «Гигиена труда», М., 1928, 4.

С. Каплун

ВРЕМЕННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ, коэффициент крепости, максимальное разрушающее усилие, отнесенное к единице первоначального поперечного сечения образца, которое может выдержать образец при его испытании на растяжение, сжатие, изгиб, кручение или срез. В. с. выражается в $\text{кг}/\text{мм}^2$ и является одной из характеристик материала. В. с. на растяжение выражается равенством $K_2 = \frac{P}{F}$, В. с. на сжатие $K = \frac{P}{F}$,

где P —максимальная нагрузка при испытании на растяжение или сжатие в кг , F —площадь первоначального сечения образца в мм^2 . В. с. на изгиб определяется из равенств $K_b = \frac{M_b}{I} e_2$ и $K_b = \frac{M_b}{I} e$, где M_b есть

изгибающий момент в $\text{кг}\cdot\text{мм}$, при котором происходит разрушение образца, I —момент инерции в мм^4 поперечного сечения относительно его нейтральной оси, e_2 —расстояние в мм от нейтральной оси наиболее удаленных растягиваемых частиц, e —расстояние наиболее сжатых. В. с. на кручение $K_a = \frac{M_a r}{I_0}$, где M_a —разрушающий крутящий момент

в кг-мм, I_0 —полярный момент инерции плоскости сечения в мм⁴ и r —радиус сечения в мм испытываемого цилиндрического образца (см. *Сопротивление материалов*). Для каждого материала В. с. зависит от ряда факторов: от формы и размеров испытываемого образца, от времени, в течение к-рого действует нагрузка, от t^0 , при которой происходит испытание, от термической и холодной обработки материала и от того, находился ли материал до испытания в работе или нет (см. *Испытание материалов*). Для разных металлов Гюйе принимает в круглых числах следующ. значения В. с. на растяжение в кг/мм² при обыкновенной t^0 : никель—50; электролитическое железо—30; платина—25; медь и серебро—22; цинк—17; магний—14; золото—11; алюминий—10; олово—8; свинец—3. В. с. положено в основу классификации стали по нормам НКПС, которые различают 7 категорий стали: № 7 (марка «Б» Югостали) с В. с. 70—85 кг/мм²; № 6 (марка «ББ» Югостали) 60—70 кг/мм²; № 5 (марка «О» Югостали) 50—60 кг/мм²; № 4 (марка «М» Югостали) 40—50 кг/мм²; № 3 с В. с. 37—44 кг/мм² при удлинении 22%; № 2 с В. с. 35—42 кг/мм² при удлинении 26%; № 1 с В. с. 33—40 кг/мм² при удлинении 28%. В закаленной и наклепанной стальной проволоке можно достичь временного сопротивления до 220 кг/мм²; в бронзе и в латуни высшего качества—до 58 кг/мм². В. с. сильно меняется в зависимости от температуры. В таблице приведена зависимость между В. с. и t^0 , по исследованиям Геренса и Майлендера (1927 г.).

Зависимость временного сопротивления на растяжение от t^0 .

t^0 испытания	Временное сопротивление в кг/мм ²			
	медь	никель	цинк	электрсл. железо
600	4,4	29,4	—	—
500	6,6	33,6	—	—
400	10,4	43,7	—	20,2
300	14,8	59,2	—	24,2
200	16,4	62,3	14,5	34,9
100	20,2	—	17,2	29,7
20	22,2	59,7	19,2	26,6
0	24,6	—	21,1	28,5
-20	25,6	60,8	—	—
-40	26,5	—	—	—
-75	26,6	61,5	24,3	—
-70	35,8	—	—	53,2

Лит.: Вавриньок О., Руководство по испытанию материалов, перевод с нем., кн. 1, вып. 1; М., 1926; «Forschungsarbeiten usw.», В., 1927, Н. 295. Martens A., Handbuch d. Materialkunde für den Maschinenbau, Т. I, В., 1898 (устар.); Guillet L., Méthodes d'étude des alliages métalliques, Paris, 1926.

Л. Длувач.

ВРЕМЯ и его измерение. Вращение земли вокруг оси периодически приводит в меридиан всякую точку небесной сферы и служит основой всех способов измерения В. Промежутки В. между двумя последовательными верхними (или нижними) кульминациями некоторой избранной точки определяют единицу для измерения В.; момент верхней (или нижней) кульминации точки есть начало соответственной единицы, а часовой угол точки в данный физич. момент измеряет В., протекающее от начала

единицы. Принимая за основную точку а) истинную точку весеннего равноденствия, б) центр истинного солнца, в) среднее экваториальное солнце, получаем три рода единиц: а) звездные сутки, б) истинные солнечные, в) средние солнечные (гражданские) сутки. В., протекающее от начала а) звездных суток, б) истинных, в) средних суток (средний полдень или полночь), измеряется часовым углом: а) точки весеннего равноденствия (звездное В.), б) центра истинного солнца, в) среднего солнца (среднее, или гражданское, время). Если s —звездное В. в данный момент, t —часовой угол произвольной звезды в тот же момент, α —ее прямое восхождение, то $s = t + \alpha$. Поэтому, зная α и измерив t , находим звездное время и получаем поправку часов, регулированных по звездному В. Тропич. год—промежуток В. между двумя последовательными прохожденьями среднего солнца через соответственную среднюю точку весеннего равноденствия—содержит 365,2422 средних суток или 366,2422 звездных суток. Зная соотношение между звездными и средними сутками, а также звездное время в средний полдень (или полночь), можем момент, выраженный в звездном времени, перевести в среднее и обратно, т. е. по показанию пружинных часов, идущих по звездному В., найти поправку обычных средних часов (см. *Астрономические часы*). Звездные и средние сутки делаются обычным порядком на часы, минуты, секунды. Секунда среднего В. служит одной из основных физических единиц.

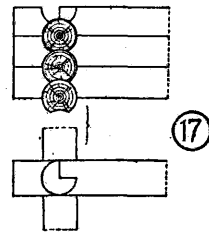
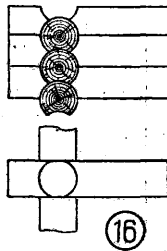
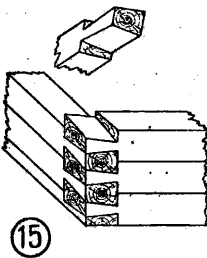
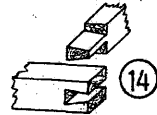
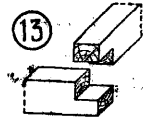
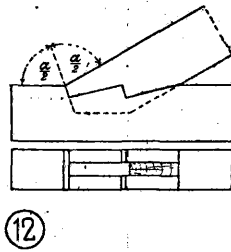
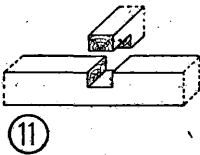
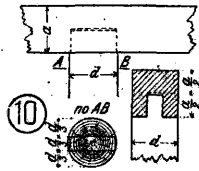
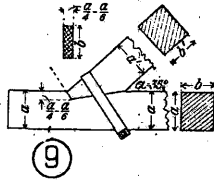
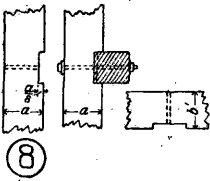
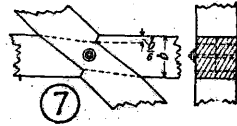
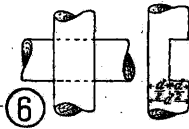
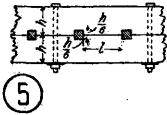
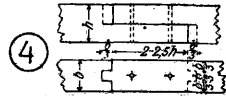
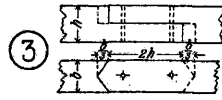
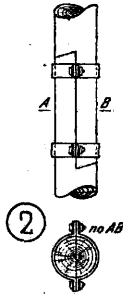
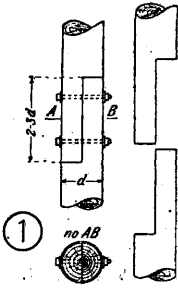
Лит.: Newcomb S., A Compendium of Spherical Astronomy, N. Y., 1906. С. Казаков.

ВРУБ, подбой, узкая щель, проводимая со стороны забоя в толще полезного ископаемого или пустой породы. Образование В. имеет целью получить дополнительную плоскость обнажения, облегчающую последующую операцию отбойки. При мускульной работе высота В. бывает 150—250 мм и глубина 0,7—1,0 м; при механич. производстве врубов (помощью врубовых машин) высота от 100 до 150 мм и глубина до 3 м. В. проводится иногда и по прослойку пустой породы в полезном ископаемом (см.).

ВРУБКА, плотничная обработка взаимно соединяемых деревянных частей (бревен, брусьев, досок); сама форма обработанной поверхности также называется В. Вспомогательными деталями врубки являются железные скрепления в виде поковок, хомутов, болтов, скоб, гвоздей, шурупов и т. п. Формы В. д. б. возможно простые и соответствовать воспринимаемым усилиям; расчет В. ведется гл. обр. на смятие и скалывание.

При конструировании В. необходимо обеспечить отвод воды, в особенности из внутренних частей В. Все В. перед сборкой рекомендуется промазывать горячей древесной смолой или каким-либо иным противогнилостным составом. Для более равномерного распределения усилий, врубку иногда покрывают тонким листовым цинком.

Классификация сопряжений. В зависимости от того, как взаимно расположены сопрягаемые детали соединяемых деревян. частей, различают: продолжение, сплачивание, пересечение, примыкание и образование угла.



1. Продолжение имеет место в том случае, когда оси лежат на одной прямой (фиг. 1—4). При этом в зависимости от того, находятся ли оси в вертикальной или в горизонтальной плоскости, различают: а) наращивание (фиг. 1—2) и б) сращивание частей (фиг. 3—4). Нарачивание: на фиг. 1 показана простая В. в полдерева; концы бревен стянуты между собой двумя горизонтальными болтами диам. 2—2,5 см, но лучше применять для этой цели железные хомуты, состоящие из двух половин, стягиваемых между собой двумя болтами диаметром 2—2,5 см (фиг. 2); скошенные торцы В. (фиг. 2) оказывают сопротивление изгибу в плоскости чертежа, но недостатком этого соединения является возможное раскалывание бревна при его изгибе и более быстрое загнивание. Сращивание: на фиг. 3 показан простой накладной замок с углами, оказывающий сопротивление боковым силам; на фиг. 4—накладной замок с торцевыми шипами, которые сопротивляются боковому сдвигу.

2. Сплачивание. а) При помощи зубьев; зубья м. б. прямоугольными или треугольными; к изгибаемым балкам лучше применять треугольные зубья, т. к. упоры (торцы) могут быть направлены соответственно действующим усилиям; чтобы увеличить сопротивление зубьям на смятие или равномерно распределить между ними усилия, употребляют дубовые клинья, загоняемые при сборке и подбиваемые по мере усушки дерева. Соединение зубьями невыгодно в смысле использования материала. б) При помощи шпонок (фиг. 5).

3. Пересечение частей. На фигурах 6—8 показаны В. при пересечении: на фиг. 6—пересечение бревен с врубкой в полдерева; на фиг. 7—пересечение брусьев в полдерева под косым углом; на фиг. 8—неполная взаимная врубка с двумя прямоугольниками.

4. Примыкание частей. Если одна из сопрягаемых частей проходит без прерыва, а другая прерывается у места сопряжения, то получается случай примыкания. На фиг. 9 показано примыкание одиночным зубом. На фиг. 10—полный потайной шип. На фиг. 11—врубка в присек. На фиг. 12—шип с двойным зубом.

5. Образование угла. Сопрягаемые части идут только в одну сторону от места пересечения, а по другую не продолжают: фиг. 13—врубка в полдерева; фиг. 14—прорезной сквородень; фиг. 15—В. деревянных стен «без остатка» в лапу; фиг. 16—В. деревянных стен «с остатком» в чашку; фиг. 17—В. с остатком в присек.

Лит.: Патон Е. О., Рабцевич П. В. и Симинский К. К., Деревянные мосты, 2 изд., Киев, 1915; Кобылкин В. Н., Примеры расчета деревян. мостов, М., 1926; Кириштейн Г., Строительное искусство, 4 изд., Рига, 1915; Стангонов В., Части зданий, 6 изд., П., 1923; Бернгардт В. Р., Курс гражд. архитектуры, 2 изд., СПб., 1910; Жаксон А., Соврем. дерев. конструкции в инженер. сооружениях, пер. с нем., М., 1926;

Böhm T., Handbuch d. Holzkonstruktionen d. Zimmermanns, Berlin, 1911; Bronneck H., Holz im Hochbau, Wien, 1927; Gesteschi T., Der Holzbau, В., 1926 (имеется пер. на русский яз.); Кестен К., Freitragende Holzbauten, В., 1926; НКПС, Технич. условия проектирования и сооружения ж.-д. дерев. мостов, М., 1925. Н. Герлиманов.

ВРУБОВЫЕ МАШИНЫ, машины для производства вруба, применяемые почти исключительно на каменноугольных рудниках для облегчения тяжелого и малопроизводительного труда забойщика. Впервые В. м. появились в С. Ш. А., где первая привилегия на подобные машины была выдана в 1858 г.; практическое же применение В. м. получили только начиная с 80-х годов 19 в., а к началу 20 в. число работающих В. м. достигло в С. Ш. А. уже нескольких тысяч. Темп развития применения В. м. в каменноугольной промышленности С. Ш. А. характеризуется следующими данными:

1891 г.	545 шт.	1915 г.	15 692 шт.
1900 »	3 907 »	1923 »	21 229 »

Количество каменного угля, добытого механизированным путем, в % к общей добыче в С. Ш. А., выражается следующими числами:

1901 г.	25,6 %	1916 г.	55,0 %
1906 »	34,7 »	1921 »	65,8 »
1911 »	43,9 »	1924 »	69,5 »

В других странах развитие применения В. м. шло менее интенсивным темпом. В Англии в 1924 г. было в работе 4 416 В. м., к-рыми было добыто в том же году 18,7% общей добычи каменного угля. В Германии, в бассейне Рура, посредством В. м. разных типов было добыто каменного угля: в 1925 г. 48%, в 1926 г.—67,4% общей годовой добычи этого района. Участие различных типов В. м. в механизированной добыче указано в помещенной ниже таблице.

Механизированная добыча каменного угля в Рурском бассейне в 1925 и 1926 гг. (в тысячах т и в % к общей добыче).

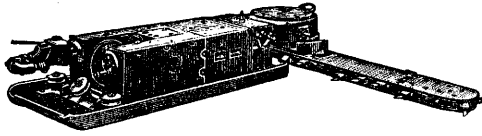
Тип врубовых машин	1925 г.		1926 г.	
	добыча	%	добыча	%
Пневматич. молотки	32 834	36,5	59 063	56,5
Вруб. машины тяжел. типа	4 893	5,4	4 008	3,8
Ренжущие машины	1 004	1,1	1 119	1,0
Колонк. вруб. машины	1 216	1,3	737	0,7
Комбинирован. работа вруб. машин и пневматич. молотков	3 253	3,6	5 520	5,3
Машины других типов	96	0,1	40	0,1
Итого	43 296	48,0	70 487	67,4
Ручная добыча	46 792	52,0	34 028	32,6
Всего	90 088	100,0	104 515	100,0

Цифры этой таблицы показывают, что в интенсивном росте механизированной добычи в Германии принимали участие исключительно пневматич. молотки, т. е. В. м. легкого типа. В С. Ш. А., наоборот, увеличение механизированной добычи обусловлено увеличением числа В. м. тяжелого типа.

В России В. м. появились в начале 20 в. До второй половины 1914 года для Донецкого бассейна было приобретено 99 В. м. В послереволюционное время, одновременно с общим восстановлением каменноугольной промышленности, число В. м. различных

конструкций в Донецком бассейне увеличилось; в 1928 г. на их долю придется около 25% общей добычи каменного угля.

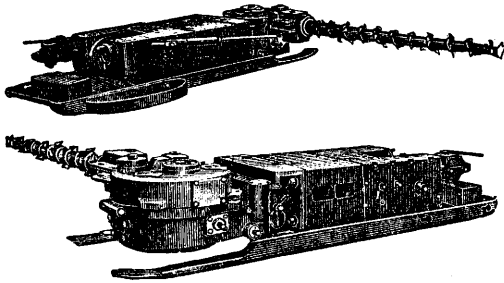
Число типов В. м. велико, так как каждая машиностроительная фирма имеет



Фиг. 1.

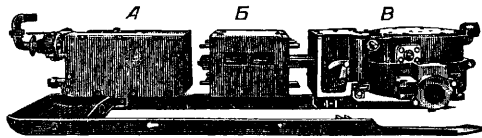
свою основную модель и несколько ее модификаций для разных случаев практики. В. м. разделяются: 1) по двигательной силе—на пневматические и электрические; 2) по мощности—на В. м. тяжелого и легкого типа, при чем последние делятся на колонковые и ручные; 3) по принципу действия—на ударные и режущие; последние м. б. цепные, штанговые и дисковые.

Пневматич. В. м. до последнего времени считались единственно пригодными в рудниках с выделением рудничного газа, однако



Фиг. 2.

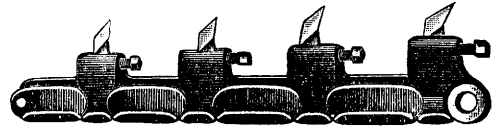
новейшие типы электрич. В. м., снабженные закрытыми моторами, начинают получать распространение и в газовых шахтах. Дисковые В. м. в настоящее время выходят из употребления; цепные применяются чаще, чем штанговые; в некоторых конструкциях В. м. рабочий механизм, в зависимости от условий работы, можно менять с цепного на штанговый и обратно. На фиг. 1 показан внешний вид цепной В. м. тяжелого типа завода Эйкгоф, а на фиг. 2—внешний вид штанговой В. м. того же завода. В. м.



Фиг. 3.

тяжелого типа (как цепные, так и штанговые) состоят из трех главных частей (фиг. 3): 1) электрического мотора *Б*, расположенного посередине машины, 2) рабочей головки *В*, приводящей в движение рабочий механизм—штангу или режущую цепь, и 3) механизма *А* для автоматич. перемещения В. м. Электромоторы, обычно синхронные, трехфазного тока, с короткозамкнутым ротором для повышения пускового момента, имеют фор-

му, вытянутую по длинной оси машины, и небольшие поперечные размеры. Нормальная мощность моторов—от 18 до 25 kW, при напряжении 220 V. Ротор лежит на роликовых подшипниках и делает от 1500 до 3000 об/м. Все электрич. части заключены в совершенно замкнутом кожухе из литой



Фиг. 4.

стали, выдерживающем внутреннее давление в 8 atm. Для передачи движения рабочему механизму и для уменьшения его скорости применяется сложная система шестерен, заключенных в кожухе задней части В. м. Режущая часть цепной В. м. состоит из бесконечной цепи, идущей по направляющей раме; режущим инструментом,



Фиг. 5.

в тесном смысле этого слова, являются специальные ножи или зубки, прочно закрепленные между звеньями цепи. На фиг. 4 показано расположение всех элементов режущего механизма В. м. Режущая часть штанговой врубной машины состоит из вращающейся штанги (фиг. 5), снабженной режущими ножами, зубками.

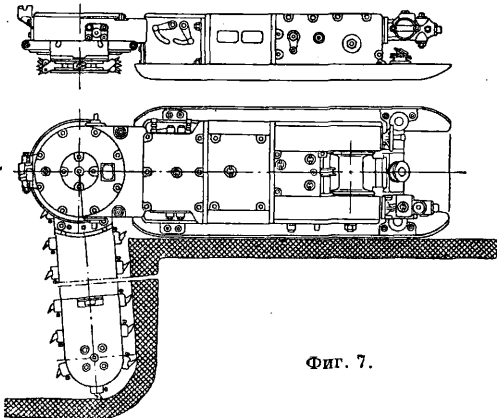
Механизм для перемещения В. м. состоит из канатной или цепной лебедки, приводимой в действие мотором В. м. посредством



Фиг. 6.

ряда зубчатых передач. Скорость перемещения В. м. при работе обычно 0,1—0,3 м/мин, редко более. Скорость поступательного дви-

жения при производстве вруба в зависимости от твердости зарубаемого пласта может меняться на ходу путем переключения

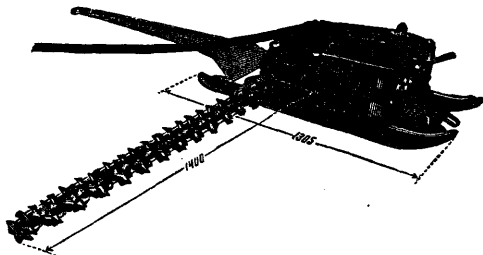


Фиг. 7.

зубчатых колес в передаточном механизме А (фиг. 3). Для предохранения механизма от поломки при случайной встрече чрезмерно больших сопротивлений, напр. включений колчедана в массу угля, в передаточный механизм введена фрикционная муфта. Вес В. м. тяжелого типа составляет ок. 2—3 т. Последние модели В. м. снижают эту норму веса. На фиг. 6 показан внешний вид штанговой врубовой машины в момент начала работы. На фиг. 7 показано схематическое расположение цепной В. м., производящей вруб в пласте.

Из заводов, изготавливающих В. м. тяжелого типа, наиболее известны: в С. Ш. А.—Сулливан, Джеффри и Гудмен; в Германии—Эйкгоф, Демаг и Кнапп-Эйкель. На рудниках Донецкого бассейна применяются глаен. образ. врубовые машины заводов Сулливан и Эйкгоф. Для электрической В. м. тяжелого типа завода Эйкгоф (марка SEKA 40) опубликованы следующие новейшие размеры: длина 3 230 мм, ширина 810 мм, высота 400 мм, вес 2 650 кг, мощность 38 HP; для пластов малой мощности высота врубовых машин понижается до 300 мм.

Расход энергии (электрической), по данным американской практики, для В. м. составляет 0,16 kWh на 1 т добычи. В Донецком

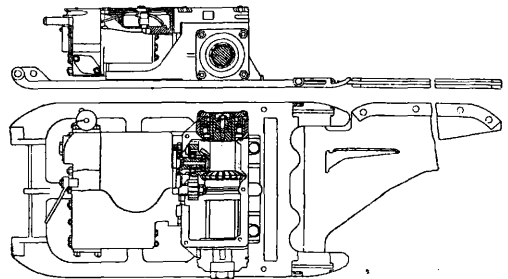


Фиг. 8.

бассейне расход энергии на 1 м² вруба колеблется от 0,5 до 1,0 kWh. Расход зубков на 1 м² вруба, в зависимости от твердости угля, колеблется в пределах от 0,1 до 0,25 шт. Количество опрaвленных зубков на 1 м² вруба изменяется в пределах от 2 до 9 шт. Для опрaвки зубков в настоящее время при-

меняются специальные машины, при которых опрaвка одного зубка обходится в 0,5 к., т. е. почти в два раза дешевле, чем при ручной опрaвке.

Результаты работы врубовых машин тяжелого типа на антрацитных пластах средней и малой мощности (до 0,60 м), при падении от 16 до 20°, в Должанском рудоуправлении (Донецкий бассейн) за 1925/26 г. выразились следующими величинами: механизированным путем добыто 59,5% общей годовой добычи; длина вруба одной В. м. за смену колебалась в пределах от 56 до 10 п. м в очистных работах и от 16 до 10 п. м в подготовительных работах. Средний результат для длины вруба был: в очистных работах—27,3 м и в подготовительных—12,5 м. Месячная производительность В. м. была в среднем для очистных работ 1136 т при 781 м² вруба и для подготовительных работ 514 т при 340 м² вруба. Этим цифрам соответствует годовая производительность в очистных работах около 14 000 т и в подготовительных работах—6 000 т. Расход (в коп.) материалов, отнесенный к 1 м² зарубки: 1) смазочных и обтирочных материалов—0,94 коп., 2) зубков—4,95 коп., 3) частей машины—7,89 коп., 4) прочих материалов (болты, железо и т. д.) и содержания



Фиг. 9.

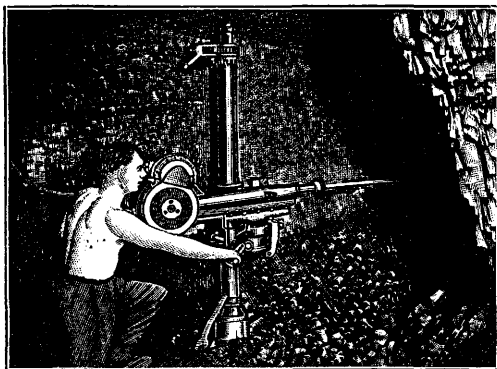
кабелей—8,54 коп. Выемка антрацита при применении В. м. и его доставка до штрэка в среднем обошлись: на 1 т—274,8 копеек и на 1 м²—362,9 коп., включая сюда стоимость зарубки, отбойки, доставки из лавы до штрэка, крепления лав, содержания и ремонта машин, начисления на рабочую силу и т. п. расходы.

В общей классификации В. м. между В. м. тяжелого и легкого типа можно поставить штанговую В. м. облегченного типа, т. н. угольный резак, применение к-рого при разработке каменноугольных пластов оказывается в нек-рых случаях весьма практичным. Характерное отличие угольного резака от В. м. тяжелого типа заключается в том, что механизм для передвижения резака не соединен в одно целое с рабочей частью механизма, а сконструирован в виде самостоятельного лебедочного устройства с собственным мотором. На фиг. 8 и 9 показаны общий внешний вид и детали угольного резака (марка D 18—1926 г.) завода Вестфалия в Гельзенкирхене (Германия); мощность его мотора 18 HP; глубина вруба—до 1,4 м; кпд передаточного механизма от мотора к врубовой штанге 0,90; мощность на пустотелом валу, в котором помещается штанга,

16 HP; мотор делает 1 600 об/м., штанга—400 об/м.; вес резака 0,450 т. Специальным устройством простой конструкции штанга может перемещаться в вертикальном направлении, параллельно своей оси, на высоту до 110 мм, а также иметь вращательное движение в горизонтальной плоскости на угол до 180°. Лебедка приводится в движение мотором мощностью 2,5 HP с вращающимся поршнем, снабженным центробежным регулятором. Лебедка, весом около 0,25 т, или соединяется непосредственно с резаком при помощи сильного сочленения (при пологом падении пластов) или устанавливается отдельно (при крутом падении), соединяясь с ним посредством каната, перекинутого через ролик.

Угольный резак применяется одинаково успешно как при проходке штреков, так и при очистной добыче. При работе угольного резака получается относительно большее количество кускового угля, и уголь получается чище; расход взрывчатых материалов уменьшается: в Германии при росте механической добычи от 25 до 68% расход взрывчатых материалов упал с 0,057 до 0,001 кг на м.

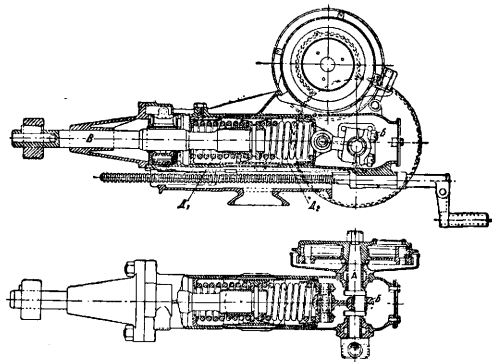
В. м. тяжелого типа в некоторых случаях не м. б. хорошо использованы, напр.



Фиг. 10.

в крутых пластах, в пластах с неровной почвой, в узких забоях и в углах выработок. В этих случаях применяются В. м. легкого типа—ударные, реже—вращательные. Первоначально В. м. легкого типа строились исключительно пневматические, с давлением сжатого воздуха от 4 до 6 atm. В последнее время электрич. В. м., благодаря безопасности работы, а равно дешевизне установки и эксплуатации, получают большое применение, а в некоторых случаях и совершенно вытесняют пневматические В. м. На фиг. 10 показан внешний вид колонковой электрич. В. м. з-да Сименс-Шуккерт во время работы, а на фиг. 11—разрез этой машины: мотор посредством зубчатой передачи приводит в движение коленчатый (кривошипный) вал А, к-рый при помощи шатуна В сообщает цилиндрич. салазкам поступательное движение. Ударный поршень В, в к-ром укрепляется врубовая штанга (бур), соединен эластично с салазками при помощи двух пружин Д₁ и Д₂. При быстром движении салазок, делающих около 550 качаний в

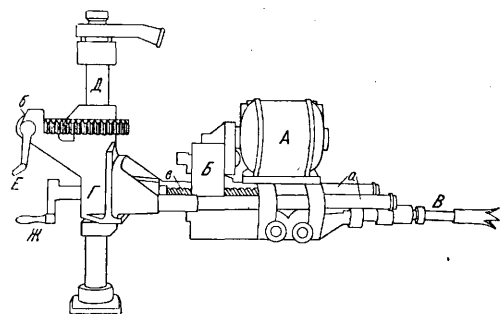
минуту, пружины, вследствие живой силы поршня и штанги, попеременно сжимаются и разжимаются. Амплитуда качания бура приблизительно в два раза больше амплитуды качания салазок, вследствие чего повышается сила удара бура. После каждого



Фиг. 11.

удара штанга автоматически поворачивается на 15—30°. Мощность мотора ок. 0,7 kW при напряжении тока 125 или 200 V. Вес врубовой машины без мотора—90 кг, мотора—35 кг. В зависимости от твердости угля производительность достигает до 4 м² зарубаемой площади пласта в час.

На фиг. 12 представлена колонковая электрическая В. м. «Сискол». Она имеет: 1) трехфазный асинхронный мотор А с короткозамкнутым ротором в 500 V, мощностью 2,5 kW, с числом оборотов 1 400 в минуту; 2) механизм В, передающий вращательное движение мотора рабочей штанге В; 3) раму, поддерживающую В. м. и состоящую из собственно рамы Г и двух стержней а, длиной 700 мм и диаметром 50 мм; 4) колонку Д диаметром 75 мм. Посредством червяка б и рукоятки Е вся машина может поворачиваться в горизонтальной плоскости на угол в 180°. Через передвигание рамы вверх и вниз по колонке В. м. может быть установлена на любой высоте. Винтом в и рукояткой Ж вся машина перемещается вперед и назад по стержням а; полный поворот рукоятки соответствует перемещению машины



Фиг. 12.

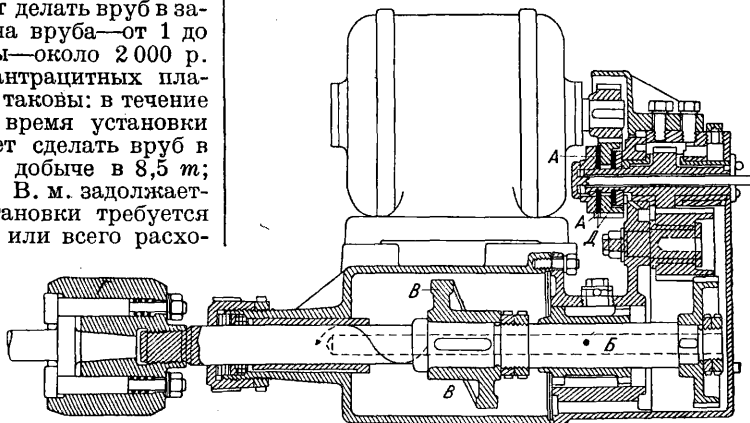
на 10 мм. Передаточный механизм состоит из серии цилиндрических шестерен, при чем шестерня А (фиг. 13), снабженная с обеих сторон кожаными кольцами Д, исполняет работу фрикционной муфты. Рабочий

вал врубовой машины *В*, помимо вращательного движения, имеет еще и поступательное ударное с ходом в 38 мм, сообщаемое ему посредством особого механизма—винтового диска *В*, насаженного на вал. На конец вала навинчивается муфта *Г*, имеющая конусное углубление, в которое вставляется рабочая штанга; штанги меняются по мере углубления вруба, а коронки—по мере их затупления. При начале работы *В. м.* устанавливается в таком расстоянии от забоя, чтобы коронка почти касалась забоя. Пустив в ход мотор, *В. м.* перемещают вокруг колонки в горизонтальной плоскости и т. о. делают «заходку»—первый вруб. Затем, подвигая *В. м.* после каждого поворота на 20—30 мм, делают полный вруб. *В. м.* «Сискол» может делать вруб в забое шириной 4 м; глубина вруба—от 1 до 1,5 м. Стоимость машины—около 2 000 р. Результаты работы (на антрацитных пластах в Донецком бассейне) таковы: в течение 8-часовой смены, считая время установки (около часа), *В. м.* может сделать вруб в 6,0 м², что соответствует добыче в 8,5 т; в течение всей смены при *В. м.* задолжается 2 рабочих, но для установки требуется временно еще 2 человека, или всего расходуется 2,25 упряжки, что соответствует производительности на одного рабочего 3,8 т в смену. Применение врубовой машины «Сискол» увеличивает скорость продвижения подготовительных штреки и уменьшает при этом расход взрывчатых материалов. Стоимость механической зарубки, при бесперебойной работе, включая в калькуляцию все расходы на ремонт, смазку и электрич. энергию, приблизительно на 10% ниже стоимости ручной зарубки в узких штрековых забоях.

В последнее время в Германии нашли применение ручные вращательные машины. Ручная *В. м.* (фиг. 14) состоит из мотора *А*, соединенного двойной зубчатой передачей с валом *Б*, в который вставляют бур, и выключателя *В*; все части заключены в плотный металлический кожух из легкого сплава, имеющий по бокам две большие удобные ручки *Г* и *Г*₁. Мотор обычно трехфазного тока, с короткозамкнутым ротором, с напряжением 125 или 220 V, мощностью в 0,5 kW. Все подшипники для уменьшения трения шариковые. Число оборотов мотора—около 2 800, вала—около 300 в м. Включение мотора производится нажатием ручки *Г*₁. Вес машины с мотором 12—14 кг. В вал вставляется легкая штанга из высококоротной стали, снабженная вставными зубцами. Штанга бывает длиной до 1,2 м при наружном диаметре около 50 мм. Работа ручной *В. м.* начинается с проведения шпура, для чего в вал вставляется спиральный бур; после этого бур заменяется врубовой штангой. Машина особенно пригодна для работы в углах, узких печах и просеках, а также при уступной системе выемки.

В СССР на Краматорском металлургическом заводе приступлено к изготовлению

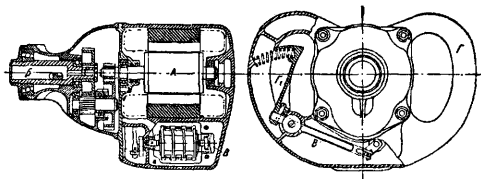
В. м. тяжелого типа (фиг. 15) с режущей цепью *А*. Вращение от мотора *Б* передается конической зубчатке *В* при помощи двойной червячной передачи *В*, установленной на шариковых подшипниках; опорная пята под конической зубчаткой также установлена на шариковом подшипнике. Эти *В. м.* отличаются от своего прототипа—машин Сулливан типа СН8—возможностью разборки на три самостоятельные части: режущей, ведущей части и мотора мощностью 30 HP. Число оборотов машины 975 в м. *В. м.* Краматорского з-да были испытаны в Донецко-Грушевском районе и по точной производительности заняли место между двумя типами *В. м.* Сулливан: производительность *В. м.* Сулливан типа СН8 в упряжку



Фиг. 13.

была 19,818 п. м, *В. м.* Краматорского завода—19,873, а последнего типа Сулливан СЛЕ—20,784 п. м.

В технической литературе начала текущего столетия существовало мнение, что прямой экономич. результат работы *В. м.* незначителен, т. е. та выгода, которая получается от экономии на рабочей силе при употреблении *В. м.*, почти полностью поглощается расходами на амортизацию, содержание и ремонт *В. м.* Для оправдания применения *В. м.* приводились иные аргументы, напр.



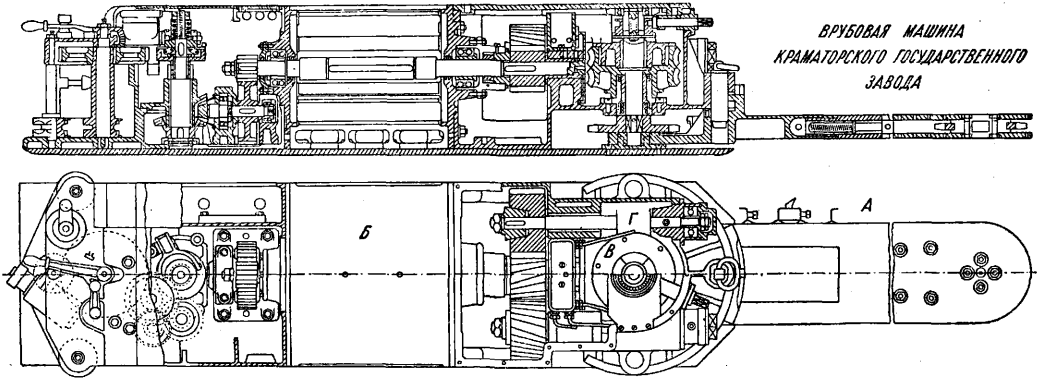
Фиг. 14.

выход сравнительно большего количества крупных сортов угля. Первоначальная практика применения *В. м.* в Донецком бассейне также давала неудовлетворительные результаты: например первые опыты работы с *В. м.*, произведенные на антрацитном руднике в 1912 году, не дали выгоды сравнительно с ручным способом зарубки ни в отношении скорости подвигания забоя, ни в отношении экономии на эксплуатационных расходах, хотя сама *В. м.* работала вполне

удовлетворительно. Причина такого явления заключалась в том, что В. м. при первых опытах применялись в обстановке, которая препятствовала получению наибольшей эффективности. Поэтому, помимо совершенства конструкции В. м., необходимы условия, обеспечивающие успешную работу.

В. м. тяжелого типа наиболее выгодно работают: 1) при разработке каменноугольных пластов тонких или средней мощности; 2) в пластах, имеющих ровную, достаточно

пневматической В. м. Особенно практичными оказались получившие в последнее время широкое распространение портавные электрич. компрессоры, к-рые, при установке их на свежей воздушной струе, можно придвинуть весьма близко к забою. Такой электропневматическ. агрегат почти устраняет главное неудобство, делающее применение сжатого воздуха дорогим, т. е. длинные воздухопроводы, сохраняя в то же время все преимущества пневматическ. В. м. в смысле



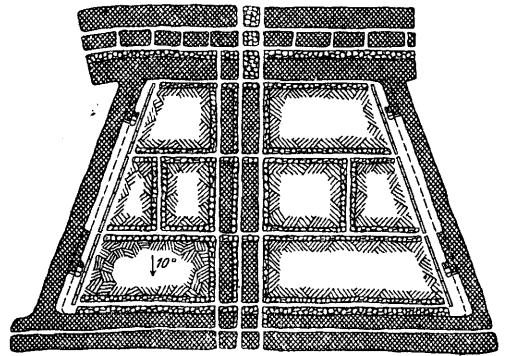
Фиг. 15.

устойчивую почву; 3) в пластах с крепким углем; 4) в пластах горизонтальных и полого падающих, например до 15° (в пластах с углом падения от 15 до 30° затрудняется операция маневрирования В. м., что увеличивает длительность общего цикла работ и, следовательно, уменьшает общий эффект действия В. м.; при падении же большем 30° нужно применять В. м. со специальными приспособлениями или же, что более рационально, прибегать к В. м. легкого типа); 5) при достаточно устойчивой кровле, дающей возможность иметь длинную лаву, обеспечивающую наиболее полную загрузку врубной машины при полной механизации отбойки и доставки.

В Германии электрич. В. м. обычно применяют в пластах, не выделяющих рудничного газа; при наличии его переходят на пневматические машины. В С. Ш. А., при соблюдении ряда предосторожностей и применении моторов специальной конструкции, электрические В. м. с успехом работают и в газовых рудниках. В последнее время изыскания с целью получения безопасной электрической В. м. вызвали к жизни целый ряд конструктивных предложений. Помимо того, что все части В. м. заключаются в совершенно закрытый кожух из литой стали, начали применять предохранительные аппараты для включения и выключения В. м.; так, вместо обычных штепсельных соединений между В. м., кабельным барабаном и коробкой с предохранителями, в газовых выработках применяются штепсельные соединения с блокировкой, к-рые м. б. соединены или разъединены только тогда, когда контакты не находятся под напряжением. Тем не менее лучшим способом обеспечения безопасности работ при разработке пластов, выделяющих газ, является пока применение

полной безопасности работ. В пластах, дающих при врубе большое количество каменноугольной пыли, применяются специальные оросительные приборы в виде трубок с отверстиями для воды, расположенными над режущей цепью В. м.

Мощность В. м. тяжелого типа колеблется от 30 до 40 л.с.; производительность, выраженная в m^3 площади вруба, достигает $100 m^2$ за 8-часовую смену, что соответствует, при мощности пласта в 1 м, 125 т добычи. В Рурском бассейне средняя годовая производительность В. м. тяжелого типа в 1925 г.



Фиг. 16.

была 9 373 т, в 1926 г.—9 151 т. В Донецком бассейне месячная производительность (в июле 1927 года) равнялась 1 168 т, что эквивалентно годовой производительности приблизительно в 14 000 т. Сопоставление чисел, выражающих производительность работы при ручном способе и при использовании В. м., представляется весьма затруднительным, т. к. эксплуатационная техника настоящего времени при учете производи-

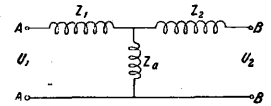
тельности обычно соединяет в одно целое две смежных операции—зарубку и отбойку. В практике Донецкого бассейна при ручной зарубке в пластах антрацита средняя производительность зарубщика была ок. 3,5 м² в смену, что при пласте мощностью 1 м соответствует весовому эквиваленту около 4,5 т. При современной практике средняя производительность В. м. в пластах антрацита той же мощности может быть принята в 35 м² зарубки, или 45 т в смену, т. е. машина дает в 10 раз больше, чем один зарубщик. На каждой машине задерживаются два или три рабочих, поэтому зарубка врубовой машины увеличивает производительность труда в 3,5—5 раз; если же учесть еще работу крепления забоя, которое при врубовой машине делается отдельными рабочими, то указанное выше соотношение понизится на 10—15%.

Большое значение для успешности работы В. м. имеет система разработок. В С. Ш. А. твердо держатся коротких забоев, применяя разновидность «камерно-столбовой системы» (Room and Pillar System). В СССР, Германии, Англии и Бельгии предпочитают работать длинными лавами; в Донецком бассейне длина лав достигает 80 м, в Рурском бассейне—70 м. На фиг. 16 показан проект разработки сплошной выемкой с применением В. м. и механической доставки конвейерами. Работа длинными лавами обладает следующими недостатками: 1) прочность кровли редко позволяет вести лаву более 100 м без риска обвалов; 2) при длинных лавах почти всегда должны применяться полная закладка выработанного пространства; 3) доставка угля от забоя до штрека представляет особенные трудности при работе длинными лавами. В С. Ш. А. в последнее время увеличивают длину забоев (с 15 до 25 м), не изменяя ширины столбов, путем особых систем разработок с диагональным расположением забоев. Эти системы—варианты основной камерно-столбовой системы, носящие специальные названия «V-система» и «Y-система», оказались весьма удобными для механизированной добычи. Например на руднике Birwind White С. М. С⁰ в С. Ш. А., при разработке пласта мощностью в 1,1 м, при полной механизации всех эксплуатационных операций, были получены следующие результаты: при общей длине ломаной линии двух забоев в 47 м общая площадь вруба равнялась 85 м², что соответствует производительности в 110 т в одну 8-часовую смену; суммарно для зарубки и отбойки задолжалось два забойщика, следовательно производительность каждого равнялась 55 т в смену, что будет приблизительно в 10 раз больше, чем при ручной работе, если считать производительность одного забойщика при разработке битуминозных (курных) углей 5—6 т в смену. Практика бельгийских рудников при применении В. м. на каменноугольных пластах средней крепости дает увеличение производительности рабочего у забоя в пределах от 25 до 170%; на пластах же очень мягкого угля, где производительность ручной работы очень велика, применение В. м. все же дало увеличение производительности на 15%.

Лит.: Описание Донецкого бассейна, т. 2, вып. 2, стр. 307, Екатеринослав, 1915; М и х а й л о в В. Г., Работа врубовых машин в 1925/26 опер. году в Должанском рудоуправлении, «Вестник Донугля», Харьков, 1927, 20; Е г о р ж е Э. Электрик. врубовая машина легк. типа «Сискол», «Инж. работн.», Днепропетровск, 1926, 10; Scraper Loader in Low Coal Triples Productiveness of Labor, «Coal Age», N. Y., 1927, v. 31, 24; D e t h i e r G., La havage mécanique en Belgique, «Revue de l'industrie minérale», P., 1927, 146, p. 22; W e d d i n g F. W., Der Stand d. maschinenmässigen Kohlegewinnung im Ruhrbezirk in den Jahren 1925 u. 1926, «Glückauf», Essen, 1927, 31, p. 1124; G r a h n H., Die weitere Entwicklung und praktische Bewährung des Kohlschneiders, ibid., 1926, 37; H o f f m a n n H., Bau und Handhabung der deutschen Schrämmaschinen, ibidem, 1926, p. 1185, und 1927, 29, p. 1046.

В. Жебровский.

ВСЕОБЩАЯ ЦЕПЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА, эквивалентная схема, позволяющая рассчитывать сложные разветвленные электрические цепи, приводя их к более простому виду. Целый ряд электрических приборов и установок отличается тем, что у них имеются два зажима, к которым приключается первичное напряжение, и два других зажима, на которых возникает при этом свое, вторичное напряжение. Во многих случаях можно изучать работу этих установок, не зная



Фиг. 1.

внутренних соединений, на основании общих свойств установок. Лакур показал [1], что во многих случаях эти цепи м. б. приведены к T-образной схеме (фиг. 1). Когда вторичные зажимы В—В разомкнуты, то первичное напряжение холостого хода U_{10} на зажимах А—А пропорционально вторичному напряжению U_2 , т. е. $U_{10} = C_0 U_2$, где комплексный множитель C_0 определяется из постоянных цепи. Первичная сила тока I_{10} при этих условиях определяет полную проводимость холостого хода $Y_0 = \frac{I_{10}}{U_{10}}$, откуда $I_{10} = C_0 Y_0 U_2$. Если замкнуть вторичные зажимы В—В на-коротко проводом, через который протекает ток I_2 , то $U_2 = 0$.

Тогда сила первичного тока короткого замыкания $I_{1k} = C_k I_2$, где постоянный множитель C_k тоже зависит от постоянных цепи. Первичное напряжение короткого замыкания U_{1k} определяет при этих условиях полное сопротивление короткого замыкания $Z_k = \frac{U_{1k}}{I_{1k}}$, откуда $U_{1k} = Z_k C_k I_2$. Лакур показал, что любое состояние нагрузки вторичных зажимов В—В может быть получено как результат наложения режима холостого хода при $I_2 = 0$ и режима короткого замыкания при $U_2 = 0$. Это значит, что первичные сила тока и напряжение получаются как суммы

$$\begin{cases} U_1 = U_{10} + U_{1k} = C_0 U_2 + Z_k C_k I_2 \\ I_1 = I_{10} + I_{1k} = Y_0 C_0 U_2 + C_k I_2 \end{cases} \quad (1)$$

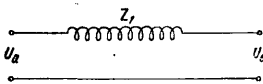
Нетрудно показать, что

$$C_0 Y_0 Z_a = 1, \quad Z_k = Z_1 + \frac{Z_2}{C_k}$$

и

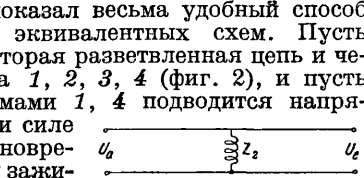
$$(1 - Y_0 Z_k) C_0 C_k = 1. \quad (2)$$

Определив постоянные при помощи измерений холостого хода и короткого замыкания, можно при помощи ф-лы (1) установить связь между первичными и вторичными величинами при любой нагрузке. Относительно разветвленной цепи необходимо предположить, что ее постоянные (сопротивление, индуктивность и т. д.) не изменяются. Такая схема может изображать не только неподвижные сети, но и цепи трансформаторов и даже двигателей, при чем электрич. энергия, превращаемая в двигателе в механич. работу, изображается в виде энергии, теряемой в соответствующем омическом сопротивлении.



Фиг. 3.

Воло [2] показал весьма удобный способ составления эквивалентных схем. Пусть имеется некоторая разветвленная цепь и четыре зажима 1, 2, 3, 4 (фиг. 2), и пусть между зажимами 1, 4 подводится напряжение U_a при силе тока I_a и одновременно между зажимами 2, 3 при напряжении U_e включается нагрузка, дающая силу тока I_e . Тогда можно установить линейной зависимость



Фиг. 4.

$$\begin{cases} U_a = AU_e + BI_e \\ I_a = CU_e + DI_e \end{cases} \quad (3)$$

при чем обязательно

$$AD - BC = 1. \quad (3')$$

Вместо того чтобы полностью выписывать формулы (3), можно писать только определитель (см.) из их коэфф-тов $\begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix}$. Так,

например, для неразветвленной цепи с полным сопротивлением Z_1 (фиг. 3) мы имеем:

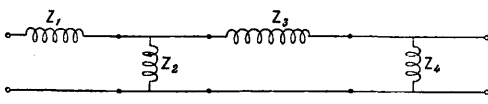
$$U_a = U_e + Z_1 I_e, \quad I_a = I_e, \quad (4)$$

так что определитель из коэфф-тов равен $\begin{vmatrix} 1 & Z_1 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$. Для линии с ответвлением (фиг. 4) мы имеем:

$$U_a = U_e, \quad I_a = \frac{U_e}{Z_2} + I_e \quad (5)$$

с определителем $\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{Z_2} & 1 \end{vmatrix}$. Предположим теперь,

что мы включаем последовательно несколько цепей т. о., чтобы вторичные зажимы первого звена являлись первичными зажимами



Фиг. 5.

второго звена и т. д. Так, например, если мы имеем две последовательно включенных цепи, то ур-ия (3) связывают начальные и конечные значения первой цепи. Для второй цепи будем иметь два аналогичных ур-ия:

$$\begin{cases} U_e = A'U'_e + B'I'_e \\ I_e = C'U'_e + D'I'_e \end{cases} \quad (6)$$

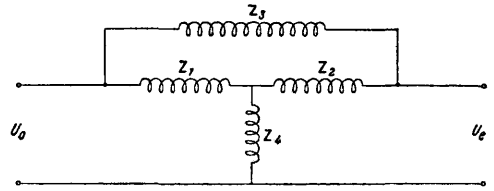
Уравнения (3) и (6) дают возможность вычислить непосредственно

$$\begin{cases} U_a = A_1 U'_e + B_1 I'_e \\ I_a = C_1 U'_e + D_1 I'_e \end{cases} \quad (7)$$

при чем коэфф-ты этой подстановки, как известно из теории определителей, вычисляются как элементы определителя, являющегося произведением определителей подстановок (3) и (6):

$$\begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} A' & B' \\ C' & D' \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} AA' + BC' & AB' + BD' \\ CA' + DC' & CB' + DD' \end{vmatrix}$$

Так, напр., можно вычислить сложную схему (фиг. 5) как последовательное соединение схем, изображенных на фиг. 3 и 4.



Фиг. 6.

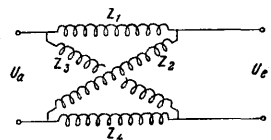
Получаем для коэффициентов соответствующей подстановки элементы определителя, составленного как произведения четырех определителей:

$$\begin{vmatrix} 1 & Z_1 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{Z_2} & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 1 & Z_3 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{Z_4} & 1 \end{vmatrix}$$

или

$$\begin{vmatrix} Z_1 Z_3 + Z_2 Z_4 + Z_2 Z_1 + Z_1 Z_2 + Z_1 Z_3 & Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3 + Z_2 Z_4 \\ Z_2 Z_4 & Z_2 \\ Z_2 + Z_3 + Z_4 & Z_2 + Z_3 \\ Z_2 Z_4 & Z_2 \end{vmatrix}$$

Увеличивая последовательно число включаемых элементов, можно, перемножая соответствующие определители, получить все более сложные коэфф-циенты, но во всех этих случаях между начальными и конечными величинами будет существовать линейная зависимость (3), при чем коэфф-циенты будут связаны уравнением (3') (см. *Фильтры электрические и Цепочные проводники*). Приведем еще коэфф-циенты двух более сложных схем, встречающихся на практике.



Фиг. 7.

Для T-образной схемы с шунтом (фиг. 6) имеем коэфф-циенты:

$$\begin{vmatrix} \frac{S_{(2)} - Z_1 Z_3}{\delta} & \frac{S_{(1)} - Z_1 Z_2 Z_4}{\delta} \\ \frac{S_{(1)} - Z_4}{\delta} & \frac{S_{(2)} - Z_1 Z_3}{\delta} \end{vmatrix}$$

где

$$\begin{aligned} S_{(1)} &= Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4, \\ S_{(2)} &= Z_1 Z_2 + Z_1 Z_3 + Z_1 Z_4 + Z_2 Z_3 + Z_2 Z_4 + Z_3 Z_4, \\ S_{(3)} &= Z_1 Z_2 Z_3 + Z_2 Z_3 Z_4 + Z_3 Z_4 Z_1 + Z_4 Z_1 Z_2, \\ \delta &= S_{(2)} - Z_1 Z_3 - Z_2 Z_4. \end{aligned}$$

Для схемы с перекрестными соединениями (фиг. 7) имеем коэфф-циенты:

$$\begin{array}{|c|c|} \hline \frac{S_{(2)} - Z_1 Z_2 - Z_2 Z_4}{p} & \frac{S_{(2)}}{p} \\ \hline \frac{S_{(1)}}{p} & \frac{S_{(2)} - Z_1 Z_3 - Z_1 Z_4}{p} \\ \hline \end{array}$$

где $p = Z_2 Z_3 - Z_1 Z_4$.

Закон составления коэффициентов показывает, что последовательность соединения отдельных элементов не безразлична и влияет на результат.

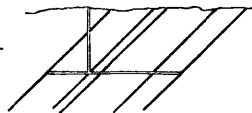
Лит.: ¹⁾ La Cour J. L., Leerlauf- und Kurzschluss-Versuch, Braunschweig, 1904; ²⁾ Vaulot M., Sur les constantes du quadripôle passif, «RGE», Paris, 1927, t. 22, 13, p. 493; Френкель А., Теория переменных токов, пер. с немецкого, стр. 299, Москва-Ленинград, 1928. Я. Шпильрейн.

ВСЕСОЮЗНАЯ АССОЦИАЦИЯ ИНЖЕНЕРОВ (ВАИ), научно-техническое общество, которое состоит из секций: геодезической, металлургической, научной организации и рационализации производства, нефтяной, пивоваренной, страховой, текстильной, тепло-технической, транспортной, химической, инженерно-экономической и входящих на правах секций: об-ва электротехников, Политехнического об-ва, Русского общества радиоинженеров, Русского общества телефонных инженеров и Клуба горных деятелей. По губерниям имеются губернские отделения В. а. и. Членов ассоциации насчитывается 9 000 чел. В. а. и. издает журнал «Вестник инженеров», возникший еще в 1915 г. Ассоциация организована в 1919 г. (с 1917 г. существовал Союз инженеров).

ВСКРЫТИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, совокупность горных работ для достижения месторождения полезного ископаемого с целью последующей эксплуатации. К В. м. приступают после установления детальной разведкой рентабельности эксплуатации данного месторождения. Способ В. м. устанавливается в зависимости от условий залегания, количества, качества и характера полезного ископаемого (твердое, жидкое, газообразное), размера основного капитала и некоторых других факторов. При неглубоком залегании (1—5 м) полезного ископаемого вскрытие его заключается в большинстве случаев в сносе верхнего покровного



Фиг. 1.



Фиг. 2.

слоя (наносов) и устройстве карьера (открытые горные разработки). К этому типу относятся В. м. большинства строительных материалов: песчаников, кварцитов, известняков, мрамора и т. д., залегающих обычно в форме пластов или пластообразных залежей неглубоко от поверхности. В тех случаях, когда месторождение полезного ископаемого залегает на значительной глубине, когда, следовательно, применение открытых разработок является невыгодным и приходится прибегать к подземным работам, вскрытие месторождений осуществляется сией более сложных горных работ.

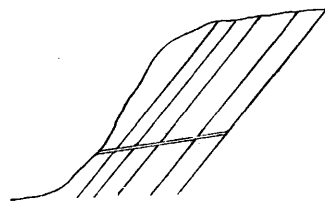
Вскрытие пластовых месторождений (свиты пластов) в зависимости от различных факторов может осуществляться: отдель-

ными на каждый пласт шахтами, центральной (капитальной) шахтой с квершлагом, то же с гезенком, наклонной шахтой, проводимой по пласту полезного ископаемого или по пустым породам, и, наконец, при благоприятн. рельефе поверхности — штольнями.

При вскрытии отдельных пластами шахтами каждый пласт свиты разрабатывается самостоятельной шахтой (фиг. 1); при вскрытии центральной шахтой с квершлагом или гезенком углубляется только одна шахта, и затем уже от нее свита прорезывается на все расстояния между крайними пластами квершлагом (фиг. 2) или гезенком (фиг. 3). В. м. штольной (фиг. 4) можно рассматривать как частный случай вскрытия свиты шахтой с квершлагом, когда глубина шахты равна нулю. При вскрытии наклонной шахтой, последняя обычно ведется непосредственно по пласту полезного ископаемого, остальные же пласты свиты вскрываются квершлагом (фиг. 5) или гезенком, проводимыми из наклонной шахты. В большинстве случаев оказывается выгодным вскрытие свиты осуществ-



Фиг. 3.



Фиг. 4.

лять комбинацированным способом, например, более глубокие горизонты пластов вырабатывать через центральную (капитальную) шахту, а верхи свиты разрабатывать или отдельными шахтами на каждый пласт, или шахтами с квершлагами (или гезенками), соединяющими не все пласты свиты, а только часть их, или наклонными шахтами, или, наконец, при мощных пластах открытыми разработками (например разработка каменного угля в Челябинском районе на Урале). Факторами, определяющими способ В. м. ископаемого, являются: 1) природные условия залегания, к которым относятся: угол падения пластов, число пластов, расстояние между пластами, мощность пластов, крепость окружающих пород и т. д., 2) условия аренды, 3) размер основного капитала, вкладываемого в предприятие, 4) предполагаемая глубина разработки, 5) состояние рынка и некоторые другие чисто местные факторы.

С увеличением угла падения свиты стоимость вскрытия, как показывают исследования, вообще возрастает. Чем больше угол падения, тем больше шансов приобретает способ В. м. центральной шахтой с квершлагом; при пологом падении преимущество переходит на сторону шахты с гезенком. С увеличением числа пластов стоимость В. м. отдельными на каждый пласт шахтами возрастает, стоимость же вскрытия центральной шахтой уменьшается, так



Фиг. 5.

как β больше капитальные затраты окупаются здесь β большими вскрываемыми запасами. Значительное расстояние между пластами является условием, благоприятствующим вскрытию каждого пласта отдельной шахтой, так как проведение при этом квершлагов или гезенков может обойтись значительно дороже, чем проведение отдельных шахт и их оборудование. Наоборот, незначительное расстояние между пластами дает преимущества центральной шахте. С увеличением мощности нижних пластов и уменьшением расстояний между пластами от верхних пластов к нижним, при одинаковых прочих условиях, разработка центральной шахтой с гезенком приобретает преимущество над системой отдельных шахт, и, наоборот, когда мощные пласты свиты находятся сверху и расстояния между пластами возрастают от верхних пластов к нижним, разработка отдельными шахтами становится выгоднее. Крепость окружающих пород также не остается без влияния на способ В. м. Весьма крепкие окружающие породы могут создать условия, более выгодные для разработки данного месторождения наклонной шахтой, т. к. при проходе этой последней стоимость проведения шахты будет частично окупаться за счет получаемого при проходе полезного ископаемого.

Условия аренды оказывают влияние в том смысле, что подсчитанный наимыгоднейший способ В. м. приходится, вследствие каких-либо условий договора, заменять другим менее выгодным вариантом, например когда ставится условием неизменная выработка месторождения до известной глубины или когда вносятся территориальные ограничения в отношении права закладки эксплуатационной шахты и т. п. Размер основного капитала, который может быть вложен в предприятие, оказывает весьма существенное влияние на способ В. м. Ограниченный размер основного капитала может, например, заставить отказаться от наимыгоднейшего в данных условиях В. м. наиболее глубокой центральной шахтой, как требующей β больших начальных затрат, и перейти на менее выгодную разработку отдельными мелкими шахтами; точно так же недостаточный размер основного капитала может привести к тому, что из всех пластов свиты будет выгодно разрабатывать только наиболее мощные пласты.

С увеличением глубины разработки, выгодность В. м. центральной шахтой, вообще говоря, возрастает, т. к. проведение отдельных на каждый пласт шахт на значительную глубину делается невыгодным; однако при разработке глубоких горизонтов центральной шахтой может оказаться экономически выгодным произвести вскрытие верхов свиты на небольшую глубину и отдельными шахтами. Состояние рынка может оказать также влияние на отступление от наимыгоднейшего способа вскрытия. Если при данных природных условиях залегания месторождения оказалось наиболее выгодным В. м. глубокой центральной шахтой, что потребует значительного времени, а на рынке ощущается острая потребность в данном виде полезного ископаемого, то может

оказаться выгодным начать добычу полезного ископаемого через отдельные неглубокие шахты, сократив т. о. время на вскрытие и подготовку. Убыток же, к-рый получится при отступлении от наимыгоднейшего способа, может с избытком окупиться прибылью от продажи полезного ископаемого по более высоким ценам.

Кроме перечисленных факторов, оказывающих влияние на способ В. м., существуют еще чисто местные, индивидуальные, присущие каждому данному месторождению факторы, которые, разумеется, также д. б. введены в учет при выборе способа В. м. Чрезвычайно большое количество различных трудно поддающихся математическому учету факторов, которые необходимо принимать во внимание при построении рационального способа вскрытия каждого данного месторождения, чрезвычайно осложняют создание общей теории для разрешения этого актуального вопроса, имеющего в горном деле первостепенное значение. Теория В. м. в настоящее время проработана только отчасти и далеко еще, конечно, не исчерпывает вопроса. В основе современной теории построения рационального способа В. м. лежат исследования русских ученых во главе с проф. Б. И. Бокием. Выгодность того или иного способа вскрытия свиты пластов, по теории проф. Б. И. Бокия, базируется главн. образ. на учете капитальных затрат, к к-рым относятся: стоимость прохода капитальных выработок (шахт, квершлагов, гезенков, камер и пр.), оборудование подъема, водоотлива, вентиляции, постройка технич. и хозяйственных сооружений, подъездной ж.-д. ветки и постройка жилой колонии для рабочих. Вводя в анализ каждого способа В. м. поименованные выше факторы и сопоставляя результаты анализов между собой, проф. Бокий приходит к следующему выводу. При выборе способа вскрытия нетронутой предшествовавшими разработками и не ограниченной, как по падению, так и по простиранию, свиты каменноугольных пластов тонких и средней мощности, сначала находят угол α по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{K_n \cdot \Sigma a \cdot \Sigma p}{(K_n \cdot u_n + K_g \cdot u_n) A + K_g \cdot \Sigma a \cdot \Sigma p}$$

Здесь K_n — стоимость проведения и оборудования n м квершлага в рублях; K_g — то же гезенка; $K_n \cdot u_n$ — то же подъемной шахты; $K_g \cdot u_n$ — то же вентиляционной шахты; Σa — расстояние между крайними пластами свиты по нормали в м; Σp — производительность свиты в m , равная $p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n$, где p_1, p_2, \dots, p_n — производительности (вес полезного ископаемого в m in situ на площади пласта в $1 m^2$) отдельных пластов свиты, начиная с верхнего; n — число пластов в свите; $A = a_1 p_1 + a_2 (p_1 + p_2) + a_3 (p_1 + p_2 + p_3) + \dots + a_{n-1} (p_1 + p_2 + \dots + p_{n-1})$, где a_1, a_2, \dots, a_{n-1} — последовательные, начиная с верхних, нормальные расстояния между пластами в м.

Если угол падения свиты β будет больше или равен найденному углу α , то данную свиту выгоднее эксплуатировать при помощи шахты с квершлагом. Тогда находят глубину H_q м, до которой данную

свиту выгодно эксплуатировать отдельными на каждый пласт шахтами, по формуле:

$$H_q = \frac{K_{\kappa} \cdot \Sigma a}{[nK_{o.u.} - (K_{n.u.} + K_{e.u.})] \sin \beta}$$

Здесь обозначения те же и $K_{o.u.}$ — стоимость проведения и оборудования n м отдельной шахты в рублях. Если концессия не долгосрочная и открываемого отдельными шахтами глубиной H_q м запаса полезного ископаемого достаточно для обеспечения рудника на заданное число лет при установленной годовой добыче, то система вскрытия отдельными шахтами в этом случае будет наиболее выгодной; если же открываемый отдельными шахтами запас является недостаточным и, следовательно, имеется необходимость работать более глубокие горизонты, то преимущество в отношении экономии капитальных затрат будет иметь центральная шахта с капитальным квершлагом.

Если угол падения свиты β будет меньше угла α , определенного по указанной выше формуле, то выгоднее будет шахта с гезенком. Тогда по формуле:

$$H_n = \frac{(K_{n.u.} + K_{e.u.}) A + K_{e.} \cdot \Sigma a \cdot \Sigma p}{[nK_{o.u.} - (K_{n.u.} + K_{e.u.})] \Sigma p \cdot \cos \alpha}$$

(значения букв здесь те же) находим глубину H_n м, до которой выгоднее работать системой отдельных шахт на каждый пласт. Если запас полезного ископаемого, открываемый отдельными шахтами глубиной H_n м, является достаточным, то вскрытие месторождений выгоднее вести отдельными шахтами, в противном случае — более выгодным является вскрытие центральной шахтой с гезенком, если при этом месторождение не является ограниченным по падению предельной глубиной разработки. Если же нижний горизонт разработки месторождения ограничен предельной глубиной H_m , то о выгодности того или другого способа вскрытия судим по формулам:

$$H' = \frac{n \cdot K_{o.u.} \cdot A + K_{e.} \cdot \Sigma a \cdot \Sigma p}{[nK_{o.u.} - (K_{n.u.} + K_{e.u.})] \Sigma p \cdot \cos \alpha}$$

$$H'' = \frac{K_{\kappa} \cdot \Sigma a \cdot A}{\Sigma a \cdot \Sigma p (K_{\kappa} \cdot \cos \alpha - K_{e.} \cdot \sin \alpha) - (K_{n.u.} + K_{e.u.}) A \sin \alpha}$$

При $H'' < H' > H''$ разработка будет выгоднее шахтой с гезенком, при $H'' > H' > H''$ — шахтой с квершлагом, при $H'' < H' < H''$ — отдельными шахтами; наконец, при $H'' > H' < H''$ — центральная шахта с квершлагом и отдельные шахты имеют преимущество перед шахтой с гезенком, при чем при $H_q > H'$ — многошахтная система будет более выгодной, а при $H_q < H'$ выгоднее будет центральная шахта с квершлагом.

Если уклон поверхности без большой погрешности можно принять равным углу γ , то в смысле капитальных затрат вскрытие свиты штольной будет выгоднее шахты с квершлагом при

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{K_{\kappa}}{K_{n.u.} + K_{e.u.}}$$

Вообще же вскрытие штольной может быть выгоднее, чем шахтой при $\beta > \gamma$, т. е. когда угол падения свиты пластов больше угла уклона местности.

Приведенным, конечно, не исчерпываются все возможные случаи вскрытия свиты пластов, поэтому при проектировании приходится прибегать еще дополнительно к так наз. способу в а р и а н т о в. Этот последний заключается в том, что предвзительно по какой-либо вполне определенной системе В. м. делается подсчет как капитальных, так и эксплуатационных расходов; затем намечается второй вариант с теми или иными отступлениями от первого, и по нему также подсчитываются указанные выше расходы и т. д. Сравнение общих сумм затрат по различным вариантам дает указание на наивыгоднейший, по которому и осуществляется в дальнейшем В. м. ископаемых.

Неразрывно связанным с вопросом В. м. является вопрос об определении размеров рудничного поля по простиранию свиты. Если концессия рудника имеет небольшие размеры и небольшие запасы, то она обычно вскрывается и разрабатывается при помощи одной шахты. Если размеры концессии и запасы полезного ископаемого так велики, что за время существования рудника (обычно 25—30 лет) извлечь их полностью не представляется возможным, то возникает вопрос об определении наивыгоднейших размеров рудничного поля. Главнейшим фактором, на базе которого проф. Б. И. Бокием разрешается этот вопрос, является учет стоимости проходки и ремонта горных выработок. Обозначая общий запас полезного ископаемого, подлежащего извлечению, через T м, срок существования рудника M месяцев, паклонную высоту этажа L м, стоимость проведения одного n м бремсберга с ходком K_b руб., стоимость ремонта 1 н. м: штрека в месяц $r_{штр}$ р., бремсберга с ходком — r_b р., шахты — $r_{ш}$ р. (остальные буквы сохраняют прежние значения), проф. Бокий дает формулы для определения наивыгоднейших размеров рудничного поля по простиранию S м при различных способах вскрытия:

1) при вскрытии отдельными на каждый пласт шахтами:

$$S = \sqrt{\frac{[0,5M \cdot r_b + K_b + (K_{ш} + Mr_{ш}) \cdot \sin \beta] T}{p \cdot r_{штр} \cdot M}} \text{ м};$$

2) при вскрытии центральной шахтой с этажными квершлагами:

$$S = \sqrt{\frac{T \left(C + \frac{K_{\kappa} \cdot \Sigma a}{L \cdot \sin^2 \beta} \right) \cdot \sin \beta}{n \cdot r_{штр} \cdot M \cdot \Sigma p}} \text{ м};$$

3) при вскрытии центральной шахтой с этажными гезенками:

$$S = \sqrt{\frac{T \left(C + \frac{K_{e.} \cdot \Sigma a}{L \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta} + \frac{2K_b + Mr_b}{z \sin \beta} \right) \cdot \sin \beta}{n \cdot r_{штр} \cdot M \cdot \Sigma p}} \text{ м},$$

где $C = K_{n.u.} + K_{e.u.} + Mr_{ш}$. (в рублях). После того как местоположение шахт и размеры рудничного поля определены, приступают к проектированию горных выработок, непосредственно связанных с шахтой (рудничных дворов, камер и т. д.).

Основные способы В. м. сохраняются также и при вскрытии жилых месторождений и месторождений

неправильной формы (гнезд, штоков, буценов, штокверков, буценверков и т. д.). В виду крайней прихотливости и непостоянства формы этого вида залежей и различного обогащения рудной массой выбор способа В. м. здесь является еще более осложненным, чем при разработке пластовых месторождений. Теория вскрытия жильных и неправильной формы месторождений до настоящего времени, вообще говоря, еще не создана; единственной базой, на к-рой строится проект В. м., в настоящее время является упомянутый выше способ вариантов.

В. м. полезных ископаемых жидких и газообразных (нефть, минеральные воды, горючие газы) осуществляется обычно буровыми скважинами, проводимыми с поверхности до горизонта пластов, к которым приурочено месторождение. При неглубоком залегании пласта, содержащего жидкое полезное ископаемое, вскрытие иногда производится при помощи колодцев — неглубоких шурфов, служащих для эксплуатационных целей.

Лит.: Бок ий Б. И., Аналитич. курс горного искусства, Л., 1926; Терпигорев А. М., Разбор систем разработок кам. угля, применяемых на рудниках юга России, в связи с подготовкой месторождения к очистной добыче, Харьков, 1905; Бок ий Б. И., Практический курс горного искусства, т. 3, М.—П., 1923. А. Попов.

ВСКРЫША, совокупность горных работ для обнажения на известной площади неглубоко залегающего полезного ископаемого с целью последующей его эксплуатации. Вскрыша заключается, в большинстве случаев, в удалении верхнего покровного слоя, залегающего непосредственно на толще полезного ископаемого, и осуществляется в зависимости от мощности пород, их характера, условий залегания и пр., мускульными, взрывными или механич. (экскаваторными и скреперными) работами. Чем больше мощность покровного слоя, тем большее количество работы потребует на В. и тем большим накладным расходом В. будет ложиться на единицу добычи полезного ископаемого. Поэтому в зависимости от ценности полезного ископаемого, условий его залегания, мощности наносов и ряда других влияющих факторов, в каждом данном случае экономическ. подсчет решает вопрос, на сколько открытые работы будут выгоднее подземных. См. *Вскрытие месторождений, Скрепер, Экскаваторы.*

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ТОЧКИ. При сплошной государственной съемке или при съемке обширных отдельных пространств в качестве основы для всей съемки составляется тригонометрич. сеть, начиная от первого разряда до четвертого. Стороны тригонометрической сети четвертого разряда обыкновенно приближаются по размерам к 3—5 км. Однако при производстве точн. съемки, например при городской съемке, при прокладывании полигонометрических ходов, часто бывает недостаточно наличия только точек четвертого разряда. В таких случаях устанавливаются и определяются вспомогательные точки — главным образом так, чтобы они служили для наилучшей увязки полигонометрических ходов. См. *Тригонометрическая сеть* и *Полигонометрическая сеть.*

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ПОЕЗД, специальный поезд на крупных жел.-дор. станциях для подачи помощи пострадавшим в пути поездам и пассажирам, а именно: а) для скорейшей подачи первоначальной помощи пострадавшим и для отправки их в случае надобности в приемный покой и больницы; б) для скорейшей доставки пассажиров на ближайшую станцию с целью дальнейшей отправки их по назначению; в) для охраны имущества и интересов дороги и г) для скорейшего восстановления прерванного движения и связи. В состав В. п. обязательно входят: 1) два товарных вагона, снабженных инструментами, материалами и приспособлениями, необходимыми для разборки и подъема поврежденного подвижного состава, для освещения места работ, для ремонта и восстановления пути, полотна и мостов; 2) платформы для размещения телеграфных столбов, рельсов, шпал, колесных пар и т. п.; 3) специальный санитарно-врачебный вагон, с помещениями для осмотра и перевязки раненых, для размещения пострадавших и для медицинского персонала, снабженный медицинскими инструментами, медикаментами и перевязочными материалами. Вагоны оборудованы *автоматическими тормозами* (см.). В зависимости от потребности и местных условий прицепляются и другие вагоны, в частности включается платформа с подъемным краном. На ядре В. п. делается надпись: «Основной вспомогательный поезд № ..., станция ...». Помимо В. п. указанного состава на крупных станциях, на некоторых станциях держат В. п. упрощенного типа.

Основной В. п. приходится в среднем на каждые 250 км пути. Состав В. п. должен стоять в сцепленном виде, со смазанными ходовыми частями, на определенном запасном пути или в тупике, с таким расчетом, чтобы выход с этого пути был всегда возможен в наикратчайший срок и не позднее одного часа от момента вызова. Для проверки вспомогат. поезд не реже одного раза в месяц обкатывается. Вызов В. п. исходит от главного кондуктора пострадавшего поезда, от начальника станции или дежурного по станции в случае происшествия на территории какой-либо станции. Порядок вызова В. п. определяется особым положением. Отправка поезда лежит на обязанности начальника станции приписки В. п. При неимении резервного паровоза должен быть взят любой паровоз, даже от проходящего пассажирского поезда. Неприбытие некоторых агентов не задерживает отправки. В. п. во время следования имеет преимущество перед всеми поездами и идет с наибольшей скоростью, допускаемой для ведущего паровоза, и соответственно техническому состоянию пути и путевых сооружений. В случае надобности к месту происшествия должны присылаться не один, а несколько В. п. Вопрос о действии В. п. регламентирован на дорогах сети СССР «Положением об основных В. п. и о подаче помощи при происшествиях с поездами».

М. Федоров.

ВСПЫШКА (в фотографии), торговое название для быстро воспламеняющихся смесей веществ определенного состава, пламя

которых служит источником света для фотографических съемок при искусственном освещении. Чаще всего вспышка состоит из смеси порошка магния, дающего при сгорании чрезвычайно яркий актинический (фотохимический) свет, и каких-либо веществ, отдающих магнию кислород и тем повышающих скорость его сгорания (см. *Магниева вспышка*); в качестве таковых применяются перекиси (например марганца), соли хлорноватой кислоты (напр. бертолетова соль), нитраты и многие другие соединения. Для составления смеси выбирают такие вещества, которые уменьшают количество дыма, получающегося при сгорании. В этом отношении удобнее всего нитраты, особенно нитрат тория, дающий очень яркий свет; больше всего дыма дают смеси магния с марганцовокислым калием. В последнее время вместо магния для В. иногда применяют алюминий и вую пыль, дающую меньше дыма, но и несколько меньшую яркость (см. *Алюминиевая вспышка*). При домашнем изготовлении вспышки, что, однако, нельзя рекомендовать в виду опасности взрыва, составные части, каждую отдельно, после высушивания измельчают до очень тонкого порошка и смешивают на гладкой бумаге бородкой пера, очень осторожно, без всякого давления, или же встряхивают в картонной трубке.

Состав, относительная яркость и время сгорания различных вспышек даны в следующей таблице:

Элементы различных вспышек.

Состав на 1 г порошка магния	Относит. яркость в м-геднер- ских	Время сгорания в сек.
0,75 г перманганата К	173 000	$\frac{1}{16}$
1 » нитрата К	36 000	$\frac{1}{14}$
1 » » Ва	60 000	$\frac{1}{14}$
1 » » Sr	84 000	$\frac{1}{14}$
1 » » Th	281 000	$< \frac{1}{14}$
0,75 » » Th	332 000	$\frac{1}{14}$
0,5 » » Th	358 000	$\frac{1}{14}$
1 » » Zr	237 000	$\frac{1}{14}$
1 » » Ce	173 000	1
1 » » Zn	173 000	$\frac{1}{14}$
0,5 » » Zn	282 000	$\frac{1}{14}$
1 » » Cd	399 000	$> \frac{1}{14}$
1 » вольфрам, к-ты	20 000	5—1
1 » молибденовоислого аммония	86 000	5—1

Количество В., необходимое при данных условиях съемки (светосила объектива, сорт пластинок, характер объекта, расстояние от камеры и т. д.), определяется по особым таблицам, например Митгол, Агфа и др. На съемку портрета требуется обычно $\frac{1}{2}$ —1 г магния или примерно двойное количество вспышки. Сжигание В. производят на металлической или асбестовой пластинке посредством какого-либо запала (фитиля, бумаги, пропитанной селитрой, электрической искры и т. д.) или в лампах особой конструкции, в к-рых порошок В. вдувается в бензиновое пламя или зажигается искрами автоматич. зажигалки. В последнее время появились В. в виде патронов, содержащих определенное количество горючей смеси и запала. Для получения медленно сгорающих сме-

сей к вышеупомянутым веществам добавляют нейтральные вещества, преимущественно карбонаты щелочных земель (Sr, Ca, Mg), удлиняющие время сгорания до 10—25 и даже до 200 секунд; такие смеси дают более мягкое, но и менее яркое освещение. Эти смеси обычно продаются в патронах (Zeitlichtpatronen).

Лит.: Э н г л и ш Е., Основы фотографии, М.—Л., 1927; E d e r J. M., Ausführliches Handbuch d. Photographie, B. 1, T. III—Die Photographie bei künstl. Licht, 3 Aufl., Halle, 1912. А. Рабинович.

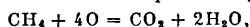
ВСПЫШКА. Горючие вещества, особенно жидкие, обнаруживают в зависимости от условий, в к-рых они находятся, три различных между собою типа сгорания: вспышку, воспламенение и возгорание; как частный случай вспышки можно рассматривать взрыв. В. представляет собой быстрое, но сравнительно спокойное и кратковремен. сгорание смеси паров горючего вещества с кислородом или воздухом, происходящее от местного повышения темп-ры, к-рое м. б. вызвано электрич. искрой или прикосновением к смеси горячего тела (твердого тела, жидкости, пламени). Явление В.—подобно взрыву, но, в отличие от последнего, оно происходит без сильного звука и не оказывает разрушительного действия. От воспламенения В. отличается своею кратковременностью. В о с п л а м е н е н и е, возникающая, как и вспышка, от местного повышения температуры, может длиться затем до исчерпания всего запаса горючего вещества, при чем парообразование происходит за счет тепла, выделяющегося при сгорании. В свою очередь, воспламенение отличается от в о з г о р а н и я, поскольку это последнее не требует дополнительного местного повышения температуры.

Все типы сгорания связаны с распространением тепла из участка, где произошло сгорание, в прилегающие области горючей смеси. При В. тепловыделение в каждом участке достаточно для поджигания смежного участка уже готовой горючей смеси, но недостаточно для пополнения ее путем испарения новых количеств горючего; поэтому, истратив запас горючих паров, пламя гаснет, и В. на этом кончается, пока снова не накопятся горючие пары и не получат местного перегрева. При воспламенении парообразующее вещество доведено до такой t° , что теплоты от сгорания накопившихся паров оказывается достаточно для восстановления запаса горючей смеси. Начавшееся воспламенение, дойдя до поверхности горючего вещества, становится стационарным, пока горючее вещество не сгорит нацело; но, однако, будучи прекращено, воспламенение уже не возобновляется без приложенного извне местного перегрева. Наконец, при возгорании горючее вещество находится при температуре, достаточной не только для парообразования, но и для вспышки непрерывно образующейся горючей смеси, без дополнительного местного нагрева. В этом последнем случае горение, если бы оно было прекращено, например пресечением свободного доступа кислорода, возникает самопроизвольно после устранения препятствующей причины: самопроизвольно происходящая вспышка перейдет далее в воспламенение.

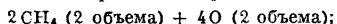
Возможность горения того или другого типа зависит прежде всего от химич. состава горючей смеси, т. е. химич. природы горючих паров, содержания кислорода в смеси, от содержания посторонних безразличных примесей, как: азот, водяные пары, углекислота, и от содержания примесей, активно противодействующих реакции горения, например отрицательных катализаторов, глушителей и т. д. А так как все типы процесса горения начинаются со V , то рассматривание V в ее зависимости от химич. состава смеси имеет общее значение для всех случаев. Заранее очевидно, что при данных условиях давления и t' смесь горючего пара или газа с кислородом (или воздухом) может подвергаться V не в любой пропорции и что очень малое или, наоборот, слишком большое содержание горючего в смеси исключает V . Кроме того, различные горючие пары требуют для своего сгорания различного количества кислорода, и потому «пределы V » смесей из кислорода и горючих паров всегда зависят от рода горючего пара. Способ подсчета этих пределов для химически индивидуальных веществ был указан Торнтонем. Если обозначить через N число атомов кислорода, необходимого для полного сжигания M молекул горючего вещества в газовой паробразном виде, то, по Торнтону, пределы смесей, сохраняющие способность вспыхивать, могут быть выражены:

$$\begin{array}{l} \text{верхний предел} \dots\dots\dots 2M + N; \\ \text{нижний предел} \dots\dots\dots M + 2(N-1). \end{array}$$

Если в состав смеси входит не чистый кислород, а воздух, то необходимо учесть, что 1 объем кислорода содержится в 5 (точнее, в 4,85) объемах воздуха. Так, например, горение метана можно выразить ур-нем:



так что для этого случая $M = 1$ и $N = 4$. Отсюда состав верхнего предела для смеси метана с кислородом определяется ф-лой:



отсюда легко подсчитать, что верхний предел вспышки для смеси метана с воздухом определяется отношением 1:5, т. е. при содержании в смеси $1/6$ метана, или 16,7% (опыт дает 14,8%). Для нижн. предела аналогично имеем состав смеси CH_4 (1 объем) + 6O (3 объема), что отвечает содержанию метана в смеси с воздухом $1/16$, или 6,25% (опыт дает 5,6%). Аналогично для пентана, C_5H_{12} , получаем $M = 1$ и $N = 16$, откуда для верхнего предела вычисляется $1/21$, или 4,75%, пентана в смеси с воздухом (опыт дает 4,5%), для нижнего же $1/76$, или 1,35% (опыт дает 1,35%). Так как величины M и N в ф-лах Торнтоня пропорциональны парциальным упругостям пара горючего вещества и кислорода, то, очевидно, V возможна лишь в определенных пределах парциального давления паров, при чем пределы ее изменяются с t' . Очевидно также, что V становится возможной, когда упругость насыщенного пара достигнет известного значения. Зная это значение и зависимость упругости пара от t' , можно вычислить t' , при к-рой возможна V . Исследования Э. Макка, Ч. Э. Бурда и Г. Н. Боргема показали, что для большинства веществ наблюдается

при нижнем пределе V достаточно хорошее совпадение t' вычисленной с t' непосредственно наблюдаемой.

С м е с и п а р о в также в некоторых случаях подчиняются указанному способу определения t' , при которой возможна V . Если это—смесь нафтенных C_nH_{2n} , то во всех гомологах отношение содержания C к H одно и то же, так что средний мол. в. смеси дает возможность определить число групп CH_2 и, следовательно, количество потребного для сгорания их O . Кроме того, t' V представляет здесь почти линейную функцию мол. в. и связанная с ним $t'_{\text{крит.}}$. Для смеси метановых углеводородов $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ (напр. газолин) число N тоже вычисляется из среднего мол. в. После вычитания из него 2 (для двух водородных атомов у конца цепи) и деления остатка на 14 (сумма ат. весов группы CH_2) получается число этих групп, отвечающее среднему мол. в. смеси. Если это число умножить на 3 и прибавить 1, для двух неприятых раньше-во внимание атомов водорода, то получается N . Так, для газолена средний мол. вес 107 и поэтому:

$$N = 3 \cdot \frac{107-2}{14} + 1 = 23,5.$$

С возрастанием давления смеси парциальная упругость горючего пара повышается, а потому повышается и t' вспышки. Увеличение давления на 1 мм повышает темп-ру V погонных мексиканской нефти на 0,033°, как показал Ломан, исследовавший V на разн. высотах (по данным Гольде, работавшего с другими материалами, это изменение составляет 0,036°). Специально для керосина имеется поправочная таблица, позволяющая приводить t' V , найденную при любом барометрическом давлении, к нормальному. Кроме атмосферного давления, температура вспышки изменяет также влажность воздуха, поскольку парциальная упругость водяного пара понижает давление горючего компонента смеси.

Вспышка и с п а р я ю щ е й с я ж и д к о с т и V готовой смеси газов или паров представляет случай простейший. Более сложно протекает явление V , когда вспыхивающая смесь возникает непрерывно от испарения тут же находящейся жидкости. И в газовой смеси зависит также от многих условий опыта: увеличение ширины взрывной бюретки, перенесение взрывающей искры сверху вниз, увеличение емкости сосуда, удлинение искрового промежутка и т. д.—все это расширяет пределы возможной V . Кроме того, некоторые, пока еще недостаточно исследованные, примеси могут существенно изменять эти пределы. Вопрос о V тумана из распыленной горючей жидкости исследован Гидером и Вольфом. Нижний предел V оказался тут тем же, что и для смеси с соответственным паром; но скорость распространения взрыва в тумане меньше, а потребление кислорода больше, чем в случае паров. Состояние поверхности жидкости, объем ее, расстояние до зажигающего пламени, быстрота обмена наружного воздуха и образующихся паров, быстрота испарения, а следовательно мощность нагревающего жидкость источника тепла, теплопроводность стенок сосуда, те-

плопроводность и вязкость самой жидкости, потеря сосудом тепла чрез лучеиспускание и т. д.—все это может значительно изменить наблюдаемую t° В. и помимо факторов, указанных при обсуждении В. газовой смеси. Поэтому о В., как о константе, можно говорить только условно, ведя опыт лишь в точно определенных условиях. Для химически индивидуальных веществ Орманди и Крвен установили пропорциональность T° В. и кипения (в абсолютных градусах):

$$T_{\text{сп.}} = k T_{\text{кип.}},$$

где коэфф. k для нижнего предела В. равен 0,736, а для верхнего 0,800; $T_{\text{кип.}}$ должна быть определяема по начальному показанию термометра. Формула Орманди и Крвена до известной степени распространяется также на очень узкие фракции разного рода смесей. Однако для тех горючих жидкостей, с которыми в большинстве случаев приходится иметь дело на практике, т. е. для сложных смесей, простых зависимостей, определяющих t° В., пока не найдено. Даже двойные смеси не подчиняются в отношении В. правилу смешения, и низко вспыхивающий компонент значительно понижает В. другого, высоко вспыхивающего, тогда как этот последний мало повышает В. первого. Так, например, смесь равных количеств фракций (бензинового и керосинового компонентов) уд. веса 0,774 со В. при 6,5° и уд. в. 0,861 со В. при 130° обладают t° вспышки не при 68,2°, как следовало бы ожидать по правилу смешения, а при 12°. При 68,2° вспыхивает смесь, содержащая лишь около 5% более легкого компонента, так что эта небольшая примесь понижает t° В. более тяжелого компонента на 61,8°. Впрочем, результат испытания подобных смесей в открытом тигле, где не могут накапливаться пары летучего компонента, не так искажается от примесей, особенно если разница В. в обоих компонентах значительна. В некоторых случаях такие смеси могут давать двойную В. при разных t° .

Воспламенение. Темпера воспламенения превышает t° В. тем значительно, чем выше сама t° В. Как показали Кюнклер и М. В. Бородулин, при нагревании нефтяных продуктов от В. до воспламенения испытуемое вещество теряет ок. 3% своего веса, при чем эта потеря относится к более легким поганам. Поэтому присутствие небольших количеств (не более 3%) легких поганов, существенно искажающее t° вспышки вещества, не мешает точному измерению t° воспламенения. Наоборот, присутствие в масле более 10% бензина делает t° воспламенения неопределенной.

Самовозгорание, или самовоспламенение, смеси горючих паров происходит тогда, когда тепловыделение окисляющейся системы уравнивается с теплопотерей, и потому даже ничтожное ускорение реакции ведет к бурному процессу. Очевидно, граница t° -ного равновесия изменяется при том же составе смеси в зависимости от массы ее, теплопроводности и теплоиспускающей способности оболочки, содержащей горючую смесь, от t° окружающей среды, присутствия катализаторов в смеси и целого ряда других условий, так что t° самовозгорания

имеет определенное значение лишь при строго определенных условиях. Зависимость t° самовозгорания от присутствия или отсутствия катализирующей платины доказывается, напр., данными Э. Констана и Шлёнфера (табл. 1). Зависимость температуры

Табл. 1.—Зависимость t° самовозгорания от присутствия платины.

Вещество, дающее горючий пар	t° самовозгорания смеси с воздухом	
	Платиновый тигель	Фарфоровый тигель
Пехельбронское масло двигателей (Motorentreiböl)	390°	550°
Пехельбронское специальное масло для двигателей (Spezial Motorenöl)	410°	530°
Шотландское неочищенное масло для дизелей (Crude Oil)	510°	610°
Деготь коксовых печей (богемский буроугольный)	520°	640°
Деготь камерных печей с Мюнхенского газового завода	600°	700°

самовозгорания от присутствия в смеси кислорода или воздуха показана данными тех же исследователей (табл. 2).

Табл. 2.—Зависимость t° самовозгорания от присутствия кислорода или воздуха.

Вещество, дающее горючий пар	t° самовозгорания смеси в платиновом тигле	
	Кислород	Воздух
Буроугольное газовое масло	350	400—460
Каменноугольное масло	550	590—650
Каменноугольный деготь	480—530	600—630

Исследование С. Гвоздева над самовозгоранием различн. веществ в кварцевых и железных трубках в атмосфере кислорода и воздуха дало результаты, которые сопоставлены в табл. 3.

В отношении к самовозгоранию опытом установлены некоторые общие положения, а именно: 1) давление понижает t° самовозгорания; 2) присутствие влаги тоже понижает t° самовозгорания; 3) в воздухе t° самовозгорания выше, чем в кислороде; 4) t° самовозгорания в открытой трубке выше, чем в закрытом пространстве; 5) t° самовозгорания углеводородов циклогексанового ряда ниже, чем у ароматических, и близка к t° самовозгорания предельных углеводородов; 6) для ароматич. углеводородов t° самовозгорания в воздухе и кислороде близки между собой; 7) некоторые вещества (скипидар, спирты) дают при последовательном ряде испытаний весьма колеблющиеся значения t° самовозгорания (особенно скипидар). Особый случай самовозгорания представляют волокнистые материалы (хлопок, начески, шерсть, тряпье), пропитанные маслами; легкость самовозгорания в таких случаях связана с t° самовозгорания соответственных масел. Явления этого рода имеют столь существенное практич. значение, что разработаны специальные методы и приборы для

Табл. 3.—Температура возгорания различных веществ в кварцевых и железных трубках в атмосфере кислорода и воздуха.

Вещество	Уд. вес при 15°	t° возгорания смеси			
		в кварцевой трубке		в железной трубке	
		с кислородом	с воздухом	с кислородом	с воздухом
Нефть уд. в. 0,864	0,8644	441	598	322	531
Бензин Нобеля	0,7475	353	585	311	685
Петролейный эфир	0,6870	291	556	301	645
Лигроин	0,7501	276	568	291	639
Керосин, t° вспышки 28,5°	0,8256	364	604	283	609
Соляровое масло, t° вспышки 81—81,5°	0,8659	322	607	327	515
Сырое сланцевое масло (веймарское)	—	304	527	316	530
Скипидар	—	351	ок.	308	ок.
			620—660		600—700
Гексан	—	287	539	258	605
Гептан	—	276	539	276	612
Циклогексан	—	312	542	309	587
Метилциклогексан	—	297	511	290	549
Бензол	—	713	723	703	753
Толуол	—	679	732	740	769
Ксилол	—	646	680	728	748
Метилловый спирт	—	534	565	560	740
Этиловый спирт-сырец	—	521	641	447	724
Пропиловый спирт	—	548	573	448	625
Изобутиловый спирт	—	515	646	606	665
Изоамиловый спирт	—	477	526	340	638
Эфир технический	—	217	548	238	558
чистый	—	208	549	205	533
Ацетон технический	—	614	—	724	—
чистый	—	695	—	—	—
Водород	—	—	622	—	615

кости на воду, содержащуюся в чашке; эта последняя затем подогревалась. Позднее вспышку в открытом сосуде стали производить гл. обр. в отношении трудно вспыхивающих веществ, например смазочных масел, газовых каменноугольных смол, различных мастик и т. д. Таковы приборы Маркуссона, Бренкена, Кливленда, Мура, де-Графа, Круппа, отличающиеся между собой главн. обр. размерами, формой и материалом тигля, конструкцией обогревающих частей и способом ведения нагрева. Подробности обращения с этими приборами можно найти в специальных руководствах. Следует отметить, что выступание ртутного столбика термометра за пределы тигля и нахождение его в среде с различными в разных местах t° ведут к необходимости в значительной поправке, возрастающей с возрастом t° В. или воспламенения, — например, до 10—14°, когда t° В. 300°. Истинная t° вспышки вычисляется по ф-ле:

$$t = \theta + 0,00016 n (\theta - t'),$$

где θ — непосредственно наблюдаемая температура вспышки (или воспламенения), n — число градусов части ртутного столбика, находящейся вне испытываемой жидкости, а t' — температура, соответствующая середине выступающей части ртутного столбика; хотя t' м. б. вычислена, но обычно ее измеряют непосредственно, помощью дополнительного термометра. Для быстрого нахождения этой поправки служит специальная таблица. Особая таблица служит также для поправки на барометрич. давление, особенно важных при определении t° вспышки легко воспламеняющихся жидкостей (керосин); для последних обычно применяют приборы с закрытым сосудом.

б) Приборы с закрытым сосудом. Из различных приборов этого рода наиболее известны приборы Абеля и Мартенса (оба усовершенствованные Пенским), Эллиота (ню-иоркский), Таг. В СССР и некоторых других странах (Германия, Австрия) употребляется почти исключительно прибор Абеля-Пенского для низкокипящих жидкостей (керосин) и прибор Мартенса-Пенского — для высококипящих жидкостей (масла). Рабочая часть этих приборов состоит из строго нормированного тигля, плотно прикрытого крышкой, в к-рой через определенные промежутки времени открывают окошечко для введения в тигель маленького пламени. В тигле имеется термометр и мешалка. Обогрев тигля, а в некоторых случаях, наоборот, охлаждение, ведется в строго определенных условиях, при помощи специальных бань (см. *Нефть*). Приборы, принятые в разных странах для испытания керосина, и нормальные t° вспышки при соот-

испытания способности масел к самовозгоранию в присутствии хлопка.

Измерение t° В. и воспламенения. Находясь в тесной связи с мол. весом и t° кип., В. и воспламенение косвенно связаны с этими константами и потому характеризуют данное вещество. Им принадлежит еще большее значение на практике, при суждении о степени огнеопасности вещества в данных условиях пользования им и, следовательно, для установления предупредительных мер, — обстоятельство, особенно важное в промышленности (нефтяной, деревообрабатывающей, спиртовой, лаковой, масляной) и вообще во всех случаях, где имеет дело с легкими растворителями.

Необходимость измерять t° В. и воспламенения повела к конструкции многочисленных, нередко дорогих, специальных приборов и к разработке инструкций для работы с ними, при чем в отдельных отраслях промышленности, применительно к отдельным классам веществ, даже родственных между собой, построены и стандартизованы различные приборы с различными инструкциями. Не имея под собой рациональных оснований, меняясь от страны к стране, от одной промышленной организации к другой и от одного класса веществ к другому, способы измерения В. и воспламенения дают результаты, согласуемые между собой лишь очень приблизительно. Главные типы приборов для измерения t° В. бывают: а) с открытым сосудом, б) с закрытым сосудом.

а) Приборы с открытым сосудом. Измерение t° вспышки первоначально производилось наливанием испытываемой жид-

ветствующих испытаниях сопоставлены в табл. 4. Показания различных приборов в определении t° вспышки всегда расходятся

Табл. 4.—Нормальные t° вспышки керосина в различных приборах.

Страны	t° вспышки	Система прибора
Австралия	22,8	Абеля-Пенского
Австрия	21	»
Англия	22,8	Абеля
Бельгия	21	Гранье
Германия	21	Абеля-Пенского
Голландия	21	Парриша
Дания	21	Датский
Италия	21	—
Испания	16	—
Канада	29,5	Абеля
Норвегия	21	Датский
Португалия	37,8	—
СССР	28	Абеля-Пенского
С. Ш. А.	20—45	Сейболта, Тага
Франция	35	Гранье, Люшера
Швейцария	23	—
Швеция	22	Датский
Япония	30	—

между собой, при чем определение В. в открытом сосуде всегда дает t° более высокую, чем в закрытом приборе. Обусловливается это тем обстоятельством, что в закрытых приборах пары постепенно накапливаются в приборе, тогда как в открытом сосуде они все время диффундируют в окружающую атмосферу. О размерах этих расхождений можно судить на основании данных табл. 5.

Табл. 5.—Температура вспышки по показаниям различных приборов.

Вещество	Прибор Мартенса-Пенского	Прибор Брекенена	Разность
Пиронафт	106	115	9
Соляровое масло	148	160	12
Машинное »	196	212	16
Цилиндровое»	215	236	21
Нефть	30	46	16
Мазут	96	119	23

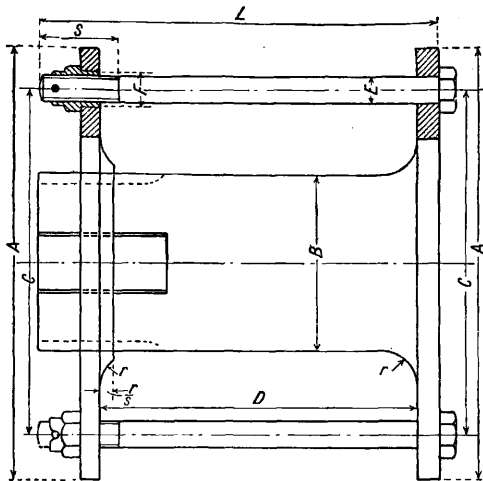
Из этой таблицы видно также, что разница между t° В. в закрытом и открытом приборах увеличивается с повышением t° В., а также, как показывают последние два примера, — с увеличением неоднородности продукта. В связи с этим наличие большой разницы в температуре В. для одного и того же вещества при определении его В. в открытом и закрытом приборах указывает либо на примесь к тяжелому веществу, напр. маслу, какого-либо легкого вещества (бензина, керосина) либо на нек-рые дефекты перегонки (разложение с образованием легко летучих продуктов). Таким образом сопоставление температуры вспышки одного и того же вещества в открытом и закрытом приборах может служить для контроля правильности как употребления, так и производства смазочных масел.

П. Флоренский.

ВТОРИЧНОЕ ОБОГАЩЕНИЕ, см. *Обогащение*.

ВТУЛКА ВИНТА (воздушного) служит для присоединения ступицы винта к валу мотора при установке деревянных воздушных винтов; в конструкциях же металлич. винтов она иногда является органически свя-

занной с телом винта—его ступицей. Обычная конструкция В. в. состоит из собственно втулки с фланцем, которая надевается на вал мотора и имеет канавку для шпонки или нарезанную гребенку, внешнего фланца с прорезями, входящими в соответственные прорези на втулке, зажимных болтов, проходящих сквозь тело ступицы и фланцев, и гайки, закрепляющей втулку на валу мотора.



Т. о. ступица винта зажимается болтами между двумя фланцами и этим прочно соединяется со втулкой, а следовательно и с валом мотора. Прежде чем надевать винт на мотор, необходимо присоединить к нему втулку, что производится следующим образом: в прорезанную в центре ступицы винта дыру, равную диаметру внешней части втулки, вставляется втулка; на сверлильном станке просверливаются дыры для закрепляющих болтов, и ступица зажимается между фланцами. Затем втулка надевается на конусообразный вал мотора и крепко зажимается гайкой, которая законтривается или шплинтом или специальным приспособлением. Для снятия втулки служит особая гайка, которая навинчивается на внутреннюю нарезку на самой втулке и, нажимая на конец вала, сталкивает ее с вала.

Обычно придерживаются стандартных размеров В. в. В помещен. на ст. 611—612 табл. даны размеры англ. стандартных втулок. Винт на самолете во избежание дрожания при работе должен быть установлен так, чтобы его продольная ось инерции была строго перпендикулярна оси мотора. Битье лопастей допускается не более 2—3 мм; для регулировки соответственно подвинчивают зажимные болты. Наличие сравнительно большого количества зажимных болтов делает надевание и съемку винта со втулки чрезвычайно кропотливым. Значительно проще производится эта операция на втулках типа Руппе, в к-рых, вместо зажимных болтов, имеются конические штыри, к-рые входят в соответственные углубления, сделанные в теле ступицы винта; зажим производится передней гайкой, нажимающей на конус, прилегающий по своему основанию на передний фланец втулки. Некоторым недостатком этой конструкции является то, что

Размеры английских стандартных втулок (см. фиг.).

№	Б о л т ы					Диаметр отверстия для гаек во фланце в мм	Внешний диаметр фланца в мм	Внешн. диам. втулки в мм	Расстояние между центрами отверстий для болтов в мм	Расстояние между фланцами в мм	Радиус закругления у фланца в мм	N/n
	Число	Диаметр в мм	Резьба B.S.F. в дм.	Длина в мм	Длина нарезки в мм							
1	6	11	7/16	160	60	14	150	60	120	110	6	0—0,08
2	8	11	7/16	190	60	14	190	70	150	140	6	0,08—0,15
3	8	11	7/16	220	60	14	220	80	170	170	8	0,15—0,23
4	8	15	7/16	260	70	18	260	80	200	200	8	0,23—0,38
5	10	15	7/16	290	70	18	300	90	230	230	10	0,38—0,58
6	12	16	7/8	335	70	18	330	100	250	270	10	0,58—0,74
7	12	16	7/8	370	75	19	350	110	270	300	12	0,74—0,93
8	12	16	7/8	400	75	19	380	115	290	330	12	0,93—1,16

крепление втулки на винте с течением времени ослабляется вследствие смятия стенок конических дыр, благодаря чему получается неравномерная работа винта.

Лит.: Ю рьев Б., Воздушные гребные винты (пропеллеры), М., 1925; Park W. E., A treatise on Airscrews, L., 1920. А. Александров.

ВУАЛЬ в фотографии, имеет несколько значений.

1) Вуаль химическая—очень мелкий налет на негативе, появляющийся обыкновенно в результате неправильной обработки: а) желтая вуаль вызывается продуктами окисления проявителя (особенно часто при пирогаллоле); устраняется бромированием (на 100 см³ воды 3 г брома, 2 г бромистого калия) с последующим вторичным проявлением или коротким погружением в раствор сулемы (1 : 100); б) красная серебристая В. вызывается избытком сульфита при проявлении пирогаллолом, гипосульфита—при железном проявителе, выветрившимся сульфитом—при амидоле; объясняется растворением серебра в проявителе и осаждением его в слое в коллоидальном состоянии; в) иногда с поверхности В. бывает зеленой, а на просвет красной; такая В. называется двцветной, или дихроистической; красная и дихроистическая В. устраняются бромной медью с последующим проявлением; г) синяя В. состоит из берлинской лазури, образующейся при соединении ионов закиси и окиси железа (например в урановом усилителе); устраняется растворами щелочей; д) белая известковая В., осадок шавелевокислого кальция, который образуется при промывании жесткой водой после железного проявителя; устраняется кислой квасцовой ванной.

2) В. в сенситометрии (см.)—серый налет, покрывающий весь негатив и особенно заметный в местах, не подвергшихся освещению. Объясняется химическим восстановлением серебра проявителем из неосвоенных зерен AgBr. Вуаль обычно определяется вычитанием плотностей, измеренных на сенситограмме.

3) В. световая вызывается действием света на пластинку до или во время проявления; если случайно кассета была неплотно закрыта, если в камере или в кассете были щели, если красный фонарь в темной комнате был слишком ярк или пропускал кроме красного другие цвета и если в фонаре были щели. Равномерную вуаль свето-

вую, как и химическую В., можно удалить ослабителем Фармера (см. *Ослабитель*); против В. в виде отдельных пятен средства нег.

4) Воздушная В. вызывается воздушной дымкой (частицами пыли, водяными парами и светорассеянием воздуха) при съемке земных предметов с воздуха (см. *Аэрофотография*); затягивая весь негатив, она уменьшает контрасты. Действие ее ослабляется подбором негативного материала, светофильтров и условий проявления.

Лит.: Э н г л и ш Е., Основы фотографии, М.—Л., 1927; Солыский Д., Иванов И., Хомяков А., Чибисов К., Тарасенков Д., Фотография и аэрофотография, М., 1926. А. Рабинович.

ВУАЛЬ, гладкая тканая прозрачная материя, вырабатываемая из крученой основы и гребенного утка. Ткань производится из хлопчатобумажной, камвольной пряжи и шелка. Качество, тонкость и прозрачность ткани зависят от природы пряжи, ее номера и плотности ткани. Камвольная вуаль вырабатывается из основы и утка № 3/24, по плотности—22 нитки основы и утка на 1 дм.; хлопчатобумажная В.—из основы и утка № 2/50, основа—34 нитки и уток—36 прокидок на 1 дм. Для хлопчатобумажной В. крученая пряжа м. б. заменена гребенной пряжей № 50 и 60. Для получения лучшей прозрачности и ровноты делаются широкие кромки, доходящие до 1/2 дюйма ширины и более. Лицевая сторона вуальной готовой ткани иногда дополняется всевозможными цветными рисунками, воспроизводимыми из мерсеризованной пряжи, натурального и искусственного шелка при помощи вышивальных машин. В. иногда подвергается крашению и набивке. См. *Ткани*. С. Молчанов.

ВУДА МЕТАЛЛ, см. *Висмутовые сплавы*.

ВУДИТ, упругий и теплоустойчивый материал, служащий суррогатом каучука. Выдерживает действие жиров, масел, кислот, щелочей и солей. Производится из водоросли *Fucus vesiculosus*, из класса бурых водорослей, и каучука. Согласно Ан. П. 1901 г. Вуда и Барллета, 10—30 ч. этой водоросли, измельченной, промытой и обработанной щелочью, кипятят с 5—20 ч. древесины и 5 ч. мастики до образования вязкой массы; затем к смеси прибавляют до 100 ч. каучука, а также серу, и подвергают смесь вулканизации. В. применяется для прокладок, клапанов и т. п. изделий. П. Флоренский.

ВУЛКАЗОЛ, патентное название фурфур-амида (C₅H₄O)₂N₂; применяется как уско-

ритель процесса при вулканизации каучука. В. относится к числу аммиачных производных альдегидов и получается из фурфуурола $C_4H_4O \cdot CHO$ посредством обработки его водным аммиаком. Влажный продукт реакции подвергается затем нагреванию в автоклаве при 120—140° в течение 3 часов или при 80—100° в течение 48 часов и дает бурую смолу, легко растворимую в бензоле, $ct^{\circ}_{пл}$ 121° и t° вспышки 250°. Вулказол применяется также в качестве лаковой смолы—самостоятельно или с льняным маслом.

Лит.: Ellis C., Synthetic Resins and their Plastics, p. 217, N. Y., 1923; Wurtz A., Dictionnaire de chimie pure et appliquée, v. 1, partie II, p. 1506, P., 1874—1908; Trickey, Miner. a. Brownlee, «Industrial and Engineering Chemistry», Easton, Pa., 1923, p. 65; Dubosc A., «Le Caoutchouc et la Gutta-Percha», P., 1920; Dubosc A., «Kunststoffe», München, 1921, II, p. 59. П. Флоренский.

ВУЛКАН-АСБЕСТ, прочный изолирующий и уплотняющий материал, сохраняющий постоянно при нагревании и представляющий собою смесь роговой резины (эбонита) с асбестовым волокном. Лишь незначительно уступая чистому эбониту по изоляционной способности и удобству обработки, вулкан-асбест обладает преимуществом большей механической прочности, почему применяется (вместо мрамора) для распределительных досок. Толщина пластин—от 2 до 10 мм; максимальные размеры пластин—2×1 м. См. Эбонит.

Л. Горбунов.

ВУЛКАНИЗАЦИЯ каучука, технич. прием обработки каучука для придания ему более совершенной и постоянной эластичности и нерастворимости. Сырой каучук не годится для готовых изделий, т. к. его эластичность слишком невелика и слишком сильно меняется от температуры. При нуле он становится более твердым и при дальнейшем охлаждении даже хрупким; начиная же с 30° постепенно размягчается и при дальнейшем нагревании (около 150°) постепенно расплавляется, становится клейким и при охлаждении не возвращается вновь в прежнее состояние. Помимо этого, сырой каучук легко растворяется в некоторых растворителях (сероуглероде, бензоле, хлороформе, четыреххлористом углеороде, бензине, скипидаре, керосине). Способов вулканизации несколько, но все они основаны главным образом на действии серы в той или другой форме. Указываемые в некоторых руководствах в качестве вулканизирующих агентов сернистые соединения металлов могут считаться таковыми лишь постольку, поскольку они содержат свободную серу; в противном случае они могут влиять на процесс В. наравне с окисями и другими несодержащими серы соединениями металлов, присутствие которых скажется на конечном эффекте В. Точно также и предлагающиеся в свое время в качестве вулканизаторов фосфор, селен, тринитробензол и другие, представляя теоретический интерес, практического значения не имеют.

Различают два типа В.: холодную и горячую. Холодная В. также делится на два вида. По первому способу она производится при помощи полухлористой серы; предмет из сырого каучука в готовой форме помещают в пары полухлористой серы S_2Cl_2 или в раствор ее в каком-нибудь раствори-

теле (Parkes, 1846 г.), при чем последний не должен реагировать с S_2Cl_2 и должен обладать свойством растворять каучук. Наиболее подходящим растворителем служит сероуглерод, а также бензин и четыреххлористый углерод. За последнее время, помимо других галоидопроизводных жирных углеводородов, начинают применять, особенно в Америке, также и хлористый этилен из этилена, получаемого при крекировании нефти. В присутствии S_2Cl_2 каучук не растворяется в растворителе, но пропитывается полухлористой серой и получает при этом новые свойства. Продолжительность действия S_2Cl_2 определяет свойства конечного продукта. Обычно при работе с 2%-ными растворами и при толщине стенок каучукового изделия не более 1 мм операция занимает время от десятка секунд до одной или нескольких минут. При слишком энергичной В. происходит так наз. *перевулканизация*, и изделия становятся хрупкими. Само собой разумеется, что для холодной В. могут употребляться только тонкостенные изделия: трубки, баллоны, соски, перчатки, презервативы, вообще тонкие пластинки, так как в ином случае наружная поверхность будет гораздо сильнее вулканизоваться, чем внутренние части. После В. изделия извлекают и просушивают или промывают еще водой или слабым раствором щелочи. Другой способ холодной В. открыт недавно англичанином Пичи (Peachey, 1919 г.). Тонкостенные изделия помещают сперва на 10—20 м. в атмосферу SO_2 , затем после легкого обдувания их переносят в камеру, наполненную H_2S , где оставляют на 15—25 м.; по истечении этого срока изделия превращаются в вулканизованный товар. Способ Пичи может быть применяем в очень разнообразных случаях, напр. для В. склеенных стыков, и обладает многими преимуществами.

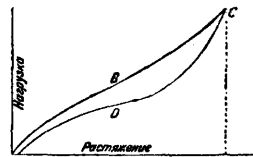
Горячая В. при помощи серы. 1) Изделия в готовой форме погружают на некоторое время в расплавленную серу при t° 125—130°, после чего их извлекают, очищают механически от приставших кристаллов серы и промывают горячим слабым раствором щелочи для окончательного удаления серы с поверхности. Этим способом можно вулканизовать также только тонкостенные предметы, т. к. в этом случае сера имеет возможность равномерно продиффундировать сквозь всю толщину стенки. Хотя этот способ теперь уже оставлен, тем не менее он представляет большой интерес в научном отношении и дает довольно важные указания, относящиеся к природе В. (Бызов и Попова). 2) К сырому каучуку вместе с необходимыми примесями прибавляют (на вальцах) 5—10% серы в зависимости от качества, назначения и твердости желаемого изделия; т. н. роговой каучук, или эбонит, содержит 25—50% серы. Сформированные из полученного теста изделия подвергают затем В., т. е. нагреванию, которое производится различными способами. Формованные изделия в металлических формах (или закатанные в ткань или просто положенные на слой талька на противнях) помещают в воздушную печь при t° 130—140°, при чем давление может быть повышенное; в других случаях формы помещают в

автоклавы с перегретым водяным паром при тех же t° или, наконец, зажимают в нагреваемых прессах. Эта форма В., хронологически первая, сейчас наиболее распространена; подавляющее количество резиновых изделий вулканизуется именно по этому способу.

Свойства вулканизованного каучука зависят от многих условий, поэтому правильная В. принадлежит к числу наиболее трудных и важных операций резинового производства. Во-первых, качество сырого каучука и способ его предварительной обработки сказываются на результатах при его В.; во-вторых, количество прибавленной серы, t° , продолжительность и род вулканизации в различных комбинациях позволяют вести процесс в желаемом направлении; наконец, имеет значение присутствие различных примесей, как органических, так и неорганических. Вопреки общепринятому мнению, доказано многими опытами, что присутствие многих веществ чрезвычайно важно, так как без них невозможно осуществить правильную В. Особенное значение в этом отношении в последнее время получили так называемые ускорители, т. е. вещества, прибавление которых к каучуковой смеси облегчает В., т. е. сокращает время нагревания и понижает необходимое для процесса В. температуру. Так, при горячей В. в воздухе требуется присутствие окиси свинца или основных его солей вместе с органич. к-тами или содержащими кислотные гидроксильные органич. соединениями (жидкими при t° В.). Из органич. ускорителей в горячем воздухе активными являются: тиурамидсульфид, ксантогенаты и меркаптобензотиазол. При В. в водяном паре применяются преимущественно основные ускорители; сюда принадлежат минеральные щелочи: $\text{Ca}(\text{OH})_2$, MgO , NaOH , KOH , а также растворимые соли, дающие при гидролизе основания, например Na_2CO_3 , Na_2CS_3 , те же калиевые соли, некоторые сернистые металлы и т. п. Из органич. ускорителей в эту группу входят органич. основания, амины и целый ряд неукладывающихся в какую-нибудь определенную классификацию органич. соединений. По большей части это—производные H_2S , тиомочевины, аммиака, CS_2 и различные продукты уплотнения аминов с сернистыми соединениями. В практике наибольшее распространение пользуются: дифенилгуанидин, альдегид-аммиак, гексаметилентетрамин и дитиокарбаматы. Это—патентованные вещества, идущие под разнообразными нерациональными названиями. Часто активность ускорителей повышается от присутствия небольших количеств окиси цинка. Помимо поименованных ускорителей имеет значение для самого процесса и среда, в к-рой ведется В. Так, напр., воздух является неблагоприятной средой при обыкновенном давлении; повышение давления улучшает течение В. Угольный ангидрид и азот не помогают вулканизации; в атмосфере аммиака или сероводорода получаются очень хорошие результаты.

Так как В. переводит каучук в нерастворимое состояние и улучшает его эластичность, то контроль над В. ведется лучше всего при помощи измерения этих свойств.

В практике обычно применяют определенные разрывного усилия и растяжения при разрыве, иначе говоря, прочности изделия, однако этот метод слишком груб и в случаях тонкого контроля над изменениями каучука при вулканизации не применим. Кроме того, он собственно не является мерилом эластичности, поэтому пришлось разработать другие методы. Эластичность измеряется модулем упругости Юнга; этот модуль у каучука меняется в зависимости от нагрузки, поэтому *Закон Гюка* (см.) к каучуку не применим. При малых нагрузках модуль больше, затем по мере возрастания нагрузки он падает, остается постоянным и, наконец, снова возрастает. Для сравнения разных каучуков нужно пользоваться измерением модуля Юнга в постоянной области; эта область лежит приблизительно в пределах 300 % растяжения. При В. модуль Юнга обычно возрастает до известного максимума, характеризующего оптимум вулканизации, а затем начинает падать в силу наступающей перевулканизации. Другим мерилом эластичности является так называемая полезная упругость. Определение ее основано на следующем. Если постепенное растяжение каучука под влиянием возрастающей нагрузки изобразить при помощи координат (фиг. 1), где на оси абсцисс



Фиг. 1.

отложены растяжения, а на оси ординат нагрузки, то кривая растяжения примет вид ABC ; при падении нагрузки кривая пойдет обратно по другому пути CDA , и даст так называемую гистерезисную петлю. Нетрудно видеть, что площадь $ABCE$ изображает работу, затраченную на растяжение. Площадь A_1DCE изображает работу, возвращенную каучуком. Отношение площадей A_1DCE ко всей затраченной работе $ABCE$ и есть мерило полезной упругости. Ее удобнее всего изображать в процентах. Совершенно ясно, что в случае идеальной эластичности никакой работы поглощаться не будет, и это отношение равно 1, или, соответственно, полезная упругость равна 100%. В случае же не эластичного, а пластичного тела она равна 0; состояния же пластично-эластичные, к-рыми обладает каучук в различных стадиях В., лежат в промежутке. Т. о. полезная упругость является мерилом эластичности. Что касается растворимости, то измерять ее у каучука непосредственно, как у кристаллических тел, невозможно. Поэтому полезнее всего прибегать к измерению набухаемости образцов в каком-либо растворителе (по методу Гофмейстера), т. е. к определению веса поглощенной при набухании жидкости в течение 24 часов. Опыт показывает, что для вулканизованного каучука максимум набухания наступает уже через 24 часа. Применение описанных методов дает возможность проследить течение вулканизации при различных условиях и в зависимости от влияния тех или других примесей. По харак-

теру своему взаимодействию между серой и каучуком многими относится к числу химических реакций, что, повидимому, неправильно. Никогда не удастся связать всю приращенную серу; часть ее, и вполне определенная, остается после В. в свободном состоянии и может быть извлечена растворителями, например горячим ацетоном (с 0,6 одна я сера). Остаток, т. е. разность между общей прибавленной серой и свободной, носит название связанной серы. Связывание серы в процессе В. подчиняется определенному закону:

$$k = \frac{1}{t} \ln \frac{\text{общ. сера}}{S_t},$$

где k —постоянная, t —время, S_t —свободная сера за время t . Величина k зависит от t^0 и от состава смеси, а также от условий В.; при повышении t^0 на $10^\circ k$ удваивается. Таким образом по связыванию серы можно наравне с вышеупомянутыми физич. свойствами составить критерий степени В. Связанная сера в свою очередь разделяется на две части. Одна окисляется бромом в водной среде и представляет собой поглощенную набуханием каучука серу, находящуюся в виде мельчайших капелек в переохлажденном аморфном нерастворимом состоянии. Другая—не окисляющаяся, повидимому, находится в химически связанном с каучуком состоянии. Однако эффект В. вызывается, по всей вероятности, именно первой, следовательно не образованием химич. соединений серы с каучуком, а чисто коллоидными процессами между ними, т. е. адсорбцией, набуханием, желатинированием и в результате образованием тончайших капелек переохлажденной серы коллоидных размеров, что создает в студии каучука коллоидную систему второго порядка. Процесс В. необратим, т. е. при обратном удалении серы происходит, очевидно, разрушение молекул каучука и уничтожение его ценных качеств (эластичности). Возможно, что В. сопровождается также изменением строения или какими-либо другими превращениями углеводорода каучука (напр. полимеризацией). В этом случае обратная регенерация вулканизованного каучука в исходный сырой не сулит благоприятных результатов, т. к. она также представляла бы собой необратимый коллоидный процесс. Поэтому технич. де ву л к а н и з а ц и я ограничивается очисткой и пластицированием отбросов вулканизованных изделий, чтобы превратить их в состояние, допускающее тесное смешение с свежим каучуком или с новыми примесями и серой и способное к новой В.

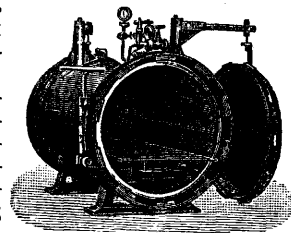
О вулканизации отдельных видов резин. изделий см. *Асфальта, Галоши, Гребни*.

Лит.: Бызов Б., «Ж», 1921, т. 53, стр. 1—180; Bedford C. W. and Winkelman H. A., *Systematic Survey of Rubber Chemistry*, p. 53—73, N. Y., 1923; Во й г у, серия статей в «Le Caoutchouc et la Gutta-Percha», P., 1926—27; К и р ч х о ф F., *Fortschritte in der Kautschuk-Technologie*, Dresden, 1927; Luff B., *Chemistry of Rubber*, London, 1923; Simons H. E., *Rubber Manufacture*, L., 1922; Weber L. E., *The Chemistry of Rubber Manufacture*, London, 1926; «Журнал резиновой промышленности», Москва, с 1927. **Б. Бызов.**

Техника безопасности. При холодной В. в воздух мастерской постувают пары ядов. Полухлористая сера при разложении

водой выделяет пары сернистого ангидрида SO_2 , иногда в воздух попадают и пары сероводорода. Особенно большое значение для здоровья работающих имеют растворители (бензин, бензол и в первую очередь сероуглерод), вызывающие тяжелые отравления. Замена сероуглерода тетрахлоруглеродом, этилентетрахлоридом и трихлорэтиленом лишь несколько ослабляет опасность отравлений и их интенсивность, но отнюдь не делает холодную В. совершенно безвредной. С другой стороны, сероуглерод и другие растворители представляют собой вещества легко воспламеняющиеся, чему способствует их электризация при движении. Вместе с тем пары растворителей в смеси с воздухом могут при известных условиях образовывать взрывчатую смесь. Для устранения этих опасностей и вредностей требуется: 1) устраивать отделение холодной В. в особых изолированных помещениях и притом отнюдь не под другими мастерскими; 2) снабжать мастерские приточно-вытяжной вентиляцией, при чем для сероуглерода, в виду его большого уд. веса, отсасывание должно производиться вниз, а подача свежего воздуха сверху; 3) устраивать автоматич. приспособления (например с применением легко перегорающего шпура), которые, в случае воспламенения растворителей, тотчас же закрывали бы сосуд для В. герметической крышкой или заполняли его водой; 4) применять в отделении В. только герметическую электрич. арматуру, при чем рубильники должны находиться вне помещений, где м. б. пары растворителей; 5) хранение и подачу растворителей лучше всего производить при помощи инертного газа, наприм. по системе Мартини и Гюнеке. Во всяком случае в рабочем помещении должен храниться запас не более дневного потребления и притом в герметически закрытых сосудах.

Г о р я ч а я В. является значительно менее опасной и вредной. В этом отношении следует отметить: 1) поступающую в воздух мастерской тальковую пыль; 2) высокую t^0 и влажность при разгрузке вулканизационных котлов; 3) опасность от аварий и взрывов этих котлов, работающих под давлением 4—5 atm; 4) сильные мускульные напряжения и возможность несчастных случаев при ручном перемещении вулканизуемых предметов. Для предупреждения этих опасностей и вредностей необходимо: 1) устраивать над местом разгрузки котлов вытяжные зонты, соединенные с эксгаустером, для удаления паров; 2) снабдить котлы манометрами и предохранительными клапанами, следить за их состоянием и подвергать их периодическим освидетельствованиям, согласно правилам НКТ; 3) механизировать перемещение тяжелых предметов, подлежащих вулканизации, при помощи подъемных устройств (кошек и т. п.); 4) снабдить котлы приспособлениями для легкого и надежного открывания



Фиг. 2.

и закрывания крышек. На фиг. 2 изображен вулканизационный котел с подвешенной крышкой и байонетным затвором. При вращении маховичка выступы кольца котла заходят за выступы крышки.

Кроме всего этого к работам по В. не должны допускаться женщины и подростки. Все работающие при холодной В. должны подвергаться регулярному медицинскому осмотру, при чем при первых признаках отравления сероуглеродом они должны сниматься с работы. Все рабочие холодной В. пользуются сокращенным 6-час. рабочим днем (пост. НКТ СССР 7/VI—1923 г.), дополнительным 2-недельным отпуском (пост. НКТ СССР 28/VI—1923 г.) и получают по бутылке молока в день (пост. НКТ СССР 27/IX—1923 г.). Рабочие горячей В. пользуются дополнительным 2-недельным отпуском при условии тяжелой физическ. работы.

Лит.: Королев А. Е., Пожарная охрана пром. предприятий, стр. 145—146, 2 изд., М., 1927; Гартман К. Вентиляция промышленности, заводской, стр. 152—153, Москва, 1926; S u r F., Handbuch des Arbeiterschutzes und der Betriebssicherheit, В. 2, р. 276—285, В., 1927.

С. Каплун, П. Сянов.

ВУЛКАНИЗАЦИЯ ДРЕВЕСИНЫ, один из способов консервирования древесины (см. *Дерева консервация*) с целью предохранения ее от гниения, особенно когда она должна находиться в условиях переменной влажности и t° , способствующих развитию грибов и бактерий. Способ В. д. состоит в том, что древесину помещают в герметически закрытое помещение, обычно цилиндрический котел, и подвергают действию высокой t° (120—180°) при высоком давлении (3—16 atm); после того как вся толща древесины хорошо прогреется, ее, при том же давлении, постепенно охлаждают. Описанная процедура вызывает в древесине частичное разложение, при чем продукты последнего, под влиянием высокого давления, входят в раствор медленно выделяющихся дегтей и смол, к-рые обволакивают и пропитывают как волокна древесины, так и межклеточные пространства; высокая t° способствует, кроме того, стерилизации древесины. В. д. была распространена до конца 90-х гг., но с 1903 г. она стала решительно вытесняться прочиточными процессами (см. *Деревотропитка*), так как наблюдения показали, что В. д. хотя и повышает сопротивляемость древесины гниению, но вместе с тем ухудшает ее механич. свойства: древесина становится более хрупкой и слабой. В СССР В. д. недавно нашла применение при изготовлении буковых шпал (проф. Гуленко). Тем не менее этот способ (вулканизация с предварительной запаркой) распространения не получил, несмотря на то, что бук содержит в себе сильное консервирующее начало — креозот.

М. Квятковский.

ВУЛКАНИЗОВАННАЯ ФИБРА, электро- и теплоизоляционный слоистый материал, применяющийся также в машиностроительной и подолочной промышленности. В. ф. выделяется из наращиваемой слоями бумаги, желатинированной помощью солей, и выпускается в продажу в виде листов (поверхность которых, по Швальбе, может быть увеличиваема почти безгранично), палок и трубок. В. ф. заменяет до известной сте-

пени кожу, мягкий и твердый каучуки, рог, дерево, а в нек-рых применениях и металл. В. ф. производится двух родов: твердая (рогоподобная) и мягкая (кожеподобная). Все В. ф. вырабатываются сходным процессом, но в зависимости от исходного сырья и деталей производства весьма различаются по качеству. На рынок они поступают под названиями: твердая фибра, вулканизованная фибра, вулканизованная фибра, египетская фибра, вулканизованное палье-маше, лете-роид, лете-рбумага, электрик-пирлес, ди-электрик-дилевер, диэлектрик даймонд, растительная фибра, красная фибра, ройте-роид, конденсит, целорон, дурит, дурат-дерматит, пасколин, амалит, дисфико, рыба бумага, фибероид, виллесденова бумага, гволева фибра, фибра высшего сорта и т. д. Официальная англ. инструкция 1923 г. для испытания В. ф., применяемой в электротехнике (ЕРА), установила основные сорта В. ф. (см. табл.). Первоначально В. ф. вырабатывалась исключительно в С. Ш. А., и лишь значительно позже европейская промышленность научилась производить В. ф. высшего качества. Причина этой задержки заключается в секретах, касающихся подробностей процесса производства В. ф., хотя общие основания его весьма несложны. Эти подробности и теперь в значительной мере скрываются з-дами. Сущность процесса состоит в гидролизировании и поверхностной желатинизации (пергаментировании, неправильно называемом «вулканизацией») волокна целлюлозы при помощи раствора хлористого цинка (Т. Тейлор—1859 год), роданистого кальция (А. Дюбоск—1905 г., Уильямс—1921 год), двойной азотной кислоты соли меди и аммония (Виллесден), серной кислоты и других соединений, при чем целлюлоза переходит в *амлоид* (см.). Желатинизирующую ванну заводчики называют иногда «кислотю», и это название подает мысль о кислотном характере В. ф., тогда как он, скорее, основной. Предлагали для желатинизации также растворы хлорист. магния, кальция, алюминия, олова, с последующей обработкой азотной к-той. При нагреве и небольшом давлении набухшие волокна склеиваются, образуя однородную массу волокнистой структуры, и, по весьма тщательном, но осторожном, вымывании солей, дают упругий, чрезвычайно прочный, нерасщепляющийся материал, обладающий электро- и теплоизоляционными свойствами, хорошо обрабатываемый различными приемами, стойкий в отношении жиров, растительных и минеральных масел, растворов нейтральных солей и слабых кислот и не разрушающийся ни холоднью ни кипящею водою. Наилучшим исходным сырьем для производства В. ф. считается тряпичная бумага, выделанная из старого хлопчатобумажного тряпья, так как новая хлопковая бумага не дает В. ф. высшего качества. Для В. ф. менее ответственного назначения в настоящее время применяется новая хлопковая бумага и даже древесная масса. Желатинизирующая ванна из 76%-ного раствора хлористого цинка д. б. нагрета до 27—100°. Грандужен рекомендует раствор в 72° Вё (уд. вес 1,85), при 45°. По сообщениям Гоф-

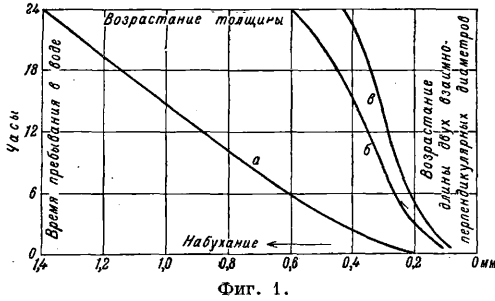
Классификация и характеристика основных видов вулканизированной фибры.

Категория	А	В	С
Характеристика			
Качество	Наилучшее	Среднее	Низшее
Применение	Специально электротехническое	Машиностроение, подделка, обшивка стен, доски для столов, отчасти в электротехнике	Специально для чехлонов, актовых папок, небольших ремней и т. д.; для электротехнич. применения непригодна
Исходный материал	Поношенное тряпье, особенно чулки	Хлопковая целлюлоза	Древесная целлюлоза
Выделка	Весьма постепенная и очень тщательная отмывка минеральных солей	Тщательная, но не столь постепенная отмывка солей	Быстрая и мало тщательная отмывка солей
Общие технические условия	Высокие электрическ. и механические характеристики	Довольно хорошие механич. характеристики	Слабые механич. характеристики и почти отсутствие изоляционных качеств
Сорта	Серая фибра естественного цвета. Красная фибра наилучшего качества. Черная фибра наилучшего качества. Летероид и другие электротехнич. фибры	Наибольшая часть окрашенных В. ф.	Специальные поделочные В. ф.
Основной признак	Твердая, рогоподобная	Твердая	Гибкая, кожеподобная

мана, на 1 кг бумаги требуется 4 кг концентрированного раствора хлористого цинка, но часть последнего м. б. регенерирована. Бумага из ванны наматывается на большие барабаны до наращивания потребной толщины, затем срезается с барабанов и проходит через ряд ванн, содержащих растворы хлористого цинка уменьшающейся крепости; когда содержание его в бумаге доведено до 0,15%, начинается вымывание дистиллированной водой. Весь процесс промывки длится, в зависимости от толщины листов, от 6 дней до 12 месяцев; при толщине около 6 мм требуется 3—4 недели, а при толщине 5 см—от 6 до 8 мес. По окончании промывки В. ф. просушивается при 40—60°, прессуется и каландрируется. Многочисленными опытами установлена важность тщательного и длительного просушивания В. ф. Палки В. ф. вырабатывают навивкою желатинированной бумаги на стержень квадратного сечения, а трубки—навивкою на валы. Окраску обычно делают окисью железа или анилиновыми красками, однако от применения последних ухудшаются электроизоляционные свойства В. ф. Усадка В. ф. при сушке и отделке достигает 50%. В случае применения роданистого кальция вместо хлористого цинка требуются растворы с $t^{\circ}\text{кип.}$ между 135 и 150°, а желатинизацию целлюлозы ведут при 80—100°; растворы иной концентрации, большей или меньшей, не оказывают желаемого действия. В. ф. нуждается после изготовления в тщательном хранении; рекомендуется температура несколько превосходящая комнатную, и влажность в 60—65%, при чем пластины помещают стоймя, на ребро, и отделяют одну от другой. В случае надобности мягкость В. ф. может быть увеличена пропиткою фибры глицерином. Обработка листов В. ф., согласно патенту Томаса Ойе (Oue),

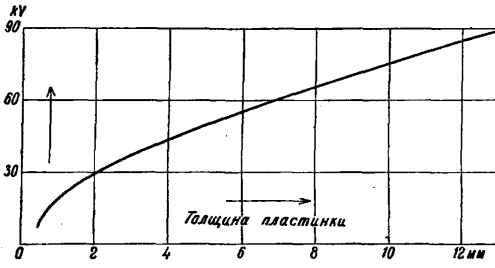
дает гибкий и мягкий материал, напоминающий кожу. Процесс Ойе состоит в пропитке уже готовой В. ф., толщиной 1—6 мм, водным раствором хлористого цинка (при подогреве), полной просушке и вторичной пропитке (на холоду) водно-масляной эмульсией, напр. из сульфированного касторового масла («турецкое красное масло»), а затем (тоже на холоду) животными или растительными жирами. После этого с поверхности тщательно удаляют избыток масла, и В. ф. погружают в водный раствор жидкого стекла или же в расплавленный парафин, избыток которого также снимают с поверхности фибры. Существуют и другие многочисленные процессы обработки В. ф., например пропитка бакелитовым лаком для сообщения водонепроницаемости, битуминозными веществами и т. д. Из продуктов обработки В. ф. замечателен летероид (leatheroid), способный во влажном состоянии подвергаться прессовке и формовке, так что отдельные части его спаиваются между собой без постороннего клея. Сорта дерматин и сходные с ним дурит и дурат содержат «перчу гум», фибру, серу, сернистую сурьму, окись железа, асбест, квасцы, окиси цинка и сернистого цинка, углекислый аммоний и представляют стойкий в отношении нагрева, холода, сухости, влаги, жиров и кислот материал. Наконец, следует отметить композицию В. Штрейтцига для распределительных досок и вообще изолирующих пластин, изготовляемую из порошкообразной В. ф. с цементом. В некоторых случаях поверхность В. ф. покрывают («облагораживают») лаком. Для склейки В. ф. рекомендуется клей: 60 ч. асфальта сплавляют с 18 ч. каменноугольного дегтя и затем разбавляют 25 частями бензола; клей в горячем виде наносится на пластины, которые затем выдерживают под сильным давлением.

Свойства В. ф. Химическ. состав В. ф. характеризуется следующими данными: амиллоида 93—85%; воды 6,4—12%; нерастворимых солей (Sn, Si, Fe, Al, Zn, Cu, Mg) 0,6—3%. Уд. вес готового продукта 1,1—1,48, а вышних сортов 1,3—1,5. В. ф. сильно



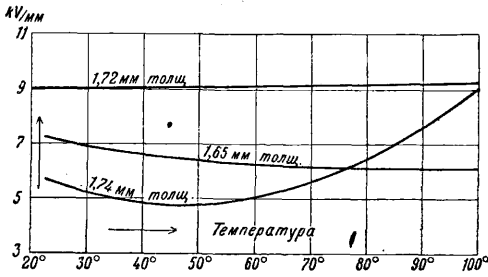
Фиг. 1.

поглощает воду: за 24 ч.—от 25 до 70%. Красная В. ф. за 19 дней поглощает 62 объемных % воды, увеличиваясь в объеме на 51%, а за 34 дня поглощает 76 объемных % воды, увеличиваясь в объеме на 61%. Набухание диска В. ф., толщиной 10 мм и диам. 36 мм, в зависимости от времени пребывания в воде, представлено, по Бауману,



Фиг. 2.

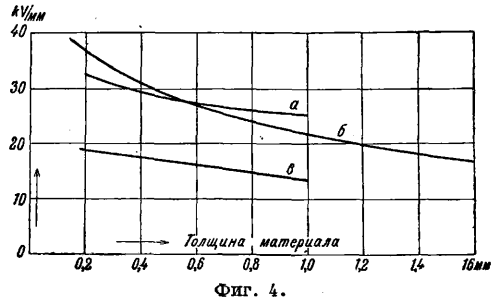
на фиг. 1, при чем кривая *a* относится к возрастанию толщины, а кривые *b* и *c*—к возрастанию продольного и поперечного диаметров (см. ниже). Вода при 60° поглощается В. ф. гораздо быстрее, чем холодная, но общее количество поглощенной воды и увеличение объема при 60° меньше, чем при обыкновенной *t*°. Поглощая воду, В. ф. размягчается и при высухании коробится; так же действует и пар. Воспламеняется В. ф.



Фиг. 3.

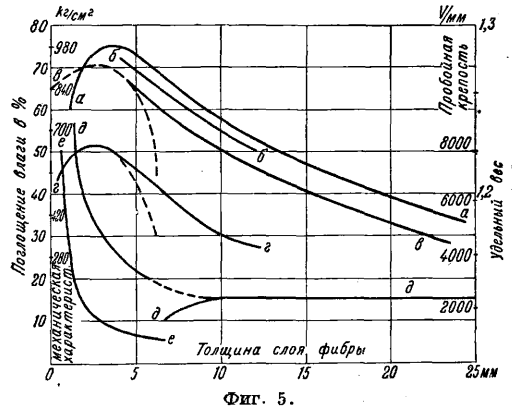
нелегко; при высокой *t*° обугливается и становится хрупкой; активное сгорание начинается при *t*° ок. 343°. Светом В. ф. не разрушается. Вода, ацетон, алкоголь, водный аммиак, сероуглерод, бензол, эфир, бен-

зин, скипидар и озон не оказывают на В. ф. остающегося действия; минеральные и растительные масла слегка поглощаются ею; слабые *k*-ты и щелочи вызывают набухание, а затем разделение В. ф., тогда как крепкие *k*-ты и щелочи производят быстрое распадение волокон. Характеристики В. ф. весьма зависят от ее влажности, так что значения их м. б. указываемы лишь примерно. Так, для красной В. ф. удельное объемное электрическое сопротивление при 18° около



Фиг. 4.

$5 \times 10^9 \Omega\text{-см}$; диэлектрический коэфф. 3,5—4,5 (летероид); угол диэлектрических потерь 3°; диэлектрическая крепость красной В. ф. примерно 5 *kV/mm*, а летероида—10 *kV/mm*, при чем пробойное напряжение просушенной твердой фибры, в зависимости от толщины, представлено, по Гендриксу, на фиг. 2, а зависимость диэлектрич. крепости на пробой от темп-ры, для черной В. ф. различной толщины, представлена кривыми на фиг. 3, по Ивсу (Eves). Наконец, фиг. 4 показывает зависимость пробойной крепости роговой фибры от толщины материала, по



Фиг. 5.

Рейнеру (Rayner), при чем кривая *a* относится к роговой фибре, обработанной изоляционной эмалью («электроэнемель»), кривая *b*—к фибре, дважды проваренной в льняном масле, а кривая *c*—к фибре необработанной. Коэффициент термическ. расширения В. ф. 27×10^{-7} , а теплопроводность при 50° от $2,1 \times 10^{-3}$ до $3,3 \times 10^{-3} \text{ J cm}^{-2} \text{ cK}^{-1}$, т. е. от 50×10^{-5} до $79 \times 10^{-5} \text{ cal cm}^{-2} \text{ cK}^{-1}$. Различные свойства В. ф., предназначенной для электротехнического применения, представлены на фиг. 5, по А. Монкгаузу, в виде функций толщины слоя В. ф., при чем кривая *a* относится к удельн. весу; *b*—к проч-

ности на разрез, σ —к прочности на разрыв в продольном направлении и σ —к прочности на разрыв в поперечном направлении, в кг/см²; d —к насыщению воды (в %) по прошествии 24 часов при 15°; e —к электр. крепости при 90° (в В/мм). В виду различий в способе производства тонкой и толстой В. ф. кривые для той и другой не смыкаются или имеют различный ход. Пунктиром (на фиг. 5) показаны кривые, соответствующие применению процесса производства тонкой В. ф. к толстой.

Испытание В. ф.— вещество анизотропное; необходимо при испытаниях В. ф. различать направления: продольное (параллельн. перемещению материала в процессе его производства), поперечное (нормальное к первому и параллельное поверхности материала) и перпендикулярное (нормальное к продольному и поперечному). Испытание В. ф. для электротехнических применений, согласно упомянутой выше инструкции (ERA), состоит: 1) в изготовлении стандартных образцов, просушиваемых при 75—80° в продолжение 18—24 часов; в последующих измерениях: 2) толщины, 3) плотности, 4) сопротивления растяжению, продольного удлинения и поперечного сжатия при постоянной нагрузке, 5) сопротивления сжатию и сокращению при постоянной нагрузке, 6) сопротивлений на сдвиг и на разрыв, 7) сцепления между листами (испытание на расщеп), 8) сопротивления на изгиб, 9) гибкости (испытание на перегиб) в различные моменты: после изготовления образцов, после прогрева их в течение 48 ч. при 105—110° и после проварки в масле в течение 48 ч. при 115—120°, 10) диэлектрической крепости, 11) объемного электрического сопротивления в разных условиях влажности, 12) поверхностного электрич. сопротивления, 13) внутреннего электрич. сопротивления (между гнездами, высверленными в образце); образцы подвергают также испытаниям: 14) на покоробление, искривление и вздутие после пребывания в атмосфере влажностью в 75% в течение 18—24 ч., в сушке в течение 48 ч. при 105—110°, после проварки в масле в течение 120 часов при 105—110° и после нахождения в струе пара при 105—110° в течение 6 ч., 15) на обрабатываемость, 16) на химич. нейтральность, 17) на отсутствие проводящих частиц и скважин, 18) на действие масла в течение 7 дн. при 105—110°, 19) на поглощение воды в течение суток и 6 суток (поглощение иногда оценивается по разным направлениям) и 20) на пригодность В. ф. к закреплению обмоток. Указания стандартных образцов, над к-рыми должны производиться испытания, нормальные способы производства испытаний и испытательные аппараты содержатся в инструкции (ERA).

Лит.: Clément L. et Rivière C., Les matières plastiques et les soies artificielles, P., 1924; Fritsch J., Fabrication des matières plastiques, P., 1926; Scharger A. W., The Chemistry of Cellulose and Wood, N. Y., 1926; Monkhouse A., Electrical Insulation Materials, L., 1926; Blücher H., Plastische Massen, Lpz., 1924; Hoffmann C., Praktisches Handbuch der Papierfabrikation, B. 2, V., 1897; Baumann R., «Z. d. VDI», 1913, p. 907; Rauner E., «The Electrician», L., 1905, v. 54, p. 884; Rauner E., ib., 1914, v. 72, p. 702; Duboscq A., «Bull. de la soc. chim. ind. de Rouen», Rouen, 1905,

p. 318; Williams, «Journ. Soc. of Chem. Ind.», London, 1921, p. 221; Blücher H., «Papier-Ztg.», B., 1907, p. 2218; Eves W., «Electrical World», N. Y., 1918, v. 71, 26 Jan., p. 190; Eves W., «Electric Railway Journ.», N. Y., 1918, v. 51, 2 Feb., p. 238; Eves W., «The Electrician», L., 1918, v. 81, 26 July, p. 266; Lanorville G., «La Nature», Paris, 1924, t. 115, 23 Août, 2629; «Electrical World», New York, 1912, v. 60, p. 677; «Street Railway Bull.», Boston, 1906, v. 28, p. 573; «JAIEE», 1923, v. 61, p. 904; «Essener Anzeiger», Essen, 1923, 100; «ETZ», 1905, p. 912; Wernicke K., «ETZ», 1905, p. 1078; Rousseau L., «L'industrie électrique», Paris, 1910, t. 19, p. 447—493; Müller C., «ETZ», 1892, p. 72; Halle, «Kunststoffe», München, 1917, p. 1, 19, 32, 1919, p. 1; Directions for the Study of Vulcanized Fibre for Electrical Purposes, «JAIEE», 1923, v. 61, Sept., 322, p. 964 (франц. пер. «RGE», 1924, t. 15, 31 Mai, 22, p. 1014); «Revue générale des matières plastiques», P., 1925, t. 1, 6.

П. Флоренский.

ВУЛКАНИЧЕСКОЕ МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ, см. Минеральное сырье.

ВУЛКАНИЧЕСКОЕ СТЕКЛО, см. Стекло.

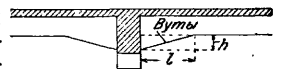
ВУЛКАНОЛЬ, мостовые камни в виде плит, приготовленные прессованием под высоким давлением из смеси полевшпатовой горной породы с глиной; изготавливается в Германии. В Петербурге до 1914 года вулкано-лем была замощена для пробы Бородинская улица. Материал В. обладает большой прочностью, но форма его, в виде гладких плит с довольно большой поверхностью, неудобна для замощения городских улиц, т. к. после дождя лошади на таких мостовых скользят.

Лит.: Товарная энциклопедия, М., 1927.

ВУРЦИЛIT (Wurtzilite), второй в ряду четырех асфальтовых пиробитумов, найденный в единственном месторождении в Юинта (Юта, С. Ш. А.) в виде сети вертикальных и горизонтальных жил мощностью от 25 мм до 0,6 м, с простираем от 100 м до 5—6 км. Режется и строгается ножом подобно рогу или китовому усю. В тонких пластинках эластичен подобно стеклу или слюде, реже подобен по эластичности резине. Стружки при быстром или сильном нажиме ломаются подобно стеклу, чем В. отличается от других асфальтовых пиробитумов и от асфальтитов. При нагревании до 425° в серной ванне не показал плавления. Цвет в массе черный, излом раковистый, блеск сильный, черта светлорубая, в тонких пластинках просвечивает темно-красным цветом, удельный вес 1,05—1,07, тв. по Мосу 2—3, тв. по игле пенетрометра при 25° равна 0, тв. по консистометру при 25° больше 150, в пламени размягчается и быстро сгорает, не плавится без разложения, твердого углерода содержит 2—25%, в CS₂ растворяется 5—10%, минеральных примесей содержит 0,2—2,5%.

П. Пальчинский.

ВУТЫ, в железобетонных сооружениях, утолщения плит или балок, как разрезных, так и неразрезных, вблизи опор по высоте сечения в целях повышения их сопротивления на коротком протяжении около опор, где моменты и перерезывающие силы достигают наибольших абсолютных значений, тогда как по направлению от опор они быстро падают. Такие увеличения сечения применяются к опорам для соответственного размещения арматуры в противодействии отрицательным изгибающим моментам. Отношение высоты h В. к его залужению (длине)

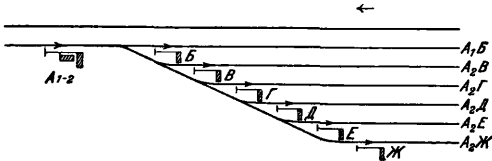


к его залужению (длине)

принимается обычно не более 1:3; в противном случае приходится учитывать влияние наклонного положения поверхности В. на величину расчетных напряжений. Если же по каким-либо соображениям устройство В. недопустимо, то увеличение сечения балок достигается уширением их. В отношении сопротивления балок увеличению сечения путем увеличения высоты является предпочтительным.

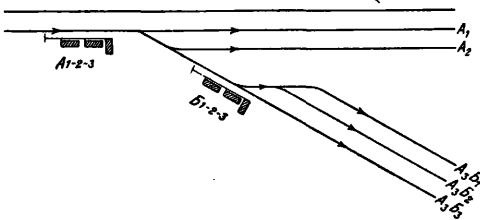
Лит.: Керстен К., Железобетонные сооружения, М., 1927; Техническая Энциклопедия, изд. т-ва «Просвещение», т. 2, СПб; Полейт А. Ф., Курс железобетона, М.—Л., 1925; Передерий Г. П., Курс железобетон. мостов, П., 1920. И. Запорожец.

ВХОДНОЙ СИГНАЛ, сигнал, устанавливаемый перед ж.-д. станцией для указания, разрешается ли вход на станцию поезду, следующему с перегона. В. с., по союзным правилам, может быть двузначным (дающим показания: «стой!» и «путь свободен») либо



Фиг. 1.

многозначным. В последнем случае, кроме тех же показаний, он дает еще знать, на какой путь или группу путей принимается поезд. Для этой цели в СССР пользуются двукрыльми либо трехкрыльми семафорами; из них первый дает три показания, а второй—четыре («стой!», «путь свободен по главному», «путь свободен на первый отклоненный», «путь свободен на второй отклоненный»). Если станция настолько развита, что для точного указания пути недостаточно трехкрылого семафора, то либо ставят двукрылый входной семафор A_{1-2} и дополняют его маршрутными семафорами Б до Ж (фиг. 1), устанавливаемыми в начале станционных путей, либо ставят последовательно несколько многокрылых семафоров



Фиг. 2.

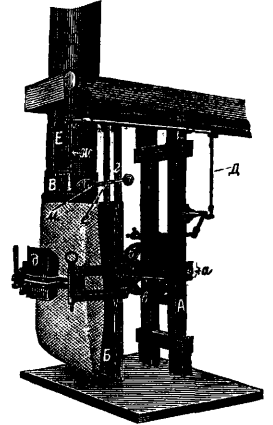
A_{1-2-3} , B_{1-2-3} (фиг. 2). На приведенных фигурах литеры с индексами возле путей обозначают, какие семафоры и на сколько крыльев должны быть открыты для движения по этому пути. Всякий входной семафор рекомендуется снабжать предупредительным диском. В. с., в случае надобности, снабжаются дисками сквозного прохода и маршрутными индикаторами. В. с. устанавливается на расстоянии не менее 50 м перед опасными точками пути; перед острым входной стрелки (если она противощерстная), или предельным столбиком (если стрел-

ка пошерстная), или той точкой на главном пути, до к-рой доходят маневрирующие составы (если маневры производятся с вытяжкой на главный путь), или, наконец, перед местом, где останавливается хвост наиболее длинного поезда (если опять-таки он не помещается целиком в пределах станционных путей). См. *Железнодорожная сигнализация*.

Лит.: Общие правила сигнализации на железных дорогах, М., 1925.

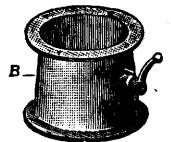
ВЫБОЙНЫЙ АППАРАТ, механич. приспособление для набивки мешков мукою, применяемое на хорошо оборудованных мельницах вместо набивки мешков вручную. Преимущество механической набивки мешков заключается не только в скорости и дешевизне этой операции, но и в более плотной набивке, что дает большую экономию в таре, так как мешки м. б. на 50—75 мм короче. Наиболее употребительная конструкция В. а. имеет следующее устройство (фиг. 1).

На деревянных стойках А укреплен на подшипниках колесчатый валик а, на одном конце к-рого насажены холостой и рабочий шкивы б. Колоно валика вместе с тягой в составляют кривошипный механизм, шатун которого сообщает колебательные движения вперед и назад деревянному щиту В, прикрепленному к потолку двумя стальными полосами г. Рама с дверкой д для удаления набитого и закладывания нового мешка прикреплена к этому же щиту и совершает вместе с ним колебательные движения. К выпускной трубе Е мучного закрома прикреплен чугунный патрубок (фиг. 1 и 2), называемый выбоинным клапаном В. Внутри патрубку находится диск, вращающийся на оси м; клапан поворачивается посредством рукоятки е. К выбоинному клапану В посредством хомута или ремня прикрепляется мешок, в который сыпается мука из выбоинной трубы. Вследствие быстрых движений системы щита, рамы и дверки мешок все время испытывает сотрясения, благодаря которым мука достаточно плотно набивается в него. Передача Д служит для пере-



Фиг. 1.

вода, посредством рукоятки жс, ремня с холостого шкива на рабочий и обратно. Аппарат делает 125 об/м. Другой тип В. а. имеет внутри выбоинного цилиндра, составляющего как бы продолжение выбоинной трубы, шнек, посредством к-рого мука сначала выпускается из трубы в мешок, а затем вдавливается в него до желаемой плотности. Аппараты эти не получили распространения на русских мельницах в виду сложности их конструкции.



Фиг. 2.

В. Прокофьев.

ВЫВЕТРИВАНИЕ, процесс разрыхления и распада поверхностных горных пород под действием атмосферных агентов. Полный цикл работы атмосферных агентов—внешних динамическ. сил, проявляющих свое действие в изменении рельефа земной поверхности, заключается в процессах: 1) В. (в широком смысле это понятие обнимает все разнообразные изменения пород), 2) удаления и переноса продуктов разрушения и 3) отложения осадков. Процессы В. разделяются на физические, химические и органические. Ф и з и ч е с к о е В. состоит в действии на горные породы солнечных лучей, ветра, воды и электрических ударов. Сильное нагревание солнечными лучами поверхностных слоев породы вызывает расширение их и затем д е с к в а м а ц и ю—отслаивание породы концентрическими кругами; охлаждаясь, нагретые за день, породы сокращаются, растрескиваются, постепенно крошатся и превращаются в песок. Вода, замерзая и увеличиваясь в объеме, раздвигает частицы породы; при повторном замерзании и оттаивании порода разрыхляется и рассыпается. Ветер удаляет все разрыхленные разнообразными процессами В. массы, обнажая тем самым новые слои породы для распада (см. *Дефляция*); сильный ветер несет твердые кварцевые песчинки, с силой ударяет ими по встретившимся породам, округляет неровности, вытачивает и углубляет впадины (см. *Коррозия*). Х и м и ч е с к о е В.—разрыхление пород гл. обр. водой, заключающей в себе растворенные газы, к-ты и соли; сбегая по склонам рыхлых или легко растворимых пород, вода прорывает в них глубокие борозды, разделенные параллельными гребнями; иногда же образует борозды в виде сетки, узора. О р г а н и ч е с к о е выветривание происходит при участии бактерий (деятельности азотных бактерий рода *Nitrosomonas*, например, приписывается В. многих вершин Альп), а главным образом растений: корни растений проникают в тончайшие трещины породы, расширяют их и растворяют породу выделением различных кислот. Строительные камни и стены искусственных сооружений, в особенности с шероховатыми поверхностями, легко заселяются низшими растениями (трещинные грибы, лишай, мхи и др.), плохо высыхают, поэтому вследствие замерзания воды скорее поддаются разрушению.

Лит.: О г Э., Геология, т. 1, М., 1924; Ш т и н И. и М у ш к е т о в Д., Технич. геология, Л.—М., 1925.

ВЫГОРАНИЕ КАНАЛОВ ОРУДИЙ, явление, связанное с применением бездымного пороха. Начало выгорания характеризуется появлением на переднем коническ. скате в канале, около начала нарезов, матового кольца, к-рое, по мере продолжения стрельбы, распространяется вперед и становится все более резко выраженным. Это матовое кольцо является следствием появления сети чрезвычайно тонких и очень неглубоких трещинок на поверхности канала. Сначала сетка не имеет сомкнутых петель, а представляет лишь группу пересекающихся между собой отдельных веточек, из к-рых более резко выражены продольные. Такую сравнительно менее резко выраженную кар-

тину явления выгорания каналов орудий можно наблюдать в каналах орудий только в самой первоначальной стадии их выгорания. По мере дальнейшей стрельбы отдельные трещинки удлиняются, встречаются с соседними и образуют замкнутые петли в виде сплошной сетки; эта стадия развития наступает после значительного числа выстрелов. Как глубина, так и ширина первоначальных трещинок увеличиваются с увеличением числа сделанных из орудия выстрелов. Наибольшее развитие получают продольные трещины, но на полях нарезов преобладают трещины поперечные. Как только сеть трещин получает значительное развитие, ведущий пояснок снаряда начинает срывать небольшие частицы стали с ребер полей нарезов, оставляя на них неровности, которые с каждым последующим выстрелом все более и более увеличивают заедание снарядных поясков и усиливают разрушение канала. Срывание полей нарезов иногда переходит в полное выкрашивание их целиком до глубины нарезов, а иногда даже глубже, так что на местах сорванных полей остаются борозды. Благодаря всему этому начало нарезов как бы отодвигается вперед все дальше и дальше и первоначальные размеры канала ствола в этой стадии В. к. о. являются сильно измененными. Выгорание распространяется в длину по нарезам, достигая своего максимума на некотором расстоянии от начала нарезов, а затем опять убывает почти до полного исчезновения в дульной части. Вследствие отдаления начала нарезов первоначальный объем каморы как бы увеличивается, что влечет за собой падение начальной скорости и уменьшение дальности. Изъявление начальной части нарезов делает неоднобразным врезание в них ведущих частей снаряда или пули, что создает изменение начальных скоростей, уменьшающее меткость. При сильном выгорании м. б. также и случаи срыва снаряда с нарезов и неправильный его полет. Уменьшение дальности стрельбы от износа, вследствие падения начальной скорости, учитывается при боевых стрельбах по таблицам стрельбы. В морских и береговых орудиях (крупных) падение начальной скорости определяется по эмпирич. формуле в зависимости от общего числа выстрелов, сделанных из орудия; в полевых орудиях падение начальной скорости определяют прибором Высоцкого по фактической длине зарядной каморы орудия (см. *Баллистические приборы*).

Факторами, способствующими В. к. о., являются: t^2 , развивающаяся при сгорании пороха, давление пороховых газов, вес заряда, время движения снаряда в канале (длина ствола), скорость и режим стрельбы. Полигонные наблюдения за В. к. о. приводят к следующим практическим выводам: а) для двух подобных орудий выгорание увеличивается с увеличением калибра пропорционально его квадрату; б) при данном калибре и сорте пороха разгар больше зависит от веса заряда, чем от давления пороховых газов; в) место наибольшего развития выгорания в нарезной части не совпадает с местом наибольшего давления пороховых

газов и лежит ближе к началу нарезок; г) обтюрирующие средства, уменьшающие прорыв газов между стенками канала и снарядом, уменьшают В. к. о.; д) средства, понижающие t° пороховых газов, также уменьшают выгорание.

С развитием металлургии обращено внимание на изучение и подбор сортов стали, хорошо противостоящих В. к. о. Добавление к стали определенного % никеля, хрома, ванадия, вольфрама, молибдена, при наличии высоких механических качеств стали (большой предел упругости, высокая пластичность и вязкость), влияет на В. к. о. в сторону его уменьшения. Французы имели отдельные экземпляры 75-мм полевых орудий, выдержавших до 20 000 выстрелов (число, примерно в 2,5—3 раза большее нормального для таких орудий) за счет гл. образом специального сорта стали. Изучение явления В. к. о. выдвинуло несколько теорий, из которых основными являются следующие.

Теория Д. К. Чернова (термическая). При воспламенении заряда в канале орудия образуется газовая среда с t° около 2 000° и более, оказывающая очень высокое давление на стенки канала (в современных орудиях иногда свыше 3 000 кг/см²). Эта газовая среда, чрезвычайно большой плотности, представляет собою как бы огненную жидкость, плотно прилегающую к стенкам канала и очень быстро нагревающую поверхностный слой металла до высокой t° ; в виду кратковременности действия толщина нагретого слоя будет выражаться в сотых и десятых долях мм. После выстрела происходит быстрое охлаждение поверхностного слоя канала вследствие охлаждающего действия остальной холодной массы металла ствола. Такие резкие изменения t° требуют от металла высокой пластичности и вязкости. При нагревании поверхностный слой канала должен расширяться, но, будучи под давлением наружных слоев, не может этого сделать, начинает морщиться и покрываться трещинами, обнаруживаемыми после некоторого числа выстрелов. По мнению Д. К. Чернова, металл ствола, для лучшего противостояния выгоранию, кроме большой пластичности и вязкости, должен иметь коэффициент теплового расширения по крайней мере такой, при котором наибольшее расширение металла от нагревания при выстреле не выходило бы за пределы упругих деформаций этого металла.

Теория Вьеля (динамическая). При выстреле струи пороховых газов, находясь под высоким давлением, с громадной скоростью прорываются между снарядом и поверхностью канала и, при высокой t° , размягчают или даже расплавляют металл и вынуждают частицы его вперед из канала.

Теория Шарбонье (динамическая). Пороховые газы рассматриваются как жидкая струя, к-рая действует механически, размывая канал подобно быстрому водному потоку. Как в водном потоке в месте сужения или расширения его русла возникающие вихри производят сильный размыв берегов, так и в канале ствола наиболее страдает место соединения каморы с нарезной

частью канала. Уменьшение разности диаметров каморы и нарезной части канала до минимума, по теории Шарбонье, должно благоприятно влиять на срок службы оружия.

Кроме изложенных основных исследований вопроса о выгорании, имеется целый ряд трудов, затрагивающих вопрос как с точки зрения химич. воздействия пороховых газов на металл ствола (Сиви),—в частности карбюризации его поверхностного слоя (В. В. Свешников),—так и с точки зрения влияния постоянных и случайных напряжений, имеющихся в металле (Сиви).

Лит.: Чернов Д. К., О выгорании каналов в стальн. оруд., Труды Д. К. Чернова, П., 1915; Крылов И. А., Изучение разгорания каналов огнестр. оружия, П., 1922; Матюнин А., Изнашивание орудий, «Артилл. журн.», СИВ, 1910, 1—3; Sveshnikoff W., Carburation as a Faktor in the Erosion of Machine Gun Barrels, «Army Ordnance», Wash., 1925, 30; Vieille M., Étude sur les phénomènes d'érosion produits par les explosifs, «Mémorial des poudres et salpêtres», P., 1907, t. 11; Charbonnier P., La veine gazeuse, «Mémorial de l'artillerie française», P., 1922, t. 1; «Rivista di artiglieria e genio», Roma, 1928, 3. **В. Шелков.**

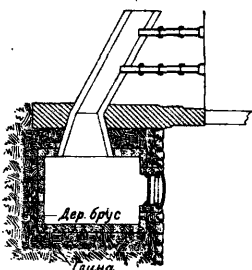
ВЫГРЕБА,местилища для удаления нечистот из домов. При вывозных системах удаления нечистот (см. *Ассенизация*) нечистоты (фекалии) скопляются в домовых В. (резервуарах) и затем удаляются путем периодической вывозки за пределы селений; такой способ удаления нечистот называется индивидуальным. В. неизбежны лишь в тех случаях, когда канализация требует больших денежных ассигнований на ее устройство или она невыгодна с экономич. точки зрения и удовлетворительность санитарных условий в данном месте м. б. обеспечена и при вывозной системе. Отсутствие необходимых средств в городских коммунальных хозяйствах, сельский характер населенных пунктов в СССР являются причиной того, что В. у нас очень распространены.

В. по устройству разделяют на подвижные и постоянные. Лучше всего располагать В. вне зданий и вне зависимости от домовых стен. Полезная емкость В. исчисляется так, чтобы при очистке их один раз в год на одного человека приходилась емкость около 0,5 м³; если В. устраивается только для твердых экскрементов, то последняя норма понижается до 0,025 м³. В случае спуска в В. всех домовых вод (80—100 л на 1 чел. в сутки) полезная емкость выгребов, при прочих равных условиях, исчисляется до 3 м³ на 1 человека, но вывоз нечистот в этих случаях нужно производить чаще, что требует больших затрат, и экономически такое решение вопроса неправильно: в этом случае дом следует канализовать. По гигиенич. соображениям рекомендуется очищать В. не менее одного раза в месяц. Количество выделений составляет на жителя в сутки приблизительно от 1,20 до 1,30 л, из них жидких нечистот приходится 1,10—1,20 л, а твердых 0,10 л. Высота выгребов делается от 1,80 до 2 м, с расчетом, чтобы при очистке в нем мог поместиться человек (согласно постановлению Московского совета, высота выгребов, при условии очистки один раз в месяц, д. б. не более 1,42 м); т. о. высота, занятая в В. нечистотами, д. б. не более 1—1,25 м. В. придают часто квадратную или прямоугольную форму, иногда делают выгреб и круглого

сечения в целях увеличения сопротивления стенкам давлению грунта. Не всегда В. устраивают под землей; иногда их устанавливают и над поверхностью дворовых участков (воздушные В.). Для удобства полного опорожнения дну В. придают нек-рый уклон. В. имеет два отверстия: одно для присоединения к нему фановых труб и другое, закрываемое крышкой, для опорожнения В. Стенки и подошву выгребов, в целях полной непроницаемости, обкладывают слоем мягкой утрамбованной глины, толщиной не менее 20—25 см, лучше 50 см. Покрывают выгреб обычно сводами толщиной в один кирпич, с земляной надсыпкой над ними в 50—75 см, чтобы сделать выгреб непроницаемым для воды и воздуха. Наиболее подходящим материалом для выгребов является жел-зобетон, керамические изделия, котельное железо, камень и кирпич.

Благодаря дешевизне лесного материала, в СССР часто строят деревянные В. Их делают прямоугольной или квадратной формы из брусков (сечение 18×18 см) с прямоугольными шпунтами и гребнями. Прокладывая швы соединяемых брусков паклей со смолой (фиг. 1) и просмолив бруска со всех сторон, можно предохранить В. от быстрого разрушения; но как только нечистоты проникают до волока брусков, то последние начинают быстро гнить, в особенности в угловых соединениях.

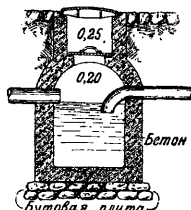
Каменные выгребов делают из базальта, песчаника, гранита, других плотных камней или хорошо обожженного кирпича, на цементном растворе (1 : 3), оштукатуренных снаружи и внутри тем же цементным раствором; внутреннюю поверхность стенок лучше оштукатурить асфальтом. Для достижения полной непроницаемости двойные стенки В. между ними прокладывают слой цементного раствора, толщиной 1,5—3 см, а иногда пространство между стенками заполняют мягкой утрамбованной глиной. На



Фиг. 1.



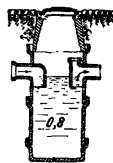
Фиг. 2.



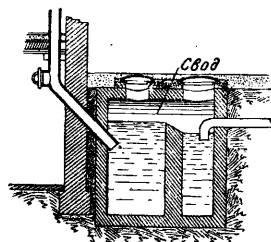
Фиг. 3.

фиг. 2 каменный выгреб перекрыт сводом (толщиной в один кирпич), в котором сделано отверстие (размер 0,66×0,66 м) для опорожнения; отверстие запирается двойной чугунной крышкой, а промежуток между крышками заполняется землей или соломой; дно В. сделано в виде обратного свода, толщиной в половину кирпича, для облегчения очистки. Выгреб облагается изоляци-

онным слоем глины и снабжен боковым отверстием, в к-рое впущена фановая труба. Чаще всего теперь строят бетонные выгребов, которые делают набивными или заготовляют на специальных заводах, и только сборка их производится на местах. Для набивных В. берут бетон 1 : 3 : 3 или 1 : 3 : 4. Такой



Фиг. 4.



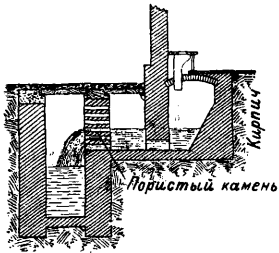
Фиг. 5.

В. представляет собой цилиндр, перекрытый куполообразным сводом. Основание его состоит из двух рядов бутовой плиты (фиг. 3) на цементном растворе; бутовая плита часто заменяется щебеночной. Люк В., при внутреннем диаметре 0,25—0,50 м, снабжен внутренней железной и наружной чугунной крышками. В. заводского приготовления состоит из отдельных звеньев: нижнее звено с дном, верхнее в виде купола с цилиндром, вставкой для люка; все звенья соединяются между собой цементным раствором (1 : 1; 1 : 2). Железобетонные выгребов строят обыкновенно по системе Монье, основанной на применении железного каркаса, заделываемого в бетон, благодаря чему сокращается толщина стенок. К недостаткам бетонных и железобетонных В. нужно отнести их свойство подвергаться разъеданию гнилостными газами. Для достижения лучшей водонепроницаемости применяют черезит и др. материалы. Заслуживают внимания керамиковые В. (фиг. 4), составленные из отдельных звеньев (труб); диаметр их 0,65—0,8 м; люки закрываются двойными чугунными крышками. Соединение труб между собой делается так: сначала в стык плотно забивают конопатку из просмоленной пенки, а затем стык заливают асфальтовым гудроном (3—4 ч. сызранского асфальта на 1 ч. гудрона). Это—лучшие для В. трубы, т. к. соляно-глазуванная поверхность их хорошо сопротивляется разъеданию нечистотами и выделяющимися при разложении нечистот газами. Железные В. делают из оцинкованного железа толщиной не менее 1 см; длина железных В. 2—6 м при диам. 1,15—1,50 м; люк закрывается чугунной крышкой. В СССР над ними в подземных В. устанавливают обыкновенно деревянный сруб, за границей—железный цилиндр.

Для сокращения количества вывозимых нечистот (отдельный выпуск жидких нечистот из В.) употребляется В. с разделителем нечистот (дивизор). Такой В. перерабатывает стенки, не доходящей до потолка; через получаемое т. о. отверстие со скосом жидкие нечистоты стекают во второе отделение, отсюда могут быть спущены по проходящей сквозь наружную стенку выгребов трубе (фиг. 5). Твердые экскременты под действием силы тяжести оседают на

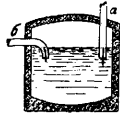
дно первого отделения и постепенно заполняют его, после чего извлекаются обычным способом. Более совершенным дивизором является перегородка с отверстиями из пористого камня (фиг. 6) или в виде металлической решетки.

В городах иногда применяются водяные клозеты, при чем увеличивают размеры В. или чаще вывозят нечистоты. Для дезодорации и дезинфекции экскрементов в В.



Фиг. 6.

применяются: сухая растительная земля (гумус), торф, древесный уголь, зола; эти вещества всасывают жидкие экскременты и поглощают образующиеся гнилостные газы. К дезинфицирующим веществам (к-рые уничтожают бактерии и превращают экскременты в безвредные соединения) относятся: известковое молоко, хлорная известь, карболовая к-та, нефть, креозол и др. В так называемых септических В. очистка основана на деятельности бактерий, разлагающих органические вещества. Септич. В. наиболее простого типа (фиг. 7) закрываются герметически двойной крышкой и имеют сверху фановую трубу *а*, а сбоку сливную *б*. Сверху жидкости в В. образуется толстая черноватая корка из плавающих веществ, а на дне осаждаются тяжелые вещества; в промежутке между осадком и коркой, где находятся фановая и сливная трубы, сосредоточивается осветленная жидкость. Благодаря верхней корке, способствующей развитию деятельности анаэробных бактерий, разлагаются органич. вещества. В СССР эти В. известны под названием ш а м б о. С точки зрения гигиены осветленные в септических выгребях воды так же опасны, как и свежие экскременты.



Фиг. 7.

Подвижные В. только тогда можно признать гигиеничными, если они будут герметически закупориваться и из них можно будет ежедневно, до начала процесса разложения, вывозить нечистоты. Подвижные выгреба делают в виде чанов или бочек разной емкости, устанавливаемых под фановыми трубами или соединяемых с ними специальными патрубками. Эта бочечная система широко распространена в Зап. Европе. Бочки устанавливают горизонтально или вертикально, переносятся они вручную за приделанные к ним ручки или, если установлены на тележки, отвозятся лошадьми. Необходимо, чтобы после опорожнения легко было производить очистку бочек. Отверстие бочки закрывается крышкой, не пропускающей воздух; сама бочка изготовляется из непроницаемого материала, допускающего тщательную пригонку отдельных частей; в особенности тщательно должны быть сделаны соединения бочек с фановыми трубами. Размеры бочки: высота 80—90 см, диам. 40—50 см; вес брутто 135—150 кг, нетто 35—45 кг; для общественных зданий

допускается емкость 200—1 000 л (для деревянных бочек) и до 1 500 л (для железных бочек). На фабриках, в казармах, школах употребляются бочки емкостью до 2 000 л, устанавливаемые на четырехколесных повозках и имеющие несколько впускных отверстий. Бочки делают из дерева твердых пород (дубовые); отдельные части д. б. скреплены железными обручами и выкрашены масляной краской. Железные чаны для предохранения от ржавчины следует ежегодно окрашивать или же делать из оцинкованного железа. Бочки ставят в сухие сводчатые подвалы с асфальтовым или цементным полом и со свободным доступом к ним со стороны двора. Эти помещения должны быть совершенно изолированы от жилых стенами толщин. не менее чем в 1 кирпич; зимой они отапливаются, дабы не замерзали нечистоты и их спуск в чаны. Необходимые размеры помещения (для одной бочки): площадь 1 м² и высота в 1,8—2,0 м. Часто помещения для бочек устраивают в нишах стен лестничной клетки. Как самые бочки, так и помещения для них д. б. вентилируемы. Опорожнение В. необходимо производить в ночное время, без загрязнения двора и стен зданий и без отравления воздуха газами. Вывозные ассенизационные бочки должны быть непроницаемы для газов; емкость таких бочек должна быть от 1 200 до 2 000 л.

Опорожняются постоянные В.: 1) высасыванием содержимого путем разрежения воздуха, производимого в ассенизационных бочках, 2) высасыванием содержимого В. насосами и 3) вручную. В первом случае насос соединяется посредством спирального резинового рукава (диам. 40 мм) с верхом ассенизационной бочки, в нижнее отверстие к-рой входит всасывающий спиральный рукав диам. 85—125 мм, опущенный в очищаемый В. Затем насос приводится в действие и выкачивает из бочки воздух до тех пор, пока содержимое выгреба не наполнит бочку. В устроенном при насосе приспособлении сгорают выкачиваемые насосом зловонный воздух и газы. Все опорожнение В. пневматич. способом производится быстро: заполнение одной ассенизационной бочки занимает не более 3 минут при участии 4 рабочих. Такой способ очистки, при условии удаления содержимого из В. без всякого запаха, может производиться даже днем. Для избежания заноса заразных болезней после каждого вывоза нечистот ассенизационная бочка должна быть очищена и промыта дезинфицирующим раствором. При насосном опорожнении выгреба, подвозят насос на четырехколесном ходу, всасывающий рукав насоса (диам. 8—10 см) опускают в В., а напорный рукав насоса— в ассенизационную бочку. Для нагнетания содержимого выгреба требуются 2 рабочих. Выделяющиеся в бочках газы пропускают по отводной трубе через сосуд с горящими углями. Этот способ хуже первого (пневматического), так как часто твердые плотные осадки не м. б. высосаны со дна В. и по временам их приходится удалять вручную; кроме того, даже при скорой установке насоса и размещении шлангов все же начинается выход газа из В. Опорожнение руч-

ную (наиболее антигигиенич. способ) производится так: рабочие опускаются в В. и оттуда наполняют поставленные у В. ведра, другие же опорожняют эти ведра в бочки; перед тем как рабочие должны спуститься в В., необходимо помощью горячей свечи или палки выяснить, нет ли в В. опасного для жизни газа — углекислоты (СО₂). Наиболее распространенным в СССР является прием, когда рабочие, стоя около В., погружают в него черпаки и наполняют ведра, которые опорожняются в бочки, при чем даже при аккумуляторной работе загрязняются нечистотами двор и стены зданий, а также отравляется воздух гнилостными газами.

Стоимость вывоза нечистот в Германии приведена в следующей таблице:

Стоимость вывоза нечистот в Германии.

Система выгребов	Стоимость в руб.	
	на 1 м ³ нечистот	на 1 чел. в год
Подвижные В. (сменные бочки)	1,10—2,00	0,60—1,00
Подвижные В. с примен. торфяных клозетов	1,55—2,40	0,80—1,10
Постоянные В. с примен. торфяных клозетов	1,50—2,50	0,80—1,25
Постоянные В., опорожняемые пневматическ. способом	0,75—1,60	0,35—0,80

Подытоживая особенности систем выгребов и способов удаления нечистот, необходимо указать, что выгреба не могут удовлетворить современным требованиям гигиены, так как скопление нечистот даже на сравнительно короткое время вызывает процессы разложения и образования гнилостных и ядовитых для человека газов. Наличие В. вызывает, в целях уменьшения довольно больших расходов по их очистке, необходимость уменьшать в домах количество водоразборных приемников (умывальников, раковин и пр.), что вредно отзывается на столь важной для здоровья человека чистоте помещений. Поэтому система выгребов в городах д. б. рассматривается как временная, от к-рой, при экономич. возможности, необходимо перейти к общему удалению нечистот путем устройства городской канализации.

Лит.: Караффа-Корбут В., Краткое руководство практик. дезинфекции в условиях военного времени, П., 1916; Иванов В., Санитарная техника. Канализация насел. мест, изд. Одесск. научно-технического о-ва, Одесса, 1926; Полецук А. А., Водопроводы и водостоки, СПб, 1904; Держговский С. К., О значении септич. приспособлений для очистки сточных вод, Труды VIII Водопровод. съезда, М., 1907; Енш А. К., Пояснит. записка к канализации г. Казани, М., 1915; Папенгут А., Отхожие места, выгребные ямы, СПб, 1914; Устройство и оборудование заразных госпиталей, изд. Всероссийск. союза городов, М., 1916; «Вопросы коммуна. хозяйства», изд. Ленинградск. губоткомхоза, Л., 1927; Lhuillier et Belle, Manuel pratique de désinfection, P., 1924; Vogel und Schmidt, Entwässerung und Reinigung d. Gebäude, Berlin, 1908. И. Запорожец.

ВЫДЕРЖКА, см. Экспозиция.

ВЫЖИГАНИЕ по дереву, коже и тканям, нанесение на поверхность изделий из соответствующего материала раскаленным металлич. штифтами или штампам орнаментов, рисунков или условных знаков. Вследствие обугливания органич. ткани в точках соприкосновения материала с

раскаленным металлом остаются следы б. или м. интенсивного коричневого цвета, несмывающиеся и не стирающиеся от времени. Особенное развитие В. получило в 70-х годах прошлого века. Повидимому, самое большое распространение В. получило среди любителей прикладных искусств. Техника В., в особенности после того как его начали комбинировать с полихромовыми орнаментами, все время совершенствовалась, и можно с уверенностью сказать, что В. призвано играть значительную роль в прикладном искусстве. Метод В. можно применять на всех материалах, обугливающих от соприкосновения с раскаленным металлом. Выжигать можно самые тонкие рисунки и даже портреты. Применяется В. также в декоративном искусстве (для плафонов и декорирования стен).

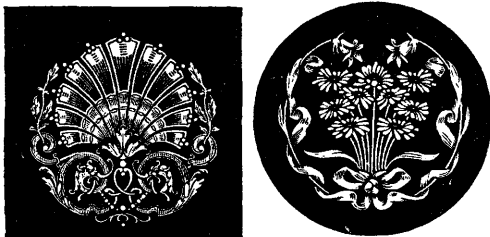
Кроме В. от руки, именуемого пирографией, существует еще пиротипия, или печатание путем выжигания. Пиротипия изобретена в Вене Бернгардом Людвигом, положившим основание печатанию выжженных рисунков при помощи машин.

Для пирографии служат приборы, основанные либо на действии электрич. искры либо на раскаляющем действии, оказываемом воспламеняющимися парами бензина или спирта на полый металлический штифт. Электрич. штифт работает хорошо и равномерно, но вынуждает пользоваться аккумулятором или электрич. сетью, вследствие чего область применения иглы ограничена, а пользование ею дорого. Наибольшим распространением пользуется бензиновая игла для В.—штифт Пакелена; обращение с нею крайне простое, эксплуатация обходится дешево. Аппарат с бензиновой иглой занимает мало места, портативен и дешев. Он состоит из металлич. или стеклянного сосуда (в котором помещается губка) с пробкой, через к-рую пропущены две каучуковых трубки, и из ручного или ножного нагнетательного резинового насоса, служащего для накачивания образующихся в сосуде бензиновых паров в полый металлич. стержень, на конце к-рого приделан заостренный полый платиновый наконечник. Если такой наконечник предварительно нагреть на пламени и затем накачать в него пары бензина, то последние, воспламеняясь, быстро накалят его; при непрерывном действии насоса наконечник остается на все время подачи паров бензина в накаленном состоянии. В продаже имеются наконечники разнообразных сечений и размеров. Приделанный к полному стержню (штифту) раскаленный наконечник дает возможность рисовать по дереву, коже и другим подходящим материалам, как карандашом. Кроме бензиновых, существуют также приборы, работающие на спирте. Выжигание лучше всего удается на тонковолокнистых сортах дерева: на клене, груше, липе, тополе.

Пиротипия Людвига производится при помощи машин для печатания по дереву выжженных рисунков. Главной частью машины является пара вращающихся в разные стороны бронзовых полых валов, подогреваемых изнутри газом и приводимых в движение системой зубчатых колес от

кривошипа. Негативы рельефных рисунков, к-рые должны быть выжжены по дереву, нанесены на поверхность верхнего сменного валика, который надевается на нагреваемый изнутри верхний вал машины; поверхность соответствующего нижнего валика гладкая. Сменные валики представляют собой кольца и, смотря по назначению, бывают шириной от нескольких см до 60 см. Рельеф на поверхности верхнего валика образован б. или м. глубокими вырезами и углублениями в толще валика со слегка коническими по отношению к главной оси вала боковыми поверхностями. Самые разнообразные эффекты рисунка можно получить, увеличивая или уменьшая давление валиков на поверхность деревянного изделия, повышая или понижая степень нагрева валиков, удлиняя или сокращая продолжительность воздействия раскаленных валиков на древесину. Изменения поверхности деревянных изделий зависят главным образом от высоты выпуклостей на рабочей поверхности валика: те места поверхности изделия, которые подверглись действию сильно выпуклых мест валика, окажутся вдавленными и сильно обугленными, в то время как менее выпуклые места валика оставят на дереве менее глубокие и более светло окрашенные следы; те места древесины, на которые оказали действие наиболее глубокие места рельефа на валике, окажутся едва заметно вдавленными и, не подвергаясь совершенно обугливанню, сохранят свой первоначальный цвет. Необходимыми условиями для получения хороших рисунков являются равномерное нагревание валиков и равномерная скорость их вращения.

Способом пиротипии можно получать рисунки как плоские, так и рельефные. Выжигая и выдавливая рисунок на тонких деревянных дощечках, можно изготовить деревянные обои с красивым рисунком, шириной около 60 см; если рисунок выжжен на клене или тополе, обои имеют очень красивый шелковистый вид. Кроме обоев, способом пиротипии изготавливаются также спин-



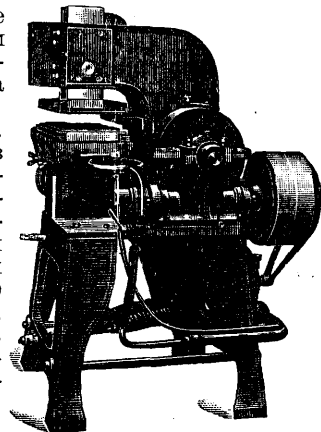
Фиг. 1.

ки и сиденья для стульев (фиг. 1), разные рисунки для украшения комнат, равно как фризы, рамы, карнизы, розетки, пуговицы и другие декоративные изделия.

Выжженный на дереве рисунок обладает двумя выдающимися свойствами, благодаря к-рым он является особенно ценным: 1) рисунок не стирается и не портится от действия сырости; подвергаясь уплотнению древесины особенно хорошо противостоит сырости и совершенно не разбухает под действия влаги; 2) рисунки хорошо поддаются

лакировке и полировке, что объясняется сужением пор дерева во время нанесения рисунка. В лесном хозяйстве употребляют разнообразные молотки-клейма, при помощи которых выжигают условные метки на лесном материале (обыкновенно — на торцах его).

Нанесение В. торговых знаков на стенках упаковочных ящиков выполняется при помощи эксцентриковых прессов (фиг. 2) весом до 2500 кг, приводимых в движение электромотором мощностью в 1—5 л. Подлежащая В. поверхность дерева кладется лицевой стороной на металлич., накаленную газовыми горелками, матрицу пресса и прижимается верхней пластинкой пресса. Непосредственный процесс В. длится всего 1—2 сек. Обычная производительность такого пресса составляет 150 оттисков в час.



Фиг. 2.

Лит.: Ар т и к о в а М. Ф., Руководство для самостоятельного изучения выжигания по дереву и пр., П., 1914; За б р а н с к и й и Н е т ы н с а, Руководство выжигания по дереву, коже и тканям, 4 издание, М., 1911; Luegers Lexikon der gesamten Technik, 2 Aufl., В. 4, Stg., 1906.

ВЫЖИМКИ ВИНОГРАДНЫЕ, отброс производства при виноделии, представляют собою остаток виноградных ягод после их прессования (отжим); содержат до 3,4% азотистых веществ, до 2,4% жиров, до 9,4% клетчатки, до 2,9% золы; содержание сахара, воды и экстрактивных веществ в В. в разных сортах винограда резко колеблется. При расчете получения сусла из виноградных ягод выход выжимок считается от 20 до 45% (по весу) в зависимости от сорта винограда и климатических условий, при которых виноград вызрел. Сахара задерживается в выжимках виноградных (опыты Нейбауера) от 10,6 до 27,9% всего содержащегося в ягодах количества сахара.

В. в. используются: 1) для выработки дешевого вина (вторых сортов)—п е т и о (см. *Виноделие*), 2) для получения фруктовой водки, 3) для получения удобрительных туков, 4) для выработки виноградного укуса, 5) поташа K_2CO_3 , 6) винного камня $K_2C_2O_4$, 7) краски (см. *Виноградная чернь*), 8) на топливо и 9) для утилизации семян виноградных ягод. Средний химический состав семян: азотистых веществ — до 10,31%, жира — до 8% (колебания от 6 до 18%), экстрактивных веществ — до 25% (12—34%), клетчатки — до 42%, золы — до 3,5%. Из семян в крупных винодельческих хозяйствах (в Э. Европе) добывают съедобное виноградное масло (Traubenkernelöl). Масло, полученное холодным прессованием из свежих семян, имеет приятный вкус; старые семена дают масло темного цвета и

горького вкуса, годное только для мыловарения. Виноградное масло состоит из глицеридов олеиновой, реинолеиновой, линолевой и линоленовой кислот, а также содержит эруковую кислоту. Удельный вес масла 0,920—0,956, t° заст. колеблется в пределах от 10 до 17°, показатель преломления 1,473 (при 25°), коэффициент омыления 178—190, иодное число 94—96.

Лит.: Мангуби И., Руководство для виноделов. Практическое виноделие, Москва, 1895; Heide C. und Jakob F., Praktische Übungen in der Weinchemie und Kellerwirtschaft, Stuttgart, 1911; dal Piazz A., Die Verwertung der Weinrückstände, 3 Auflage, Wien, 1895. Н. Раницкий.

ВЫЖИМКИ СВЕКЛОВИЧНЫЕ, см. Сахарное производство.

ВЫЗРЕВАНИЕ, в крашении и ситцепечатании, операции, во время к-рых происходит образование красителей на волокнах, например окисление лейкосоединений кубовых или сернист. красителей при лежке или проходе ткани по воздуху, образование нерастворимых азокрасителей из нанесенных на волокно компонентов, окисление анилиновой соли в черный анилин под действием теплой влажной атмосферы зрелни, восстановление и фиксация волокон напечатанных кубовых красителей, и т. п.

ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ, приборы для размыкания и замыкания электрического тока в цепи с целью отключать от источника электрич. энергии или приключать к нему различные приемники. В зависимости от силы (а также напряжения) тока, циркулирующего в данной цепи, можно различать В. э. слабых и сильных токов. Первые применяются в технике связи, сигнализации, лабораторной практике, в небольших установках, в осветительной технике и в медицинской практике; вторые—на электрических станциях, в больших установках, в службе тяги. В. э. слабых токов нередко в силу особых требований должны быть приспособлены к удобному манипулированию или к автоматическому действию. Такие специальные В. э.

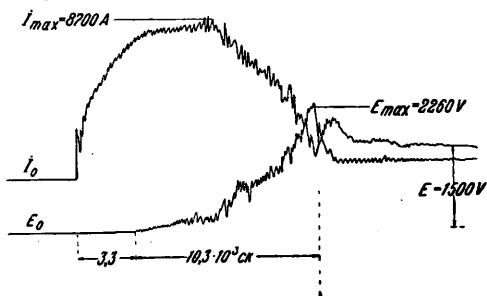
темп-ры, появление воды, взлом и т. п.)—*предохранители* (см.); для перерыва соединений электрич. цепи при отсутствии тока—*разъединители* (см.) (трэншалтеры).

Общий характер электрич. состояния цепи во время включения может быть пояснен на примере осциллограммы (фиг. 1) тока короткого замыкания электрич. цепи 1500 В при нормальном токе в 1000 А. Как видно из хода кривой, повышение тока до 8700 А повело к напряжению в 2260 В; это—случай безопасного перенапряжения. Необходимость в современном электрохозяйстве выключать большие мощности при высоком напряжении (порядка 100 кВ) с вытекающими отсюда возможными последствиями в виде появления на приемнике недопустимых перенапряжений образования в В. э. мощных дуг, иногда и аварий—пожаров, взрывов и опасности для обслуживающего персонала—делает службу В. э. весьма ответственной и заставляет предъявлять к их конструкции весьма сложные требования. Что же касается материалов для В. э., то требования определены: материалом для В. э. служит медь, а для гасящих дугу контактов—медь и уголь. Применение меди обусловлено ее большою электро- и теплопроводностью (первое ведет к малому падению напряжения в В. э., а второе способствует быстрому гашению дуги); кроме того медь допускает легкую обработку и обладает достаточной упругостью.

Действующая часть В. э. представляет во всех случаях либо *рубильник* (см.), либо контактную пружину, либо ртутный контакт, при чем в первых двух случаях эта часть укрепляется на поперечной перекладине (траверсе), к которой бывает приложено усилие, перемещающее действующую часть. Эта последняя м. б. единственной (однополюсной В. э.), или же монтируется совместно с другой такой же частью (двухполюсной В. э.), или еще с двумя (трехполюсной В. э.), даже с четырьмя (четыреполюсной В. э., редко применяется). Разведение и сближение контактов В. э. может производиться либо вручную, либо автоматически, глав. обр. с помощью электромагнита. Наконец, средю, в к-рой происходит самый разрыв сети, м. б. либо воздух, либо вакуум, либо изоляционное масло (см. *Изоляционные масла*), в зависимости от чего В. э. делятся на воздушные и масляные (масляники). В отношении всех В. э. принято называть рабочей плотностью тока число ампер, приходящихся на 1 мм² площади соприкосновения в контакте, т. е. в электрическом соединении; мощностью выключения называют произведение прерываемой силы тока на напряжение между разводимыми контактами, которое устанавливается тотчас после отключения; наконец, работа выключения выражается как

$$A_{T/2} = \int_0^{\frac{T}{2}} e_B \cdot i \, dt,$$

где e_B —напряжение дуги, а i —ток в ней,



Фиг. 1.

имеют соответственные конструкции и получают особые названия. Так, В. э. для быстрого следующих друг за другом кратковременных импульсов—телеграфные ключи; для автоматически производимых весьма частых разрывов в цепи—*прерыватели* (см.); для изменения направления тока—*коммутаторы* (см.); для перехода от одного приемника к другому—*переключатели* (см.); для включения или выключения под действием определенной причины (повышение

Приближенно

$$A = \frac{1}{\pi} \cdot I \cdot E \cdot \tau,$$

где I —выключаемый ток короткого замыкания, E —напряжение сейчас же после выключения, τ —продолжительность выключения в секундах, равная обычно 1—2 периодам. При трехфазном токе это произведение надо помножить на $\sqrt{3}$.

Воздушные В. э. Рубильники представляют собой (фиг. 2) медный нож, входящий в медную же пружину, крепко его зажимающую и образующую контакт. Размеры рубящих В. э. выбирают так, чтобы повышение темп-ры контактов сравнительно с окружающей средой не превосходило 50° . Обычно это достигается при плотностях, не превосходящих $0,1-0,2 \text{ А/мм}^2$. Внешние размеры рубильника определяются напряжением и силой рабочего тока. При конструировании и выборе рубильника можно руководиться эмпирической формулой Эрлахера:

$$D = C_1 + \frac{I}{C_2} \text{ и } d = K_1 + \frac{I}{K_2},$$

где D есть расстояние (в мм) между контактами одной полярности, а d —между контактами разных полярностей (фиг. 3), I —сила тока, C_1, C_2, K_1, K_2 —эмпирич. функции, зависящие от предельного напряжения (приведены в табл. 1).

Табл. 1.—Значение коэффициентов в формулах Эрлахера.

Предельное напряжение в В	Для одинаковой полярности D		Для разной полярности d	
	C_1	C_2	K_1	K_2
250	50—100	10	10—30	10
800	70—150	10	30—60	10
2 000	150—200	5	50—100	5

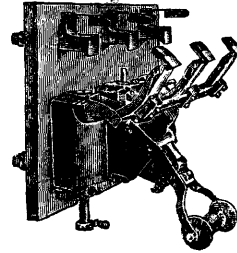
Размеры a и b (в мм) плиты, на которой монтируется рубильник, могут быть рассчитаны по значениям D и d , найденным на основании табл. 2.

Табл. 2.—Размеры плиты для рубильника.

Вид рубильника	Пределы значений (в мм)	
	a	b
Однополюсный . . .	от d до $1,5d$	от $D+d$ до $D+2d$
Двухполюсный . . .	» $2d$ » $2,5d$	
Трёхполюсный . . .	» $3d$ » $3,5d$	

Контактные В. э. (с контактными пружинами). Примером может служить конструкция, изображенная на фиг. 4. Обычно параллельно основным пружинным контактам устанавливают добавочные, которые выключаются с некоторым запозданием после основных. Принимая на себя разрыв дуги выключения, вспомогательные контакты обгорают и тем защищают от разрушительного действия дуги основные контакты. По ука-

занной причине вспомогательные контакты д. б. легко заменяемы. Рабочая плотность тока на пружинных контактах м. б. доведена до $0,4-0,5 \text{ А/мм}^2$. Пружинные контакты выполняются из ковкой меди толщиной $0,5 \text{ мм}$, при чем для каждого типа их эмпирически подбирается наиболее подходящий угол между пружинами и величина их давления. При тщательном выполнении контактов можно принять это давление в 1 кг/см^2 поверхности соприкосновения, что дает сопротивление контактов примерно $91 \mu\Omega/\text{см}^2$. Наиболее удобное давление устанавливается по наименьшей потере напряжения в контакте. Пружинные контакты должны выдерживать в течение 5 ск. 50-кратный ток против нормального, нагреваясь не свыше 300° , так как от большего подъема t° медь утрачивает необходимую упругость.

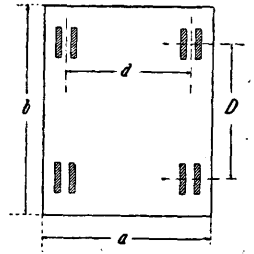


Фиг. 4.

занных воздушных В. э., монтируемые на столбах (фиг. 5) и снабженные рогами для тушения дуги размыкания.

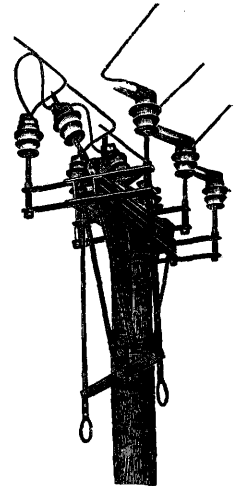
Автоматические В. э. Несмотря на весьма большое разнообразие конструкций автоматич. В. э., почти во всех применяются электромагниты. Цель автоматич. приспособлений — предохранить цепь от чрезмерного повышения или понижения силы тока, напряжения, мощности. Таковы автоматические В. э. серийные, шунтовые, обратные шунтовые и т. д. Все они могут быть как максимальными, так и минимальными.

Масляные В. э. употребляют для выключения умеренных мощностей, при чем они представляют собой те же воздушные В. э., но помещенные в бак с маслом (фиг. 6), при чем иногда каждая фаза проводки имеет свой отдельный рубильник, помещенный в особом баке (фиг. 7). Процесс размыкания цепи сопровождается об-



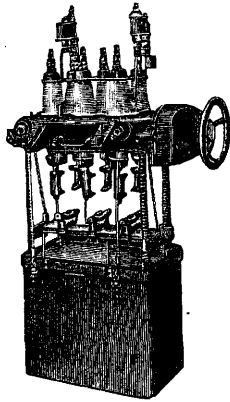
Фиг. 3.

Предельная нагрузка для пружинных контактов простой конструкции, достигнутая в настоящее время, — $10\,000 \text{ А}$. Для отключения небольших мощностей (до 50 kVA) и на малых участках воздушн. линий (до 10 км), особенно в установках с-х. назначения, применяются ради удешевления

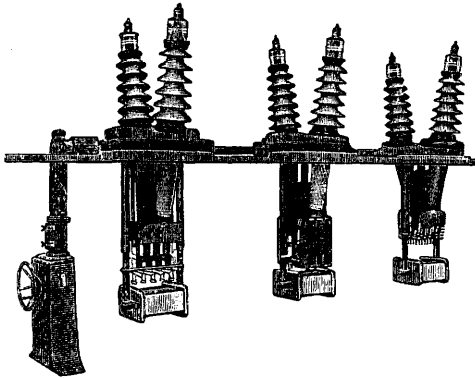


Фиг. 5.

разованием дуги, дающей высокую t° , от действия к-рой контакты нагреваются, плавятся и частично испаряются. Масло подвергается испарению и крекингу (расщеплению молекул), продуктами которого являются водород, метан, этилен и друг. предельные и непредельные углеводороды. В зависимости от давления и от температуры крекинг протекает различно, и по процентному соотношению его продуктов можно судить о величине возникающего давления. Обычно получается 70% водорода, 10% метана и 20% этилена, что отвечает 4 atm давления. Общее количество выделяющихся газов достигает 50—60 см³ на 1 kW в ск. работы выключения. Образование газов, притом горячих, может повести к короткому замыканию В. э., если пузыри отдельных фаз сольются между собой. Соприкасаясь с воздухом,



Фиг. 6.



Фиг. 7.

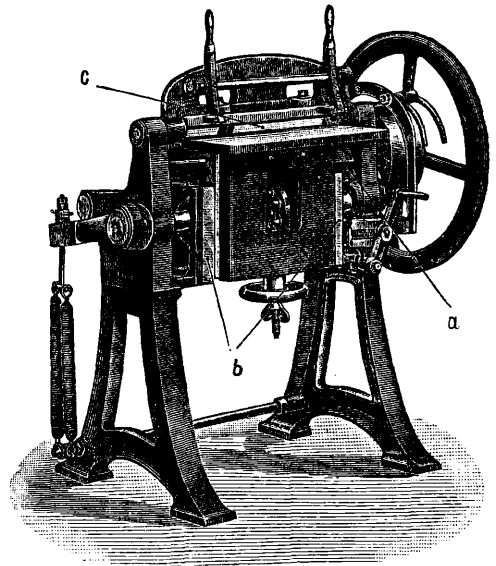
горячие пары и газы могут воспламениться или дать взрывчатую смесь. Кроме того быстро расширяющиеся газы могут повредить кожух и крышку масляной выключателя, если над масляной поверхностью нет достаточно высокой воздушной подушки. Работа выключения распределяется между указанными явлениями следующим образом: 1) на деформацию кожуха, траверса и прочее—3%, 2) на колебание массы масла—2%, 3) на нагревание и испарение контактов—4,5%, 4) на испарение и крекинг масла—90,5%. В виду этих опасных явлений большие мощности выключения требуют введения особых приспособлений (см. *Масляные выключатели*).

Лит.: Поляков М. Ф., Центральн. электр. станции, М.—Л., 1927; Угримов Б. П., Техника высших напряжений, вып. 4, М.—Л., 1926; Сушкин И. И. и Глазунов А. А., Центральн. электр. станции, М.—Л., 1927; Лютер Р. А., Электр. силовые установк., Л., 1926; Тагбоу J. G., Electric Power Equipment, N. Y., 1927; Morgan L. W. W., Electric Power Stations, N. Y., 1927; Wedmore E. B. a. Trencham H., Switchgear for

Electric Power Control, L., 1924; Biermanns J., Die Überströme in Hochspannungsanlagen, B., 1926; Rüdener R., Kurzschlussströme beim Betrieb v. Grosskraftwerken, Berlin, 1925; Roth A., Hochspannungstechnik, B., 1927; Pagnon P. et Barbillion L., Interrupteurs et disjoncteurs dans l'huile, Paris, 1927; «ETZ», 1927; «General Electric Review», Schenectady, 1926; «RGE», 1926. М. Поляков.

ВЫКЛЮЧКА, в типографском наборе, выравнивание строки соответственно данному формату. Выключка производится путем увеличения или уменьшения нормальных пробелов между словами в зависимости от сочетаний слов и правил набора. Пробелы между словами при В. должны быть по возможности равномерными и не слишком заметно отличаться от пробелов соседних строк. В ручном шрифтовом наборе В. производится при помощи пробельного материала разной толщины (см. *Шпация*), который, в виду его роли при наборе, иногда также называется В. В строкоотливных наборных машинах В. производится автоматически, путем расклинивания специальных шпаций, вставляемых в процессе набора между словами. В буквоотливных машинах при В. особый индикатор в наборном аппарате определяет потребную толщину шпаций, к-рые и отливаются затем отливным аппаратом. Лит.: Богданов И., Наборное дело, М.—Л., 1927; Бауэр Ф., Книга как создание печатника, М.—Л., 1926; Щелкунов М., История, техника, искусство книгопечатания, М.—Л., 1926.

ВЫКОЛАЧИВАТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ (в переплетном деле), небольшая группа вспомогательных переплетных машин, которую правильнее было бы назвать обжимными или круглыми машинами, как они и значатся в немецкой номенклатуре. В. м. служат для округления корешков сшитых и заклеенных (подготовленных к переплету) книг путем обжима краев прямого корешка



между гладкими или рифлеными валиками или плоскостями. В. м. имеются нескольких конструкций как для ножного, так и для приводного действия; последнее не увеличивает производительности машины, а лишь облегчает труд работающего. На фиг. представлена В. м. новейшей конструкции.

Машина имеет подвижной стол *a*, движущийся вверх и вниз по направляющим *b*, и верхнюю рифленую планку *c*, которой придано наклонно-качательное движение. Расстояние между столом и планкой и сила прижима регулируются, в зависимости от толщины книги и характера работы, установочным винтом снизу стола и натяжными пружинами. Рабочий, стоя перед машиной, укладывает книгу корешком между вертикально движущимся столом и качающейся планкой и обжимает край корешка сначала с одной, потом с другой стороны; т. о. в два приема корешку придается округлая форма. Раньше эта работа производилась переплетчиком от руки, ударая деревянного молотка по корешку книги, вследствие чего эта машина и вошла в русскую номенклатуру под названием «выколачивательной».

Производительность машины зависит от рода работы и индивидуальных свойств работающего. Выколачивательные машины предназначены для исполнения массовых переплетных работ.

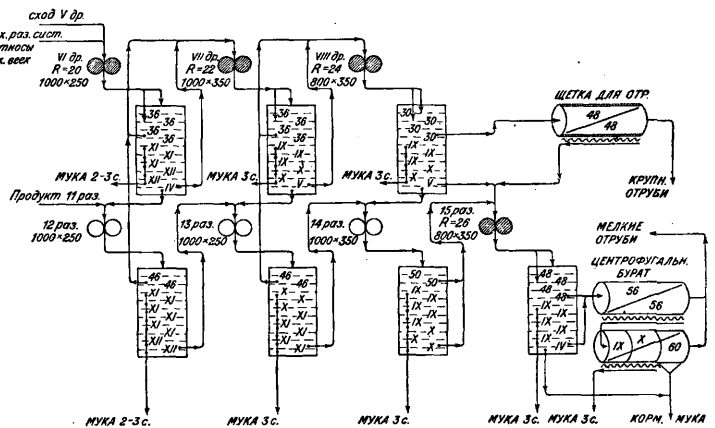
Лит.: Stephen, Die moderne Grossbuchbinderei. Wien, 1910.
С. Михайлов.

ВЫКРУЖКА, архитектурный профиль, по положению противоположный валику, т. е. с вогнутой полуцилиндрич. поверхностью. В. может быть рассматриваема как контур эластичного слоя, как бы подвергающегося растягивающим усилиям двух смежных с ним слоев, контуры к-рых первоначально, до приложения усилий, совпадают с контуром промежуточного слоя.

Лит.: Гевирд Я. Г., Архитектурные формы и композиция здания, М., 1926.

ВЫМОЛ, название конечной стадии процесса помола зерна (см. *Помолы*), связанной с получением низких сортов муки, отрубей и кормовой муки (мезисятки, повала).

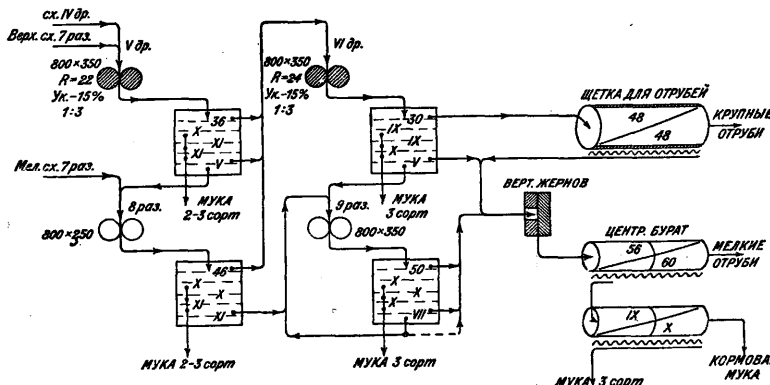
размольные системы, перемалывающие остатки предыдущих систем и промежуточные продукты вымалывающих дранных пассажей (систем). Цель вымола — выделить возможно большее количество муки, связанной с оболочкой зерна; эта операция требует



Фиг. 2. Схема для крупной мельницы.

значительной затраты энергии, так как В. приходится вести низко, т. е. с большим нажатием валцов. При вымоле часть оболочек зерна раздробляется и попадает в муку, чем и объясняется повышенная зольность низких сортов муки. Предел зольности для конечных 15% пшеничной муки (от 60 до 75% выхода) колеблется от 2 до 2,3%, по данным лабораторий Хлебопродукта, Украинского мукомольного треста и Государственной хлебной инспекции. Содержание золы в последнем сорте и % выхода муки определяют степень вымола. Количество систем, отводимых в процессе помола под В., в каждом отдельном случае зависит: от характера помола (простой, повторительный или крупчатный), производительности мельницы, большей или меньшей развитости схемы помола и крупности последних сортов муки. Получение тонких и чистых сортов муки вызывает соответствующее увеличение количества вымольных систем и расхода энергии. Для увеличения интенсивности вымола применяют на последних системах жерновые поставы или нарезные валцы большого диаметра (300—350 мм), центрифугальные бураты и щетки для отрубей. Обычно верхние сходы (лепешки) гладких вымольных систем поступают на соответствующие дранные системы. Практикуют также «завороты» дунстов «на себя», т. е. возвращение на свою систему полученного на ней же продукта, что служит часто причиной «замалывания» систем, т. е. большого

значительной затраты энергии, так как В. приходится вести низко, т. е. с большим нажатием валцов. При вымоле часть оболочек зерна раздробляется и попадает в муку, чем и объясняется повышенная зольность низких сортов муки. Предел зольности для конечных 15% пшеничной муки (от 60 до 75% выхода) колеблется от 2 до 2,3%, по данным лабораторий Хлебопродукта, Украинского мукомольного треста и Государственной хлебной инспекции. Содержание золы в последнем сорте и % выхода муки определяют степень вымола. Количество систем, отводимых в процессе помола под В., в каждом отдельном случае зависит: от характера помола (простой, повторительный или крупчатный), производительности мельницы, большей или меньшей развитости схемы помола и крупности последних сортов муки. Получение тонких и чистых сортов муки вызывает соответствующее увеличение количества вымольных систем и расхода энергии. Для увеличения интенсивности вымола применяют на последних системах жерновые поставы или нарезные валцы большого диаметра (300—350 мм), центрифугальные бураты и щетки для отрубей. Обычно верхние сходы (лепешки) гладких вымольных систем поступают на соответствующие дранные системы. Практикуют также «завороты» дунстов «на себя», т. е. возвращение на свою систему полученного на ней же продукта, что служит часто причиной «замалывания» систем, т. е. большого



Фиг. 1. Схема для средней мельницы.

К В. относятся последние дранные пассажи, на к-рых не получают добротные крупки, поступающие на круповейки, и последние

на свою систему полученного на ней же продукта, что служит часто причиной «замалывания» систем, т. е. большого

скопления продукта, превышающего пропускную способность системы, почему это делать не рекомендуется, за исключением небольших мельниц с очень небольшим количеством систем. Наличие большого количества (8—10) дражных пассажей на наших мельницах объясняется отчасти использованием их как вымольных систем, объединяющих продукты размола и дранья, и стремлением получить большее количество муки. Приводимые выше схемы вымола наиболее типичны (фиг. 1 и 2).

На схемах показано направление движения продукта и указаны основные размеры машин и характеристики рабочих органов. Принятые обозначения: а) *IV др.*, *V др.* и т. д. указывают сходы дражных процессов; б) *7 раз.*, *8 раз.*, *9 раз.* и т. д. обозначают №№ размольных систем; в) уклон рифлей показан в % к длине; г) *R*—количество рифлей на англ. дм.; д) *1:3* указывает дифференциальную скорость между вальцами; е) сита: арабские цифры указывают количество ниток на англ. дм. в проволочных стальных ситах, а римские—№№ швейцарских шелковых сит.

Лит.: Козьмин П. А. Муком.-рупное производство, 4 изд., М., 1926; Рейсик В. Г. Монтаж русских мельниц, 2 изд., Николаев, 1925; Baumgartner F. Selbstunterricht f. Müller u. Mühlenbauer, 2 Aufl., Lpz., 1921. В. Вендерович.

ВЫМОРАЖИВАНИЕ, выморозка, в горном деле способ проходки шурфа или неглубокой шахты в наносах с сильным притоком воды, при использовании действия естественного холода. В. получило широкое распространение в СССР при разведочных работах на золото и платину в местностях с продолжительными и холодными зимами (вся северн. и с.-в. Сибирь и север Урала). В. дает возможность пройти шурф или неглубокую шахту без применения водоотливных приборов и состоит в следующем. С наступлением холодов (например в с.-в. Сибири уже в октябре) производят за ре з к у шурфов, т. е. в тех местах, где требуется углубить шурф, снимают верхний растит. слой земли и тем самым облегчают промерзание лежащего ниже грунта. В тех случаях, когда уровень грунтовых вод стоит низко, шурф углубляют до появления в нем воды. После этого ожидают нек-рое время, пока под действием естественного холода не образуется слой промерзшего грунта достаточной толщины для того, чтобы приступить к дальнейшему углублению шурфа. Удаление верхней части промерзшего слоя производят в большинстве случаев при помощи п о ж о г а, т. к. кайловая работа при мерзлом грунте мало производительна. При работе «на пожар» на дне шурфа разводят костер, теплом которого оттаивают верхнюю часть замерзшего слоя, и после этого, при помощи кайлы и лопаты, удаляют оттаивший грунт. Затем шурф оставляют на некоторое время для нарастания мерзлого слоя толщины, к-рая достаточна, чтобы сделать новый пожар. Чередуя промораживание и пожар, углубляют шурф до необходимой глубины,—до подстилающих наносы коренных пород—п л о т и к а. Аналогичным способом производится проходка шурфа в дне неглубоких, с медленным течением, рек.

Углубление шурфа «на выморозку» требует от рабочего большого навыка, выражающегося гл. обр. в умении соразмерить тепловой эффект костра (пожара) с толщиной промерзшего слоя наносов; кроме того требуется большая ловкость при выборке из шурфа оттаившего грунта, так как пробивка мерзлого слоя, изолирующего шурф от талого водоносного грунта, вызывает затопление шурфа и его потерю.

Организация работы такова. Обычно на пару рабочих возлагается задача у г л у б к и в течение зимы до 10—15 шурфов. Рабочие, произведя пожар и выбрав породу в одном каком-либо шурфе, повторяют эту операцию в других шурфах в определенном порядке, так что, когда они вновь возвращаются к первому шурфу, в нем успевает намерзнуть достаточный слой для продолжения работы. В обязанности рабочих обычно входит заготовка дров для производства пожаров в тех случаях, когда вблизи имеются лесные участки (случай, часто встречающийся при разведке на золото и платину).

Скорость углубления шурфа на выморозку зависит от теплопроводности проходимых наносов, от средней t° зимы, от степени и характера водоносности наносов и от навыка рабочих. Наносы, состоящие из р е ч н и к а, т. е. смеси песка и гальки с небольшим количеством глинистого материала, являются наиболее благоприятными для работы на выморозку; наоборот, сильно глинистые наносы обладают низкой теплопроводностью. Средняя t° зимы играет весьма существенную роль, определяя максимальн. глубину, на которую можно углубить шурф за зиму (напр. для Амурского окр. предельной глубиной считают в среднем 8 м, для б. Приморской обл., где зимы менее холодны,—6 м). Большое значение в отношении скорости работы и глубины шурфов имеют степень и характер водоносности наносов. Различают верхнюю воду, образующую так наз. наледи, во время которых вода затопляет шурф сверху, и теплую родниковую воду плотика, останавливающую образование льда на дне шурфа. Производительность рабочего, в зависимости от природных факторов, а также от его производственного навыка, колеблется в пределах от 0,35 до 0,50 м за рабочий день, при сечении шурфа $1,5 \times 2,0$ м и при заготовке дров на пожар самим рабочим.

Лит.: Бокий Б. И., Практический курс горного искусства, т. 1, Л., 1924; Sviridoff A. P., Methods of Gold Mining in Eastern Siberia, «Engineering and Mining Journal-Press», New York, 1924, vol. 118, 7. Е. Прокопьев.

ВЫПАРИВАНИЕ жидкостей состоит в том, что их доводят до кипения путем нагревания и образующиеся пары удаляют в атмосферу или сжижают в холодильнике (конденсаторе). В. применяется в тех случаях, когда необходимо повысить концентрацию раствора путем удаления части растворителя или когда необходимо при помощи перегонки очистить жидкость от содержащихся в ней растворимых примесей. Часто В. имеет в виду обе указанные цели. Нагревание жидкости при выпаривании производится или огнем или, в более совершен. установках, водяным паром. В нек-рых случаях

источником тепла является нагретый воздух или горяч. дымовые газы, приводимые в непосредственное соприкосновение с выпариваемой жидкостью. При нагревании паром выпарной аппарат снабжается паровой нагревательной камерой, имеющей форму двойного дна, змеевика, вертикальных, горизонтальных или перекрещивающихся трубок и пр. Одна сторона стенки нагревательной камеры соприкасается с греющим паром, другая сторона стенки омывается кипящим раствором. Расход тепла на В. при однократной утилизации теплоты греющего пара складывается из двух слагаемых: 1) количества тепла, необходимого для нагревания раствора, поступающего на выпаривание, до $t^{\circ}_{кит.}$, и 2) расхода тепла на парообразование, т. е. собственно на выпаривание. Первое слагаемое q_1 определяется по ф-ле:

$$q_1 = Sc(t - t_0) \text{ Cal,}$$

где S —количество раствора, поступающего на В., c —теплоемкость раствора, t_0 —температура поступающего раствора, t —температура его кипения. Второе слагаемое q_2 определяется по формуле:

$$q_2 = W(i - c_1t) \text{ Cal,}$$

где W —количество выпариваемого растворителя, i —полное теплосодержание 1 кг паров, образующихся из растворителя при выпаривании, и c_1 —его теплоемкость. Полный расход тепла Q , как сумма указанных слагаемых, определяется по ф-ле:

$$Q = Sc(t - t_0) + W(i - c_1t).$$

В промышленной технике чаще всего растворителем является вода, для которой $c_1=1$. Расход пара D на В. определяется по ф-ле:

$$D = \frac{Q}{\lambda - \tau} = Sc \frac{t - t_0}{\lambda - \tau} + W \frac{i - t}{\lambda - \tau} \text{ кг,}$$

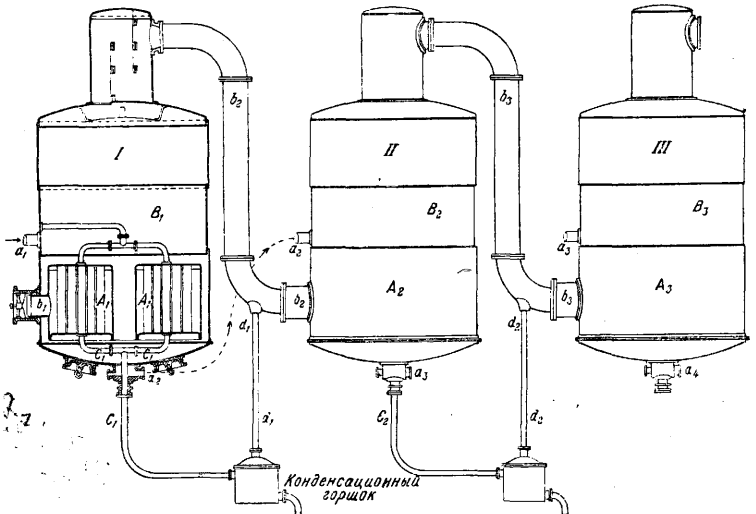
где λ —полная теплота греющего пара, а τ —теплота конденсата. Для точного определения расхода пара на В. необходимо еще принять во внимание тепловые потери. Результаты расчетов, полученные по последней ф-ле с достаточной для технических целей точностью, показывают, что в условиях однократн. использования тепла для выпаривания 1 кг воды расходуется около 1 кг пара. Размеры поверхности нагрева F определяются по формуле:

$$F = \frac{Q}{k\theta} \text{ м}^2,$$

где Q —количество тепла, проходящее через поверхность нагрева в 1 минуту (расход тепла), k —коэфф. теплопередачи и θ —разность температур греющего пара и кипящей жидкости. В некоторых химических производствах (сахарное, дубильно-экстрактное, каустич. соды, солеварение, опреснение морской воды) приходится выпаривать громадные количества воды. В этих случаях В. сопря-

жено с большим расходом топлива на парообразование. Т. к. удаление в атмосферу больших количеств горячих паров привело бы к потере всего содержащегося в них тепла, то для В. в большом масштабе применяются аппараты с многократным использованием тепла, так назыв. многокорпусные выпарные аппараты. Такие аппараты расходуют значительно меньшее количество греющего пара по сравнению с однокорпусным аппаратом.

Современные многокорпусные аппараты для В. больших масс жидкости имеют устройство, схематически изображенное на фиг. 1. В закрытый котел I, называемый первым корпусом и снабженный трубчатой обогревательной камерой A_1 , по трубе a_1 поступает жидкий раствор, предназначенный для В. В нагревательную камеру по трубе b_1 поступает греющий пар, каковым обыкновенно является отработанный пар из паровой машины или турбины. В нагревательной камере пар, конденсируясь, отдает свою скрытую теплоту раствору, который закипает и дает вторичный пар более низкого давления, чем первоначальный греющий (первичный) пар. Конденсат, полученный из первичного пара в нагревательной камере A_1 , по трубе c_1c_1 стекает в конденсационный горшок, откуда по мере накопления конденсацион. вода самотеком или насосом отводится в общий сборник; несконденсировавшийся пар из конденсационного горшка уходит по трубе d_1d_1 . Сгущенный в первом корпусе до определенной концентрации раствор выходит из него по трубе a_2a_2 и поступает во второй корпус, имеющий устройство, одинаковое с первым. Из парового пространства B_1 первого корпуса вторичный пар через сухопарник (ловушку) поступает в нагревательную камеру второго корпуса по трубе b_2b_2 ; в эту же трубу по трубе d_1d_1 входит и пар, несконденси-

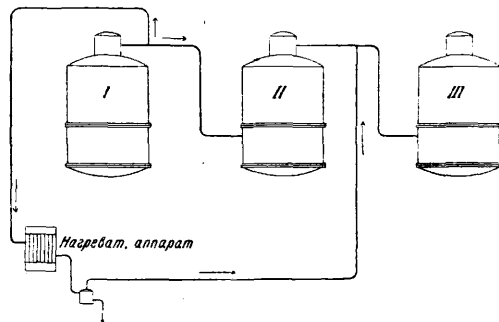


Фиг. 1.

ровавшийся в конденсационном горшке первого корпуса; таким обр. вторичный пар из первого корпуса является греющим первичным паром для второго корпуса. Конденси-

руясь в нагревательной камере второго корпуса, этот пар поддерживает раствор во втором корпусе в состоянии кипения и дает некоторое количество вторичного пара еще более низкого давления. Из нагревательной камеры второго корпуса A_2 конденсационные воды поступают во второй конденсационный горшок, раствор по трубе a_3a_3 перетекает из второго корпуса в третий, а вторичный пар из парового пространства B_2 по трубе b_2b_2 поступает в нагревательную камеру третьего корпуса, и т. д. Число корпусов в нек-рых установках достигает десяти. Чаще применяются четырех- и пятикорпусные аппараты. Необходимым условием передачи тепла в каждом корпусе является наличие нек-рой разности t° греющего пара и кипящего раствора, или, что то же, наличие разности давлений первичного и вторичного пара. Давление вторичного пара в первом корпусе д. б. больше, чем во втором, во втором—больше, чем в третьем, и т. д. Эта разность давлений в корпусах создается или при помощи избыточного давления в паровом пространстве первого корпуса, или при помощи разрежения в последнем корпусе, или же комбинацией обоих этих условий. При увеличении давления в первом корпусе соответственно повышается и $t^\circ_{\text{кип}}$ раствора; для многих органич. веществ повышение $t^\circ_{\text{кип}}$ является опасным, т. к. может повлечь их разложение. Поэтому при В. растворов органич. веществ разность давлений в корпусах создается понижением давления в последнем корпусе при помощи воздушного насоса. В этом случае вторичный пар из последнего корпуса проводят в конденсатор (обыкновенно барометрический), а этот последний соединяют с воздушным насосом. При абсолютном давлении в конденсаторе в 150—160 мм рт. ст. оказывается достаточным держать давление в первом корпусе равным 1 атм или несколько выше, что соответствует $t^\circ_{\text{кип}}$ раствора около 100° и для большинства органич. веществ является безопасным. В том случае, если для В. не хватает отработанного (мятого) пара из паровых двигателей, в нагревательную камеру первого корпуса проводят, кроме мятого пара, свежий пар из парового котла, при чем его редуцируют при помощи редукционного вентиля до давления, одинакового с давлением мятого пара. Если же, кроме пара для машин, имеется свежий пар невысокого давления (3—4 атм), а двигатели могут работать с противодействием до 3—4 атм, то свежий пар из котлов низкого давления смешивают с мятым паром в нагревательной камере первого корпуса непосредственно. В том случае, когда отработанный пар из машин не имеется, обогревание первого корпуса ведется исключительно при помощи свежего пара из паровых котлов. Наконец, не исключена возможность нагревания первого корпуса при помощи самостоятельной топки. При недостаточном количестве мятого пара чаще всего в последнее время можно встретить следующую комбинированную систему обогрева выпарного аппарата свежим и мятым паром. Перед первым корпусом устанавливают добавочный корпус, т. н. н о л ь - к о р п у с, обогреваемый

исключительно свежим паром. Раствор поступает на В., проходя через ноль-корпус. Давление вторичного пара в ноль-корпусе поддерживается равным давлению мятого пара, так что этот последний м. б. смешан со вторичным паром ноль-корпуса и по общей с ним трубе введен в нагревательную камеру первого корпуса. При такой комбинированной системе обогрева свежим и мятым



Фиг. 2.

паром ноль-корпус заменяет собой редукционный вентиль, но представляет по сравнению с последним то удобство, что, понижая давление свежего пара, попутно нагревает и отчасти упаривает раствор, т. е. усиливает действие выпарного аппарата.

Применение многокорпусного аппарата может преследовать двоякую цель: или сгущение жидкого раствора, или получение чистой дистиллированной воды (напр. опреснение морской воды), или ту и другую цель одновременно. Так, напр., в тех случаях, когда главной целью является В. раствора, большим подспорьем парового хозяйства фабрики является применение конденсационных вод для питания паровых котлов, конечно, только в том случае, если воды эти не содержат вредных газов, выделяющихся из раствора. Помимо этого, в нек-рых случаях, например на сахарных з-дах, выпарному аппарату ставят еще и третью задачу: производство экстр-пара, потребляемого на стороне для целей обогрева различных аппаратов, не имеющих непосредственного отношения к В. В этом последнем смысле многокорпусный выпарной аппарат можно рассматривать как комбинированный паровой котел, дающий пар разного давления как выше, так и ниже атмосферного. Для отбирания экстр-пара от труб, проводящих вторичный пар, делают ответвления по которым часть вторичного пара из того или иного корпуса отводится в нагревательный аппарат, из к-рого конденсационная вода стекает в конденсационный горшок, соединенный паровой трубкой с трубкой вторичного пара из следующего корпуса, как показано схематически на фиг. 2. Как паровой котел, многокорпусный выпарной аппарат предоставляет большое разнообразие и дает возможность всегда выбрать пар, наиболее подходящий для поставленной цели. Наиболее выгодной представляется, однако, утилизация экстр-пара из последних корпусов. Пар из этих корпусов, многократно использованный для выпаривания,

является более дешевым, чем пар из первых корпусов. Как источник пара выпарной аппарат ограничен требованиями, предъявляемыми к сгущенному раствору. В раствора никогда не доводится до пределов, очень близких к его насыщению, т. к. в противном случае делается возможной кристаллизация растворенного вещества внутри аппарата. Поэтому количество выпариваемой воды ограничивается заданными начальной и конечной концентрациями раствора. Оно определяется по формуле:

$$W = 1 - \frac{B_0}{B}, \quad (1)$$

где W —количество выпариваемой воды на 1 кг первоначального раствора, B_0 —начальная, а B —конечная концентрация раствора, выраженные в каких-либо одинаковых единицах. В наших дальнейших расчетах концентрация везде выражается в % по весу раствора. По этой ф-ле, напр., для превращения 14%-ного раствора в 70%-ный количество выпариваемой воды определяется в $W = 1 - \frac{14}{70} = 0,8$ кг на 1 кг начального раствора. Разумеется, не все это количество выпариваемой воды м. б. потреблено на стороне в виде экстра-пара, т. к. часть его пойдет на обогревание следующего корпуса самого выпарного аппарата и на компенсацию тепловых потерь. В том случае, когда для обогрева аппарата примешивается пар со стороны (напр. мятый пар), отбор экстра-пара м. б. соответственным образом увеличен без изменения концентрации сгущенного раствора. Это ясно видно из сопоставления равенств, выражающих материальный баланс выпарного аппарата. Если обозначим в кг: через D расход свежего пара на ноль-корпус, считая на 1 кг жидкого раствора, через R количество добавляемого в первый корпус мятого пара, через w количество конденсационной воды из всех корпусов, обогреваемых вторичным паром, через S количество сгущенного раствора и через E количество экстра-пара, отбираемого на сторону, включая сюда и весь вторичный пар из последнего корпуса, то, составив материальный баланс выпарки, в случае обогрева без мятого пара, получим равенство:

$$D + 1 = D + w + E + S.$$

пар	раств.	конденсат	экстра- пар	сгущ. раств.
-----	--------	-----------	----------------	-----------------

Левая часть равенства выражает поступление в аппарат, правая—получение из аппарата, откуда $E = 1 - S - w$, а т. к. $1 - S$ —не что иное как количество выпарной воды W , то

$$E = W - w. \quad (2)$$

В этом равенстве w представляет собой количество вторичного пара, израсходованного самой выпаркой. Для сравнения мы должны это количество в дальнейших выводах считать неизменным. При комбинированной системе нагревания материальный баланс выпарки сложится из следующих величин. Поступает на выпарку: 1 кг жидкого раствора, D кг свежего пара, R кг мятого пара, всего $(1 + D + R)$ кг; получается из выпарки: S кг сгущенного раствора, D кг конд. воды из ноль-корпуса, w кг конденсацион-

ной воды из остальных корпусов, E кг экстра-пара, всего $(S + D + w + E)$ кг. Так как

$$1 + D + R = S + D + w + E,$$

то

$$E = 1 - S - w + R,$$

или

$$E = W - w + R \quad (3)$$

Сопоставляя уравнения (2) и (3), находим, что при комбинированной системе обогрева выпарной аппарат дает большее количество экстра-пара на величину, равную добавленному количеству мятого пара.

Идея многократного использования теплоты греющего пара, или, что то же, теплотворной способности топлива, на практике оказалась чрезвычайно плодотворной. После введения в технику многокорпусных выпарных аппаратов оказалось возможным уменьшить расход топлива на B в несколько раз. Ярким примером в этом отношении являются свеклосахарные 3-ды, в к-рых до введения описанных аппаратов расходовалось каменного угля до 40% по весу переработанной свеклы, после же введения новейших выпарных аппаратов расход этот постепенно понизился до 7—8%. С известными ограничениями можно сказать, что производительность выпарных аппаратов, т. е. количество выпариваемой воды на весовую единицу топлива (или греющего пара), растет с увеличением числа корпусов, но т. к. вместе с этим растут и потери t° , зависящие от нескольких причин, то полезная разность t° , представляющая собой основное условие передачи тепла, уменьшается. Потери разности t° при выпаривании растворов обуславливаются следующими причинами. 1) Вследствие понижения упругости паров растворителя, при растворении в нем твердого тела, $t^\circ_{\text{кип}}$ раствора всегда выше t° паров растворителя. Пользуясь вторичным паром для нагревания, мы, поэтому, теряем некоторую разность t° , равную повышению точки кипения раствора по сравнению с чистым растворителем. Это повышение точки кипения увеличивается с возрастанием концентрации раствора. Поэтому потеря разности t° вследствие понижения упругости пара (потеря от депрессии) должна увеличиваться по направлению от первого корпуса к последнему. Так, например, $t^\circ_{\text{кип}}$ 15%-ного сахарного раствора выше $t^\circ_{\text{кип}}$ чистой воды при том же давлении на $0,2^\circ$, каковая величина и представляет собой потерю разности t° при использовании вторичного пара 15%-ного сахарного раствора, между тем как для 60%-ного сахарного раствора эта потеря составляет уже 3° . 2) Температура вторичного пара понижается вследствие падения давления при переходе его по паропроводу из одного корпуса в другой. Величина потери давления, при прочих равных условиях, пропорциональна уд. объему пара. Так как уд. объем вторичного пара увеличивается по направлению от первого корпуса к последнему, то, при одних и тех же условиях (паропровод одинакового сечения, одинаковое количество проходящего пара), абсолютная потеря давления д. б. в последних корпусах больше, чем в первых. 3) Т. к. высота слоя кипящего раствора в выпарных

аппаратах значительна (1—1,5 м), то $t^{\circ}_{\text{кип}}$ нижних слоев раствора всегда выше, чем верхних слоев. Поэтому и средняя $t^{\circ}_{\text{кип}}$ всего слоя раствора всегда несколько выше, чем $t^{\circ}_{\text{кип}}$ в верхних слоях. Очевидно, разность между средней $t^{\circ}_{\text{кип}}$ всего раствора и $t^{\circ}_{\text{кип}}$ верхних слоев также является потерей разности t° . Влияние давления столба жидкости на $t^{\circ}_{\text{кип}}$ должно увеличиваться с увеличением уд. в., т. е. с концентрацией раствора. Иными словами, и в этом случае потеря разности t° в последних корпусах будет больше, чем в первых. Учесть точно все указанные потери разности t° нетрудно, если известны все концентрации, t° и размеры паропроводов, иначе говоря, нетрудно сделать такой подсчет для существующих выпарных аппаратов. Но при проектировании нового выпарного аппарата, когда большинство указанных величин являются искомыми, учесть заранее все потери разности t° невозможно. В этом случае пользуются для расчетов округленными преувеличенными значениями для потерь разности температур. Некоторое преувеличение потерь дает в результате небольшой запас поверхности нагрева. Величины температурных потерь приведены в табл. 1.

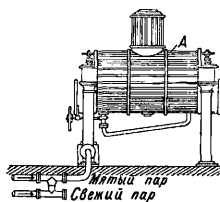
Табл. 1.—Температурные потери (в градусах).

Выпарки	1-й корпус		2-й корпус		3-й корпус		4-й корпус		5-й корпус		Всего
	Потери от депрессии	Потери в паропров.	Потери от депрессии	Потери в паропров.	Потери от депрессии	Потери в паропров.	Потери от депрессии	Потери в паропров.	Потери от депрессии	Потери в паропров.	
Двукорпусная	1,5	1,5	4	—	—	—	—	—	—	—	7
Трехкорпусная	1	1,5	4	1,5	—	—	—	—	—	—	10
Четырехкорпусная	1	1,5	1,5	1,5	2	1,5	4	—	—	—	13
Пятикорпусная	1	1	1,5	1,5	2	1,5	3	1,5	4	—	17

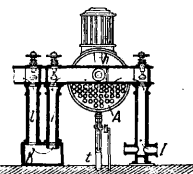
Принимая во внимание заметное увеличение потери разности t° с увеличением числа корпусов и во избежание излишней громоздкости многокорпусных аппаратов, редко устраивают их с числом корпусов больше пяти. Существующие десятикорпусные опреснители представляют настолько большие неудобства своей сложностью, громоздкостью и неравномерностью работы, что в некоторых установках, для удобства ухода и попеременной чистки, их делают на два независимых пятикорпусных аппарата. Нормальным средним числом корпусов является в настоящее время пять, при чем на сахарных заводах первый корпус обыкновенно является ноль-корпусом.

Главная область применения многокорпусных аппаратов—свеклосахарное производство. На свеклосахарном з-де, где в среднем ежедневно выпаривается более полумиллиона л воды, где требуется пар самых различных давлений для обогрева промежуточных продуктов производства, невозможно обойтись без многокорпусной выпарки. Помимо сахарного производства многокорпусные аппараты в СССР нашли применение для опреснения морской воды; так, например, в Баку до постройки нового водопровода действовал десятикорпусный

опреснитель системы Ягна, с суточной производительностью 150 000 ведер воды для питья; в Краснодарске установлен опреснитель Круга для целей снабжения паровозов пресной водой. В остальных производствах, напр. содовом, солеваренном, поташном и



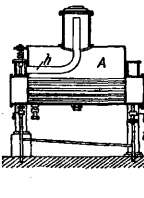
Фиг. 3.



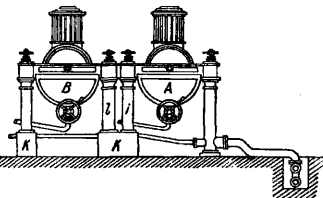
Фиг. 4.

некоторых других, где многократные аппараты могли бы найти большое применение для В и перегонки, они встречаются довольно редко. На фиг. 3—6 представлен аппарат Рилье (Rillieux). Он состоит из 3 или 4 клепаных железных цилиндрических горизонтальных котлов в 1 м диаметром и 3 м длиной. При трех котлах—аппарат двукратного действия, при четырех котлах—аппарат трехкратного действия, так как два котла

соединены параллельно. Котлы установлены на полых чугунных столбах, служащих в то же время и паропроводом. Каждый котел снабжен сухопарником. Мятый пар из паровой машины по трубе I поступает в паровую коробку корпуса А и распределяется по трубкам. Труба I соединена с другой трубой, по которой в случае необходимости можно пускать прямой пар из



Фиг. 5.

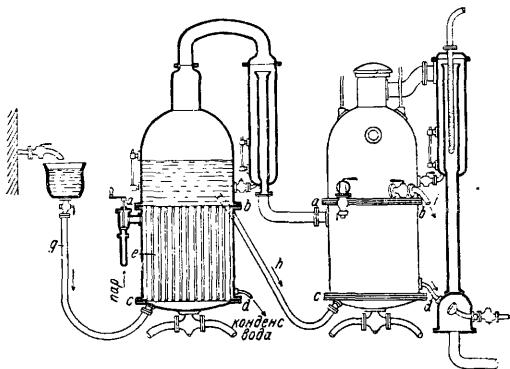


Фиг. 6.

котлов. Вторичный пар из корпуса А по трубе h пропускается в колонну i и в чугунную коробку К. Здесь вторичный пар разветвляется: часть его идет по колонне l на обогрев второго корпуса В, другая часть идет на обогрев третьего корпуса, где производится окончательное уваривание раствора. Затем из второго и третьего корпусов вторичный пар поступает в конденсатор.

Обогревательными элементами являются горизонтальные трубки в 52 мм диаметром, по которым проходит пар. Выпариваемый раствор омывает трубки снаружи и перетекает из одного корпуса в другой. Конденсационная вода из первого корпуса по трубе *t* поступает в сборник, откуда идет на питание парового котла. Конденсационные воды из остальных корпусов собираются отдельно и могут идти на другие нужды.

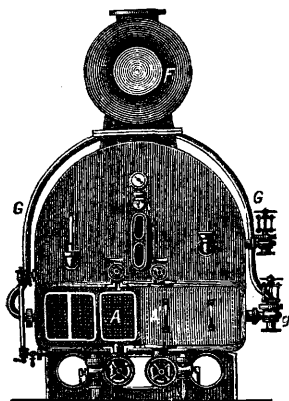
На фиг. 7 изображен двукорпусный аппарат конструкции Роберта. Оба корпуса, из которых первый представлен в разрезе, имеют



Фиг. 7.

совершенно одинаковое устройство. В нижней половине каждого корпуса днища *ab* и *cd* отделяют паровое пространство от раствора. Через оба днища проходят 254 медные или латунные трубки диам. в 52 мм, открытые с обоих концов, так что нижняя часть аппарата имеет сообщение с верхней. Выпариваемый раствор через воронку по трубе *g*, по трубкам *e* и по трубе *h* перетекает в нижнюю часть второго корпуса. Из этого последнего сгущенный раствор высасывается насосом по трубе *i*. Большим недостатком аппарата Роберта является то обстоятельство, что раствор из верхней части каждого корпуса поступает в нижнюю часть следующего корпуса. При таком

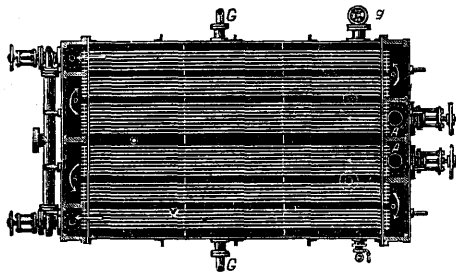
расположении соединительных труб жидкий, т. е. более легк., раствор вводится под более густой, тяжелый раствор. Перемешивание их неизбежно, что уменьшает эффект выпаривания и понижает производительность аппарата. Вся работа аппарата неравномерна. В современном виде горизонтальный аппарат так называемой сундуковой формы (конструкция Вельнера-



Фиг. 8.

Еллинека) представлен на фиг. 8—10. Греющий отработанный пар из машины поступает в отделения передней паровой коробки *A* и *A'*, откуда по направлениям,

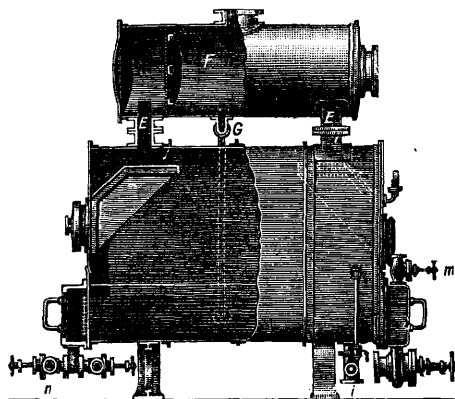
указанным стрелками, распределяется по отдельным пучкам обогревательных трубок. Отделения паровых распределительных коробок снабжены трубками *n* для стока конденсационной воды. Отделения *A* и *A'* в верхней части сообщаются с вентилями *m*



Фиг. 9.

для подведения свежего пара из паровых котлов. Выпариваемый раствор проходит в корпус сбоку через вентиль *g*. По трубкам *G* туда же поступает раствор, увлеченный в сухопарник (ловушку) *F*. Сгущенный раствор выходит снизу аппарата через трубу *i* и поступает в следующий корпус. Вторичный пар по штуцерам *E* проходит через ловушку в паровую коробку следующего корпуса, имеющего такое же устройство.

Дальнейшие усовершенствования выпарных аппаратов относились гл. обр. к деталям конструкции и не касались самого принципа многократной утилизации теплоты пара. Одним из позднейших усовершенствований выпарного аппарата явился комбинированный способ обогрева мятым и свежим



Фиг. 10.

паром, или так наз. система Паули-Грейнера. Способ этот состоит в присоединении к выпарке ноль-корпуса и пользуется теперь повсеместным распространением на свекло-сахарных з-дах. Причиной, вызвавшей этот способ к жизни, является то обстоятельство, что при современных паровых машинах, расходующих 8—10 кг пара на силу-час, количество мятого пара на сахарном з-де сделалось так мало (ок. 20% по весу переработанной свеклы), что его не хватает для сгущения свекловичного сока при выпарке до нормальной (60—65%) концентрации. Т. к. для В. сока и производства экстра-пара

на сторону выпарка требует до 50% пара по весу свежлы, то недостающие 30% пара приходится пополнять паром из паровых котлов. Система Паули-Грейнера является наиболее удобным и выгодным комбинированным способом, позволяющим нагревать одновременно и свежим и отработанным паром. Почти никакого применения не нашел интересней с теоретич. стороны способ многократной утилизации сжатого вторичного пара в одном и том же корпусе. Способ этот состоит в том, что часть вторичного пара из какого-либо корпуса по выходе из аппарата сжимают компрессором, по возможности без потерь тепла, и снова применяют этот пар для обогрева того же самого корпуса. Другая же часть вторичного пара в несжатом состоянии идет на обогрев следующего корпуса и т. д. Способ этот применялся в виде опыта неоднократно, но окончательно никем еще не разработан.

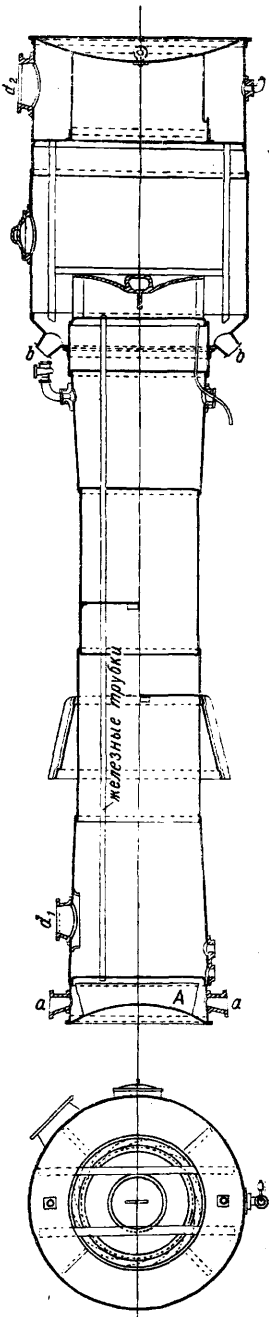
Наиболее распространенными являются в настоящее время аппараты: вертикальные Роберта и горизонтальные Еллинека. В первых высота слоя раствора достигает 1,5 м, во вторых—нормально 0,6 м. Меньшая толщина слоя раствора в горизонтальных аппаратах вызывает меньшие потери разности t° и тем самым обуславливает большую производительность поверхности нагрева. Кроме того горизонтальные аппараты, обладая по сравнению с вертикальными большей поверхностью испарения жидкости, отличаются спокойным и равномерным кипением. Но зато вертикальные аппараты допускают механич. очистку трубок без разборки всей поверхности нагрева, в то время как чистка горизонтальных аппаратов возможна только при условии выемки всех трубок. Для увеличения производительности вертикальных аппаратов Классен предложил уменьшать в них толщину слоя кипящей жидкости, т. е. не заполнять трубки жидкостью по всей высоте. Ту же цель преследовали и многочисленные конструкции т. н. оросительных выпарных аппаратов, в которых раствор испарялся, орошая каплями или тончайшим слоем систему обогревательных трубок. Оросительные аппараты получили весьма малое распространение.

В последнее время начинает входить в практику, гл. обр. в качестве ноль-корпуса, аппарат Кестнера, к-рый в известном смысле можно отнести к оросительным аппаратам (орошение снизу). Аппарат Кестнера, изображенный на фиг. 11, состоит из вертикальных железных трубок длиной 7—8 м и диам. 35—38 мм. В нижней части трубки открываются в коробку А, в к-рую по трубам а поступает жидкий раствор. В верхней головной части трубки открываются в цилиндрич. резервуар, снабженный сепаратором для отделения пара от капель жидкости. Из этого резервуара сгущенный раствор может выходить по трубам б, а вторичный пар—по трубе d_2 . Трубки окружены железным клепаным кожухом, образующим вместе с трубами обогревательную камеру аппарата. Греющий пар поступает по трубе d_1 . При кипении раствора в трубках образуется значительное количество пузырьков пара, которые, быстро поднимаясь по

трубкам вверх, увлекают за собой раствор. Последний также быстро поднимается по внутренней поверхности трубок в виде тонкого слоя. Поднятие раствора снизу до верху трубок требует при большой разности темп-ры греющего пара и раствора иногда менее минуты времени.

Пар, вырываясь из верхних отверстий трубок с большой скоростью, увлекает за собой и некоторое количество раствора в виде мельчайших капель. Для отделения раствора, который увлечен паром, в головной части аппарата устанавливается сепаратор, состоящий из спирально изогнутых листов железа. Влажный пар, ударяясь снизу о поверхность этих листов, приходит во вращательное движение, при чем развивается центробежная сила, отбрасывающая капли жидкости к периферии. Большая скорость движения раствора в аппаратах Кестнера, с одной стороны, способствует более интенсивной передаче тепла, а с другой—делает эти аппараты удобными в том случае, когда необходимо упаривать органические вещества, разлагающиеся при высокой t° . Непродолжительное время пребывания раствора в аппарате Кестнера позволяет иногда поднять $t_{кип}^\circ$ даже выше пределов, допускаемых при В. в других аппаратах. Это обстоятельство позволило, наприм., ввести аппараты Кестнера на сахарных заводах в качестве ноль-корпуса, обогреваемого свежим паром t° до 150° , при чем оказалось возможным поднять $t_{кип}^\circ$ сахарного раствора почти до 130° , между

тем как в обыкновенных робертовских ноль-корпусах, где пребывание раствора более продолжительно, допустимой точкой кипения является только $115—118^\circ$. Повышение же $t_{кип}^\circ$ в ноль-корпусе, соответствующее повышению давления вторичного пара



Фиг. 11.

в нем, дает возможность создать более широкий интервал для падения давления в корпусах и позволяет, кроме того, получить экстра-пар сравнительно высокого давления. Более широкие пределы для падения давления во всей выпарке дают возможность поднять давление во всех корпусах и довести его в последнем корпусе, например, до атмосферного давления. Вся разность давлений будет достигаться, т. о., не за счет вакуума в последнем корпусе, а за счет избыточного давления в ноль-корпусе (выпарка под давлением). В этом случае отпадает необходимость иметь барометрич. конденсатор и воздушный насос; весь вторичный пар из последнего корпуса м. б. утилизирован как экстра-пар на стороне. В виду того, что при пользовании вакуумом приходится всегда конденсировать некоторое количество вторичного пара из последнего корпуса, теплота этого пара для целей нагревания должна считаться практически потерянной, так как нагревание воды конденсатора (от 10—15° до 25—30°) практически можно считать бесполезным. При отсутствии вакуума и при повышении давления в последнем корпусе до атмосферного эта потеря избегается. Но на такую коренную переделку выпарных аппаратов, как уничтожение барометрического конденсатора, сахарные заводы, вводя ноль-корпус Кестнера, до сих пор не решились, и только на одном заводе (Ново-Янковском) имеется полная пятикорпусная выпарка системы Кестнера без барометрического конденсатора.

До тех пор, пока еще не был разработан расчет выпарного аппарата, конструкторы придерживались правила, впервые примененного Гилье: всем отдельным корпусам выпарки придавали одинаковые размеры и одинаковую поверхность нагрева. При расчете многокорпусного аппарата необходимо принять во внимание, что по мере увеличения концентрации раствора вязкость его будет увеличиваться; вместе с этим будет увеличиваться и толщина неподвижного слоя раствора, находящегося у самой поверхности нагрева, что будет уменьшать коэффициент передачи тепла. Очевидно, что передача тепла в первых корпусах будет лучше, чем в последних. Эмпирические данные, собранные М. Д. Зуевым [1,2], приводят к следующим средним величинам коэффициентов передачи тепла для 1 м² поверхности в Cal в минуту:

Табл. 2. — Теплопередача.

Четырехкорпусные аппараты		Пятикорпусные аппараты	
№ корпуса	теплопередача в Cal в минуту на 1 м ²	№ корпуса	теплопередача в Cal в минуту на 1 м ²
1	30—35	1 (или 0)	35—40
2	25—30	2	25—30
3	15—20	3	20—25
4	5—10	4	12—15
		5	6—8

Эти величины коэфф-тов теплопередачи взяты с нек-рым запасом для медных или латунных трубок. При расчете на железные (стальные) трубки данные величины следует

уменьшить на 25%. Для аппаратов Кестнера приведенные величины могут быть увеличены на 30—40%.

Поверхность нагрева в каждом корпусе является функцией разности t° , а разность t° , в свою очередь, зависит от того, какова д. б. t° вторичного пара; т. к. этот пар в виде экстра-пара должен обладать заранее заданной t° , то при таком условии распределение поверхностей нагрева не м. б. подчинено какому-либо заранее установленному общему правилу. Соотношение поверхностей нагрева может оказаться каким-угодно, если $t^\circ_{кип.}$ в отдельных корпусах назначаются заранее. Если же t° не даются, то вопрос о распределении поверхностей нагрева следовало бы поставить так: каковы д. б. разности t° в отдельных корпусах для того, чтобы: 1) поверхности нагрева в отдельных корпусах были равны между собою и 2) при прочих равных условиях общая поверхность нагрева выпарки была минимальной. Общего решения этих вопросов пока никем не дано. Расчет выпарного аппарата должен дать решение следующих вопросов: 1) каков расход пара, греющего первый корпус, 2) каково количество воды, выпариваемой в каждом корпусе, 3) какова должна быть поверхность нагрева в каждом корпусе. Данными для расчета являются следующие величины: количество раствора, поступающего в первый корпус в минуту, S кг; количество экстра-пара, отбираемого из каждого корпуса, E_1, E_2, \dots, E_n кг; t° первичного пара в отдельных корпусах T_1, T_2, \dots, T_n ; полная теплота первичного пара соответственно $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ Cal; $t^\circ_{кип.}$ в каждом корпусе t_1, t_2, \dots, t_n ; t° вторичного пара соответственно $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$; полная теплота вторичного пара i_1, i_2, \dots, i_n Cal; темп-ра раствора, поступающего в первый корпус, t ; теплота конденсационной воды, поступающей из камер, $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ Cal; теплоемкость начального раствора v ; обозначим, кроме того, искомые величины: D_1 —расход пара, греющего первый корпус, D_2 —расход вторичного пара первого корпуса на обогрев второго, и т. д., количество воды, выпаренной в каждом корпусе, w_1, w_2, \dots, w_n . Выпаривание в каждом корпусе идет за счет теплоты греющего пара (испарение) и за счет теплоты самого поступающего в корпус раствора (самоиспарение).

Согласно принятым обозначениям, количество тепла, содержащееся в 1 кг греющего пара в n -ом корпусе, будет λ_n . Т. к. получающийся из этого пара конденсат содержит τ_n Cal, то использованное в n -ом корпусе количество тепла будет $(\lambda_n - \tau_n)$ Cal на 1 кг греющего пара. За счет использованной теплоты греющего пара происходит парообразование в n -ом корпусе при $t^\circ_{кип.}$, равной t_n . Т. к. при кипении раствор уже является нагретым до темп-ры t_n , то скрытая теплота парообразования в n -ом корпусе будет $(i_n - t_n)$ Cal на 1 кг образующегося пара. Величина $(i_n - t_n)$ представляет собой расход тепла на образование 1 кг пара в n -ом корпусе. Отношение $\frac{\lambda_n - \tau_n}{i_n - t_n}$ показывает, какое количество пара может образоваться из раствора в n -ом корпусе за счет

использования теплоты 1 кг греющего пара. Величину $\alpha_n = \frac{\lambda_{n-1} - t_n}{t_{n-1} - t_n}$ условимся называть коэффициентом испарения или просто «испарением» в n -ом корпусе.

Каждый кг раствора, поступаая из $(n-1)$ -го корпуса в n -й, несет с собой $c_{n-1} \cdot t_{n-1}$ Cal тепла, где c_{n-1} — теплоемкость раствора, выходящего из $(n-1)$ -го корпуса. В n -ом корпусе t° раствора сразу падает от t_{n-1} до t_n , т. е. на $t_{n-1} - t_n$. За счет этого падения t° освобождается на 1 кг раствора количество тепла $(t_{n-1} - t_n)c_{n-1}$ Cal, которое расходуется на самоиспарение раствора. Это количество тепла может выпарить $\frac{t_{n-1} - t_n}{i_n - i_n} \cdot c_{n-1}$ кг воды.

Отношение $\beta_n = \frac{t_{n-1} - t_n}{i_n - i_n}$ условимся называть коэфф-том самоиспарения или просто «самоиспарением» в n -ом корпусе. В том случае, если t° поступающего раствора ниже $t_{\text{крит.}}$, как это обычно бывает в первом корпусе, коэфф. β будет отрицателен. Наконец, если t° поступающего раствора равна $t_{\text{крит.}}$, самоиспарения не происходит, и коэфф. $\beta = 0$.

Пользуясь величинами коэфф-тов α и β , к-рые м. б. вычислены для всех корпусов по заданным t° , можем составить все необходимые расчетные ф-лы и общее расчетное ур-е для многокорпусной выпарки. Приведем здесь эти ф-лы без выводов. Количество воды, выпариваемой в произвольном корпусе, выражается ф-лой:

$$w_n = D_n \alpha_n + [Sc - (w_1 + w_2 + \dots + w_{n-1})] \beta_n.$$

Расход пара, греющего n -й корпус, будет:

$$D_n = w_{n-1} - E_{n-1} = D_{n-1} \alpha_{n-1} + [Sc - (w_1 + w_2 + \dots + w_{n-2})] \beta_{n-1} - E_{n-1}.$$

В частности, при наличии ноль-корпуса, расход пара на 1-й (2-й по счету) корпус $D_2 = w_1 - (E_1 - R)$.

Общее расчетное уравнение, определяющее количество воды, выпариваемой во всей выпарке, будет:

$$W = D_1 X + Sc Y - (E_1 - R) K_1 - E_2 K_2 - E_3 K_3 - \dots - E_{n-1} K_{n-1}.$$

Отсюда находим формулу для определения расхода пара, греющего 1-й корпус (или ноль-корпус):

$$D_1 = \frac{W - Sc Y + (E_1 - R) K_1 + E_2 K_2 + \dots + E_{n-1} K_{n-1}}{X}$$

Коэфф-ты X и Y определяются по формулам:

$$X = n - (n-1)\beta_2 - 2(n-2)\beta_3 - \dots - (n-1)\beta_n,$$

$$Y = n\beta_1 + (n-1)\beta_2 + (n-2)\beta_3 + \dots + \beta_n;$$

коэффициенты K имеют различные значения в зависимости от числа корпусов выпарки и определяются по формулам, сгруппированным в табл. 3.

Табл. 3.—Формулы для коэффициентов K .

Коэффициенты	Число корпусов				
	2	3	4	5	6
K_1 . . .	1	—	—	—	—
K_2 . . .	—	1	—	—	—
K_3 . . .	—	$2 - \beta_2$	$3 - 2\beta_2 - 2\beta_3$	$4 - 3\beta_2 - 4\beta_3 - 3\beta_4$	$5 - 4\beta_2 - 6\beta_3 - 6\beta_4 - 4\beta_5$
K_4 . . .	—	—	1	$2 - \beta_2$	$4 - 3\beta_2 - 4\beta_3 - 3\beta_4$
K_5 . . .	—	—	—	—	$3 - 2\beta_2 - 2\beta_3$
K_6 . . .	—	—	—	—	$2 - \beta_2$
					1

Заданные величины для удобства расчета группируются предварительно в таблицу.

Числовой пример данных для расчета пятикорпусной выпарки сах. 3-да см. в табл. 4.

Табл. 4.—Данные для расчета пятикорпусной выпарки сахарного завода.

Обозначения	1-й корпус	2-й корпус	3-й корпус	4-й корпус	5-й корпус
T	150°	114,5°	104°	93,5°	82,5°
t	118,5°	107,0°	97,0°	87,0°	60,0°
θ	115,5°	105,5°	95,0°	84,0°	56,0°
τ	133,0	111,0	101,0	90,0	71,0
E	12,0%	12,5%	10,0%	6,0%	—

Для грубых предварительных подсчетов можно пользоваться следующими приближительными опытными данными: 1 кг пара выпаривает: в однокорпусной выпарке—1 кг воды, в двухкорпусной—1,9, в трехкорпусной—2,7, в четырехкорпусной—3,6, в десятикорпусной—4,5.

Лит.: 1) Зуев М. Д., Энцикл. свеклосахарного производ., т. 4, М.—Киев, 1926; 2) его же, Теплота в сахарн. производстве, Киев, 1913; Тищенко И. А., Общий метод расчета многокорпусного выпарного аппарата, М., 1924; его же, Графич. расчет пятикорпусной выпарки, М., 1925; Hausbrand E., Verdampfen, Kondensieren u. Kühlen, 6 Aufl., Lpz., 1920; Greiner W., Verdampfen und Verkochen, 2 Auflage, Lpz., 1920; Claassen H., Die Zuckerfabrikation, 5 Aufl., Magdeburg, 1922. И. Тищенко.

Техника безопасности. Выпарные аппараты, обогреваемые паром под давлением, представляют опасность в отношении взрыва. Опасность эта тем более велика, что аппараты находятся в общих рабочих помещениях. В виду этого правилами НКТ СССР от 24/VII 1923 г. установлен по отношению к выпарн. аппаратам ряд требований. Размеры всех частей этих аппаратов должны соответствовать наибольшему допускаемому давлению. Части аппаратов, имеющие более 800 мм в поперечнике, должны иметь лазы для внутреннего осмотра, размерами: круглые—не менее 400 мм в диам., а овальные—300×400 мм. Чугун допускается для аппаратов, работающих под давлением не свыше 6 atm. Аппараты д. б. снабжены следующей арматурой: 1) запорным клапаном или клинкетом, 2) приспособлениями для выпуска воздуха и конденсационной воды, 3) манометром, 4) предохранительным клапаном. Если аппарат получает пар из котла с более высоким давлением, то на паропроводе должен иметься редуционный клапан с манометром и предохранительным клапаном, установленными на стороне меньшего давления. Аппараты должны подвергаться освидетельствованиям технической инспекции труда: не реже одного раза в год—наружному осмотру, не реже одного раза в 3 года—внутреннему осмотру и не реже 1 раза в 6 лет—гидравлическ. испытанию, которое производится при пробном давлении, в 1½ раза превышающем рабочее при давлениях до 10 atm; при рабочем давлении свыше 10 atm при гидравлической пробе давление устанавливается на 5 atm выше рабочего. Вышеуказанные правила не распространяются: 1) на выпарные аппараты

емкостью не свыше 25 л, 2) на такие аппараты, в которых произведение емкости (в л) на рабочее давление (в *atm*) менее 200, 3) на выпарные аппараты, имеющие давление не свыше $\frac{1}{2}$ *atm*, и 4) на нагревательные камеры, составленные из трубчатых змеевиков с наружным диаметром не свыше 52 мм.

Лит.: Шретер В. Н., Паровые котлы и пароприемники, М., 1928; Якимчик И. И., Законодательство по технике безопасности и промышленной санитарии, М., 1926.

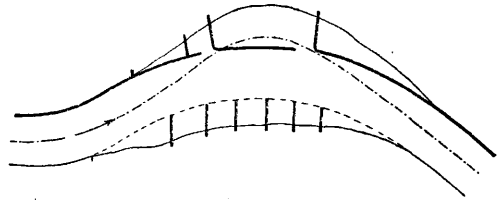
П. Синев.

ВЫПАРНЫЕ АППАРАТЫ, см. *Выпаривание*.

ВЫПРАВЛЕНИЕ РЕК, специальный метод улучшения судоходных условий рек для получения глубин, отвечающих требованиям судоходства. Вследствие обилия перекатов реки в естественном своем состоянии в меженное время обычно представляют большие затруднения для судоходства и вызывают необходимость уменьшения осадки судов. Для устранения этого предпринимается В. р., называемое также *регулированием* реки. В основу В. р. кладут использование живой силы самого речного потока, который под влиянием искусственных возводимых в русле реки сооружений сам вырабатывает на улучшаемом участке русло требуемой глубины. Кроме углубления желательно также придать реке в плане направление, удобное для движения судов или для подхода их к пристаням. Т. к. большинство перекатов бывает в местах ненормального расширения реки, то новому проектному руслу придавали ширину, меньшую против естественной, т. н. *нормальную*, которую получали путем расчетов по эмпирическим формулам. В плане новому руслу придавали криволинейное очертание, приравливаясь к существующим изгибам речного русла, где имеются вполне удобные условия для судоходства. Линии, ограничивающие в плане новое очертание русла, получили название *выправительной трасы*. Промежутки между линиями трасы и меженими берегами реки заполняли различными выправительными сооружениями: поперечными полузапрудами, служащими для сжатия потока путем закрытия части его живого сечения, или продольными дамбами, направленными по линии трасы с целью не только сжать поток, но и дать ему соответственное направление. Кроме этих двух типов сооружений, при выправлении применялось в широких размерах укрепление берегов в тех местах, где их направление совпадало с направлением трасы, и застройку второстепенных рукавов в целях сосредоточения в главном русле большего расхода воды.

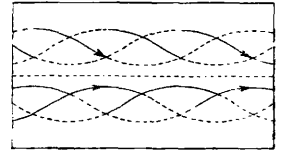
На основании результатов длительной практики выправительных работ герм. инж. Шлихтинг в 70-х годах прошлого столетия предложил для образования нового проектного русла применять полузапруды для выпуклых берегов и продольные дамбы для вогнутых (фиг. 1). По этому методу было выполнено много работ как в З. Европе, так и в России, но не всегда результаты получились удовлетворительные. На Волге заметной пользы выправительные работы для судоходства не принесли. Произошло это

потому, что метод выправления был основан на ошибочном предположении, будто речному потоку вообще присуще параллельноструйное движение его частиц и что отсутствие такого движения происходит лишь от неправильностей речного русла. Создавая



Фиг. 1.

выправительными сооружениями два параллельных берега и сжимая поток в целях увеличения средних скоростей, надеялись достигнуть правильности течения и увеличения глубин. Но исследования показали, что такое представление о движении речного потока неправильно. Из опытов Макса Мюллера на Везере выяснилось, что на поверхности водного потока существует сходящееся движение водных струй; благодаря этому в фарватерном течении происходит у поверхности накопление водной массы, которое может уравновеситься лишь нисходящим движением водных частиц, вызывающим, в свою очередь, расхождение водных струй у дна реки. Вода поднимается далеко по откосам вплоть до поверхности и потом вновь устремляется к фарватеру. В прямых частях русла каждая водная струя должна представлять не прямую линию, а спираль, горизонтальная проекция которой образует змеевидную линию (фиг. 2). Правильная река, так обр. должна представлять две вращающиеся вокруг своих осей струи, движущиеся друг возле друга вниз по течению.



Фиг. 2.

Инж. Лелявский своими тщательными исследованиями на р. Днепре посредством изобретенного им подводного флюгера-указателя направления речных струй окончательно рассеял иллюзии параллелеструйности речного потока и установил, что в руслах рек существуют два течения: одно — верховое, сбойное, сходящееся, к-рое, спускаясь на фарватере до дна, делает в нем продольные углубления и по своему действию м. б. уподоблено плугу, прорезывающему в дне борозду и отваливающему на сторону взрываемый грунт; другое течение — донное, расходящееся, веерообразное, постепенно переходящее от направления сбойного по фарватеру к направлению, почти нормальному к берегам. Действием донного течения грунт, вырытый на фарватере и размытый у вогнутого берега, складывается на пологих отмелях и катится по ним в косых направлениях по поверхности песчаных валиков. В кривых частях русла все поверхностные струи направляются от выпуклого берега к вогнутому, и чем круче

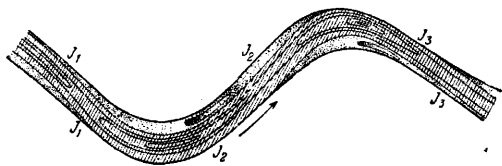
поворот последнего, тем быстрее происходит опускание водных частиц из верхних слоев ко дну, тем больше живая сила, приобретаемая этой частицей при движении, и тем больше размыв дна у вогнутого берега. Этой силы, оказывается, достаточно не только для размыва, но и для того, чтобы пронести вымытый грунт по фарватеру, не засоряя его, и сложить его на косы и отлогости выпуклых берегов. С того пункта, с которого вогнутый берег перестает пересекать приливающий струи верхового течения, начинается ослабление сбоя воды, сопровождающееся уменьшением глубин на фарватере; затем, по мере отступления берега от общего направления русла, уменьшается угол схождения струй, и, наконец, струи начинают растекаться в разные стороны. На этом месте получается не гладкая продольная вымоина дна, а волнообразная поверхность с постепенно уменьшающимися глубинами; фарватер, как место сходящихся струй, прекращается, и мутное донное течение выходит на поверхность воды. Передвижение наносов происходит порывами и не прямо по течению, а зигзагами в косвенных к гребням песчаных валиков направлениях. Одни валики стираются и заменяются другими, ниже их лежащими, и так. обр. совершается поступательное движение наносов, при чем и гребень косы, или т. н. с в а л ь е, отодвигается вниз по течению. Такова работа реки на перекатах. Описанные исследования касались исключительно меженного состояния реки, но само собой разумеется, что главнейшим фактором, формирующим речное русло, являются высокие воды. Поэтому для получения общей картины жизни речного потока необходимо было наблюдаемые в меженнее время явления каким-нибудь образом связать с весенней работой того же потока.

Интересное освещение этого вопроса дал инж. Лохтин. Он устанавливает прежде всего, что характер каждой реки определяется сочетанием трех основных, друг от друга независимых элементов: 1) многоводности, зависящей от атмосферных и почвенных условий, 2) ската, или крутизны, речной долины, обусловливаемой рельефом пересекаемой рекою местности, и 3) большей или меньшей размываемости или устойчивости ложа реки, соответствующей свойствам прорезаемых ее течением слоев земли. По мнению Лохтина, реки в этом отношении можно разделить на две основные группы: с устойчивым и неустойчивым руслом. Если уклон реки велик, а грунт берегов и дна слабый, то тогда несоизмерно сильное течение воды легко и быстро размоет вставшую на его пути преграду, а потому в такой реке не м. б. устойчивых отдельных перекатов, и русло такой реки будет находиться как бы в динамич. состоянии, т. е. в состоянии постоянной затраты силы течения на размыв русла и на постоянное перенесение наносов в неустойчивом, блуждающем русле реки. Продольный уклон такой реки будет иметь вид линии, близкой к прямой или плавной кривой с ничтожным лишь отклонением от величины среднего уклона. Если, наоборот, грунт ложа реки обладает достаточной устой-

чивостью и в то же время крутизна реки невелика, то в этом случае сила течения даже при наиболее энергичных высоких водах будет не в состоянии легко справиться с наносами, которые и будут скапливаться во всех тех местах русла, где высокие воды по каким-либо причинам уменьшают свою силу. Так как каждое такое происшедшее при весенних водах отложение наносов после спада воды до меженного уровня вызывает известный подпор, а с ним вместе и усиленный размыв, то для нарастания каждого из подобных отложений имеется известный предел, вследствие чего продольный профиль такой реки приходит к известному равновесию и устанавливается в характерном ступенчатом виде отдельных плесов, разделенных крутыми скатами перекатов. В реках с устойчивым руслом перекаты обычно долго остаются на одних и тех же пунктах и лишь весьма медленно передвигаются вниз по течению вместе с общим перемещением ложа реки по ее долине; здесь происходит как бы разделение труда между высокими и меженними водами: высокие воды собирают большую часть ската реки на плесы и, поддерживая на них глубину, отлагают наносы в критических для себя пунктах, на перекатах; меженние воды, напротив, концентрируют этот скат на перекатах и выносят с них то, что было оставлено высокими водами. В качестве примера неустойчивой реки можно привести Вислу, а устойчивой—Днестр.

Новые идеи были внесены в методы выправления рек инженерами Фаргом, Жирардоном и Лелявским.

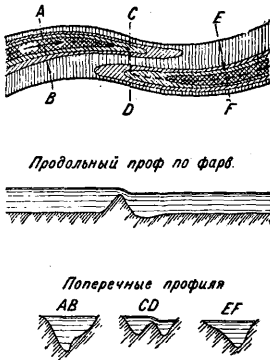
Фарг, производивший в большом масштабе работы на р. Гаронне, предложил новый способ очертания трасы на перегибах русла, состоящий в том, что траса дает выпуклое очертание обоим берегам, так что ширина ее меньше, чем на прилегающих к перегибу плесах, при чем, как видно из фиг. 3, точки



Фиг. 3.

перегиба J_1 , J_2 , J_3 каждого берега, где вогнутость переходит в выпуклость, должны лежать выше по течению точек противоположного берега, в которых происходит обратный перегиб. У нас метод Фарга испытан был инж. Лелявским на р. Припяти у м. Чернобыли, но не дал удовлетворительных результатов. Причина этого, по мнению Лелявского, заключается в том, что слабо выраженные выпуклые очертания обоих берегов, хотя и способствуют отклонению фарватера к середине русла, но не могут обеспечить устойчивого его положения: он будет постоянно передвигаться от одного берега к другому, во-первых—периодически, в зависимости от горизонта воды, а во-вторых, в зависимости от естественных изменений в состоянии русла на соседних участках реки.

Идея Жирардона заключается в следующем. Исходя из положения, что перекаты на реках, влекущих наносы, представляют неизбежное явление, он предлагает не уничтожать их, а лишь улучшать. Он разделяет перекаты на два типа—плохие и хорошие (фиг. 4 и 5). Не говоря уже о том, что из всех перекатов данной реки перекаты первого типа обыкновенно бывают самыми мелкими, они представляют затруднения для



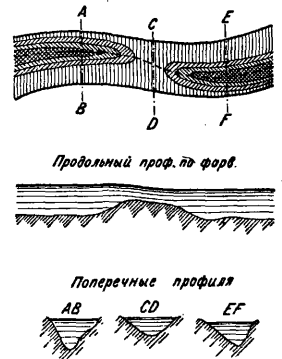
Продольный проф по фар.

Поперечные профили

Фиг. 4. Плохой перекат.

судоходства вследствие крутизны поворота фарватера и большой скорости течения. Перекаты второго типа в большинстве случаев не создают препятствий для судоходства, и течение здесь отличается умеренными скоростями. Наблюдая направление судового хода на хорошем перекате, можно заметить, что, будучи расположен близко к берегу у вершины кривой, он постепенно отклоняется от него и переходит на середину русла в его перегибе. Так. обр. судовый ход представляет непрерывную кривую, имеющую наибольшую кривизну в вершине кривой вогнутого берега и наименьшую на перегибе. Берег не д. б. параллелен судовому ходу, и кривые, его образующие, д. б. таковы, чтобы судовый ход мог от него отходить по мере приближения к перегибу русла. Образованию вогнутого берега лучше всего удовлетворяет продольная дамба, так как благодаря непрерывности действия она способствует благоприятному направлению течения и сохранению глубины около нее. Если бы очертание дамбы в плане было таково, что судовый ход удерживался бы около нее вплоть до перегиба, то переход его к противоположному берегу оказался бы крутым, и русло на перегибе приняло бы форму, близкую к перекатам первого типа. Но так как берег привлекает к себе судовый ход тем ближе, чем больше его кривизна, то очевидно, что для обратной цели необходимо, чтобы кривизна берегов уменьшалась непрерывно от максимума в вершине до нуля на перегибе. Исходя из тех же соображений постепенного ослабления действия дамбы на поток, Жирардон предложил делать гребень дамбы не горизонтальным, а с постепенным продольным уклоном вниз по течению. На выпуклых берегах вообще не следует, по мнению Жирардона, возводить таких сооружений, которые могли бы способствовать размыву русла. Этот берег д. б. трасирован так, как это делается на естественных хороших перекатах, т. е. должен представлять плоский берег со слабым уклоном, дающий возможность течению свободно по нему растекаться. Когда плоский естественный берег обладает достаточным сопротивлением размыву, — он не требует возведения каких-

либо сооружений. Если же он легко размываем, то его следует закреплять донными полузапрудами. Расположение этих полузапруд д. б. таково, чтобы они отклоняли струи к судовому ходу. Их уклон д. б. согласован с тем действием, к-рое они должны оказывать на поток: оно д. б. тем сильнее, чем больше желают отдалить от выпуклого берега судовый ход. Полузапруды, расположенные против места наибольшей кривизны вогнутого берега, должны обладать и наибольшим уклоном. Этот уклон в нижележащих полузапрудах должен уменьшаться и быть минимальным на перегибе. Рассматривая поперечные профили хороших перекатов, мы видим, что они имеют форму трапеции, вершина которого совпадает с фарватером (стремнем реки), а основание—с поверхностью воды, при чем это основание имеет достаточную для судоходства ширину; стороны—не особенно крутые, но во всяком случае откос вогнутого берега круче выпуклого. Этот профиль по мере приближения к перегибу меняется, при чем постепенно уравниваются и уклоны сторон; ниже точки перегиба симметричные формы образуются в таком же порядке. На плохих перекатах разница в уклонах сторон выражается гораздо резче, и нет непрерывности изменения профиля при переходе через перегиб. Чтобы руслу плохого переката придать форму хорошего, надо изменить его поперечные профили посредством донных полузапруд, возводимых от обоих берегов. Такие сооружения достигают двух целей: способствуют образованию более благоприятного для судоходства русла и закрепляют самый перекат; сохраняя продольный профиль в ступенчатом виде, они тем самым не допускают в вышерасположенном плесе понижения горизонта, к-рое является одним из обычных недостатков В. р. путем сжатия потока. Таким обр., по



Продольный проф по фар.

Поперечные профили

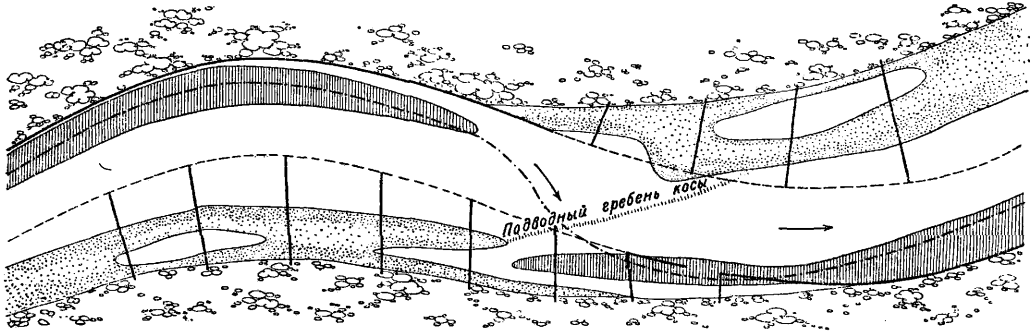
Фиг. 5. Хороший перекат.

мнению Жирардона, отнюдь не следует сжимать потока, а нужно лишь заставить его идти в ложе такой формы, какую создает сама река на перекатах, имеющих достаточные для судоходства глубины и ширины фарватера. Метод Жирардона у нас не применялся, но по своей идее он заслуживает полного внимания. К числу его недостатков следует отнести некоторую опасность для судоходства продольных дамб с постепенным уклоном гребня по течению. При сравнительно высоких горизонтах в нижней их части образуется сильное течение поперек гребня, которое может увлекать суда за сооружения.

Предложенный Лелявским метод выправления основан на приведенной выше его теории речных течений и формирования реч-

ного русла. Из этой теории следует, что в естественном русле сбой и растекание воды расположены неравномерно: в плесах наблюдается сбойное течение, а на перекатах — расходящееся. Отсюда первое положение

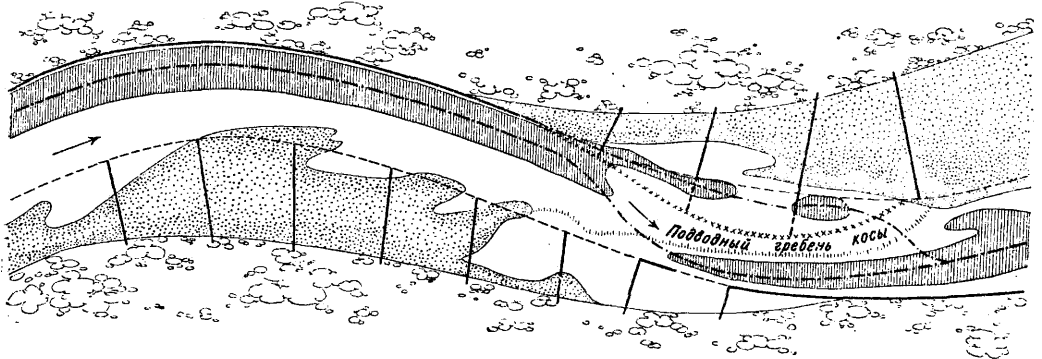
вляющего берега, при чем необходимо предоставить воде свободно растекаться в сторону противоположного выпуклого берега. Выправительный метод, окончательно разработанный инженером Шлихтингом, д. б.



Фиг. 6. Перевал до выправления с изображением проектных трасы и сооружений.

метода Лелявского: выправление должно способствовать осуществлению по длине реки равномерности распределения этих течений; для этого следует направлять течение посредством рационального устройства берегов таким образом, чтобы в каждом поперечном профиле происходили и сбой и растекание, т. е. для достижения непрерывной глубокой полосы в русле необходимо осуществить на этой полосе фарватерное сходящееся течение и соответственно этому направить речные струи. Второе положение: все сооружения, предназначенные для этой цели, должны иметь характер струенаправляющих. Осуществляя сходящееся течение воды, следует иметь в виду, чтобы оно не достигло предела, после которого может перейти в расходящееся, со всеми неблагоприятными для русла последствиями; поэтому следует довольствоваться созданием сходимости струй на фарватерной полосе русла и не стеснять течения,

назван водостеснительным, потому что в основу его положено ограничение ширины русла, т. е. фиксирование последней непременно с обоих берегов в целях увеличения средней скорости и достижения размыва русла; по методу же Лелявского устраивается лишь один берег и не закрепляется противоположный. Вогнутость берега способствует образованию около него сбоя, но для сохранения сбойного фарватерного течения у такого берега необходимо, чтобы эта вогнутость, или кривизна, была плавная и достаточно развитая, т. к., чем меньше расход воды в русле, тем меньше удар ее и давление на вогнутый берег, а следовательно, тем легче вода может его оставить и направиться к выпуклому берегу. Только достаточно крутой поворот берега может пересечь слабо прижатые к нему струи, направить их на пересечение с далее текущими струями, заставить струи опуститься ко дну и сохранить сбой струй и глубокий



Фиг. 7. Результаты выправления реки по методу Шлихтинга.

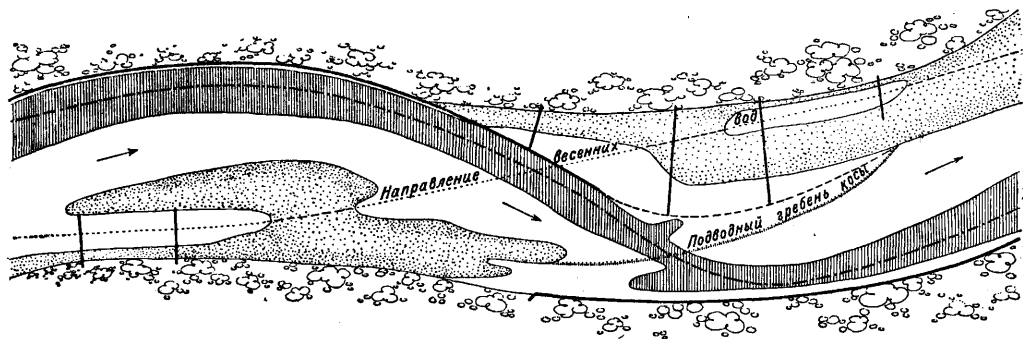
оставляя его по возможности свободным. Изменяя направление течения струй, следует исключить как объект воздействия ширину русла — третье положение, которое резко отличается от методов других авторов. Из этого положения вытекает, что глубина и непрерывность фарватера обеспечиваются целесообразным устройством одного ведущего струенаправ-

фарватер. Дать точные указания для определения радиусов кривизны, соответствующих известному состоянию реки, т. е. известному расходу реки и скорости ее течения, Лелявский не находит возможным и рекомендует достаточную кривизну берега искать путем наблюдения над естественными плесами или посредством опытных выправительных работ. Так как на реках с

размываемым руслом большая часть перекатов образуется на перегибах русла, то Лелявский уделяет вопросу о выправлении их особое внимание. Для большей наглядности с преимуществами своего метода по сравнению с практиковавшимся ранее водостеснительным он берет типичный перегиб русла с перевалом от одного берега к другому через мелкую косу и показывает на нем проектную водостеснительную трассу с выполняющими ее сооружениями и свой способ решения той же задачи. На фиг. 6 показано расположение выправительных трассы и сооружений по методу Шлихтинга, а на фиг. 7 результаты такого В. р., при чем изображены удлинения полузапруд левого берега для исправления трассы; на фиг. 8 показаны сооружения на том же перекате по методу Лелявского и должностующие получить результаты. Сравнение показывает, что метод Шлихтинга не только не обеспечивает достижения требуемых для судоходства глубин, но и влечет за собой постройку лишних сооружений. По вопросу об увеличении глубины на перекате после

Все предложенные в позднейшее время различными авторами методы В. р. обладают одним общим недостатком: давая только основные идеи для решения задачи, они требуют от составителя проекта большого опыта в области речной гидрологии и значительной доли интуиции. Происходит это потому, что речная гидрология до сих пор еще не доведена до степени точной науки и действительное движение потока в подвижном, размываемом русле еще не уложено в точные математические формулы.

Вопрос о стоимости выправительных сооружений еще очень мало освещен, и это в значительной мере зависит от того, что эта стоимость весьма сильно колеблется как для одной и той же реки на разных ее участках, так и для разных рек в зависимости от их гидрологических условий. Если прибавить к этому еще различные типов сооружений, зависящих от чисто местных условий, то становится понятным, что дать какие-нибудь общие цифры, годные для любой реки, совершенно невозможно. Обширный материал по выправительным работам,



Фиг. 8. Выправление реки по методу Лелявского.

его выправления Лелявский придерживается взглядов, весьма близких к высказанным Жирардоном, и указывает, что было бы большой ошибкой стремиться к уничтожению существующих перекатов, так как последствием этого было бы понижение горизонта воды на пьесах, появление быстрин и новых многочисленных мелей. Перекаты, по его мнению, и после выправления должны играть роль естественных донных запруд, сохраняющих на пьесах и тихое спокойное течение, и глубину, и ширину фарватера. Т. о. природа создает на реках с подвижным дном как бы естественное шлюзование.

По методу Лелявского произведены большие выправительные работы на рр. Днепре и Припяти, при чем в большинстве случаев результаты получались вполне удовлетворительные для судоходства. В частности, предложенный им способ выправления перегиба русла довольно быстро давал достаточную глубину, но следует отметить, что в тех случаях, когда продольные плотины имели большую длину и своими оконечностями сильно вдавались в реку, они способствовали образованию позади них глубокого русла, вследствие чего требовался постоянно крупный ремонт во избежание опрокидывания их в сторону берега.

произведенным на реке Днепре в период с 1882 по 1913 год, дает возможность лишь для этой реки привести некоторые средние цифры, показывающие, какого, примерно, порядка эти величины. Так, стоимость 1 п. км выправления для отдельных улучшенных участков р. Днепра колеблется в следующих размерах: для верхнего Днепра—от 10 000 р. до 36 000 р., для среднего Днепра—от 36 000 р. до 159 000 р. и для нижнего Днепра—от 111 000 р. до 135 000 р. На Рейне на протяжении от Страсбурга до нидерландской границы, если подсчитать расходы на строительство с 1821 по 1899 г., стоимость 1 п. км выправления выразилась в сумме 127 000 р.; если же принять расходы лишь с 1880 г., то стоимость понижается до 61 000 р.

Лит.: Лелявский Н. С., Об углублении наших больших рек, Киев, 1904; Водарский Е. А., Выправительные работы на р. Рейне, СПб, 1913; Лохтин В. М., О механизме речного русла, Казань, 1895; Акулов К. А., Выправительные работы на р. Днепре, II., 1914; Акулов К. А., Брилинг Е., Марцелли М., Курс внутр. водных сообщений, т. 1—Речи в свободном состоянии, М.—Л., 1927; Franzius L., Vorschläge für d. zukünftige Regulierung der Flüsse, «Ztbl. der Bauverwaltung», B., 1893; Schlichting J., Zukünftige Regulierung d. Flüsse für d. Niedrigwasser, ibid., 1893; Engels H., Handbuch des Wasserbaues, 3 Aufl., Leipzig, 1923; De Mas F. V., Cours de navigation intérieure, t. 4—Rivières à courant libre, P., 1899.

К. Акулов.

ВЫПРЯМИТЕЛИ, специальные устройства для трансформации переменного тока в постоянный.

1. Выпрямители в радиотехнике.

В радиотехнике В. применяются для питания анодов ламповых передатчиков, или для зарядки аккумуляторов анода и накала приемных устройств, или же, наконец, для непосредственного питания приемника. В зависимости от того или другого назначения выбирается и система выпрямителей.

В. для питания анодов ламповых передатчиков. Такого рода выпрямители развивались вместе с ламповыми передатчиками и стали применяться как только были разработаны генераторные лампы на высокие напряжения, свыше 3 000—4 000 В, при которых машины постоянного тока были раньше мало надежны. В. служат пустотные вентили с накалившимся катодом (кентроны), ртутные В. и В. с накалившимся вентельтовым катодом и благородными газами (неон).

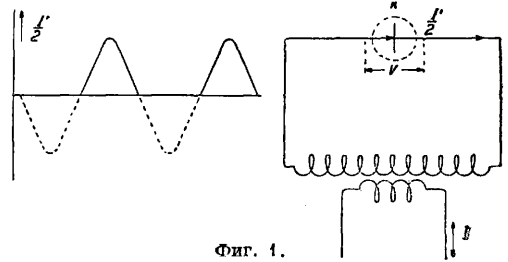
1. **Кентронные В.** Наибольшее распространение в настоящее время имеют кентронные В. Достоинства их: постоянство (при условии постоянства накала), независимость характеристики от воздействия схемы, в которой работает кентрон, и возможность работать при очень высоких напряжениях, превосходящих 15 000 В. При высоких напряжениях кпд устройства достаточно высок; с понижением выпрямленного тока он сильно падает в виду значительного расхода на накал катода и большого падения напряжения в кентроне. В табл. 1 приведены основные данные кентронов общества «Телефункен».

Табл. 1.—Основные данные кентронов общества «Телефункен».

Тип	Выпрямленный ток		Накал катода		Эмиссия в А	Число анодов
	Максим. напр. в В	Ток в А	в В	в А		
56	250	0,006	10	1,5	0,035	1
40	6 000	0,060	12	8	0,250	1
45	6 000	0,250	14	12	1	1
46	20 000	0,075	16	8	0,3	1
61	20 000	0,75	32	16	3	1
66	3 000	0,6	28	12	2	2
219	16 000	0,5	35	25	5	Водяной охл.
221	16 000	3	35	46	10	»

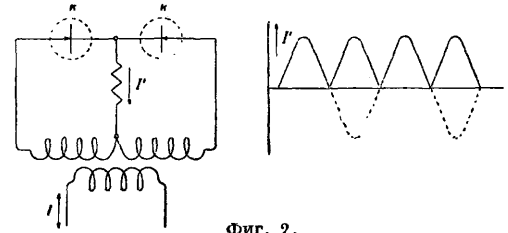
При малых мощностях применяются кентроны с воздушным охлаждением, а при больших, свыше 5 kW, — с медными или железными анодами, охлаждаемыми водой. Плоская форма анода значительно понижает падение напряжения в кентроне и улучшает его кпд. Для питания малых передатчиков (до 1 kW) часто применяется схема с одним кентроном, как показано на фиг. 1 (где I —переменный ток, I' —постоянный ток и K —кентрон), при чем используется лишь одна половина периода. В этом случае получается значительное падение напряжения при переходе от холостого хода к нагрузке и малый кпд установки. В более мощных устройствах при однофазном токе применяется схема с полным выпрямлением

(фиг. 2). Напряжение холостого хода В. в обоих случаях равно: $V = \sqrt{2} \cdot V_{эфф}$. Пульсации выпрямленного тока обычно сглаживаются фильтром, состоящим из конденсатора, в некоторых случаях с добавкой



Фиг. 1.

системы дросселей. Схема фиг. 3 дает возможность получения такого же напряжения выпрямленного тока, как и схема фиг. 1 и 2

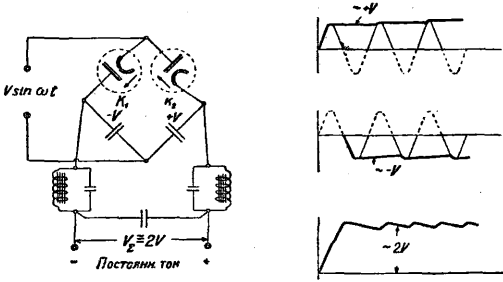


Фиг. 2.

при трансформаторе, имеющем половинное напряжение; эта схема имеет, кроме того, преимущество перед другими в виду лучшего использования меди вторичной обмотки трансформатора, так как по ней идет не пульсирующий, а переменный ток. Схема фиг. 3 применяется при мощностях до 5—10 kW и возможна также и при многофазном токе. Схема Шенкеля (Schenkel) дает еще большее выпрямленное напряжение: $V = \sqrt{2} \cdot n \cdot V_{эфф}$, где n —число кентронов. Однофазное выпрямление применяется при выпрямлении малых мощностей или при повышенной частоте (500—1 000 пер.) и сравнительно с многофазной системой требует значительно больших емкостей в фильтре, так как пульсации напряжения в этом случае равны 100%.

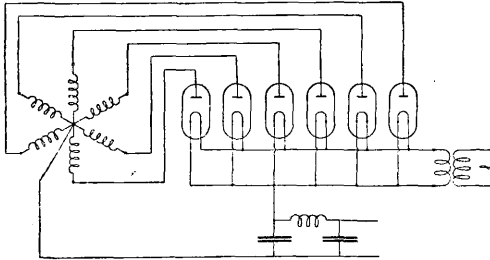
Многофазные системы выпрямления, кроме малых пульсаций, имеют значительно большую их частоту; вследствие этого размеры фильтрующих устройств уменьшаются. Схема многофазного выпрямления дана на фиг. 4. Выпрямленное напряжение при холостом ходе $V = \sqrt{2} \cdot V_{эфф}$ фазн. Здесь, даже при малых конденсаторах, V имеет малое изменение при изменениях нагрузки. Использование как кентронов, так и вторичных обмоток трансформаторов при обычных многофазных системах весьма мало, так как при шести фазах кентрон работает по времени лишь $1/6$ периода или вообще

$\frac{1}{m}$ часть периода, где m —число фаз. Потери в кенотроне и во вторичной обмотке будут значительными, так как эффективные значения фазного тока лишь в \sqrt{m} раз



Фиг. 3.

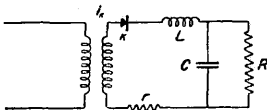
меньше среднего значения выпрямленного тока, что делает невыгодным увеличение числа фаз, в других отношениях очень благоприятное. Однако увеличение числа фаз необходимо при быстродействующей работе передатчика, при отсутствии эквивалента,



Фиг. 4.

т. к. фильтры низкой частоты вызовут падение напряжения, подводимого к лампам, или потребуют очень больших емкостей, которые необходимы также и при телефонной работе с сеточной модуляцией. Так, при шестифазном кенотронном устройстве на 50 kW и 10 000 V необходима емкость около 10 μF.

2. Работа В. в условиях питания лампового передатчика, независимо от системы В., м. б. представлена следующим образом.



Фиг. 5.

Возьмем упрощенную схему выпрямительного устройства (фиг. 5), где k —выпрямитель, i_k —ток В., r —сопротивление В. и вообще

цепи, L —самоиндукция рассеяния трансформатора и контура (эквивалентн. самоиндукция), C —емкость фильтра, R —сопротивление, заменяющее передатчик и отвечающее соотношению $R = \frac{W}{I^2}$, где W —мощность, потребляемая передатчиком, и I —его ток анодного питания. Токи и напряжения в контуре и на конденсаторе (e_c, i_k) м. б. представлены в виде стационарных токов и напряжений (e_s, i_s) и токов и напряжений свободных колебаний (e_v, i_v):

$$e_c = e_s + e_v, \quad (1)$$

$$i_k = i_s + i_v. \quad (2)$$

ЭДС трансформатора

$$e_w = E \cdot \sin \omega t. \quad (3)$$

Величины стационарных тока и напряжения будут равны:

$$e_s = \frac{EZ_1}{Z} \sin(\omega t - \varphi - \psi), \quad (4)$$

$$i_s = \frac{E}{Z} \sin(\omega t - \varphi), \quad (5)$$

где Z —полное сопротивление всей цепи и Z_1 —полное сопротивление параллельно соединенного конденсатора C и сопротивления R (фиг. 5). Напряжение и ток свободных колебаний определяются из уравнения (для e_v можно написать уравнение того же вида):

$$\frac{d^2 i_v}{dt^2} + \left(\frac{1}{C \cdot R} + \frac{r}{L} \right) \frac{d i_v}{dt} + \frac{1}{L \cdot C} \left(1 + \frac{r}{R} \right) i_v = 0, \quad (6)$$

решения которого будут для тока i_v :

$$i_v = \varepsilon^{-\delta t} (\alpha \cdot \sin \sigma t + \beta \cdot \cos \sigma t)^* \quad (7)$$

и для напряжения e_v :

$$e_v = \varepsilon^{-\delta t} (k \cdot \sin \sigma t + l \cdot \cos \sigma t). \quad (8)$$

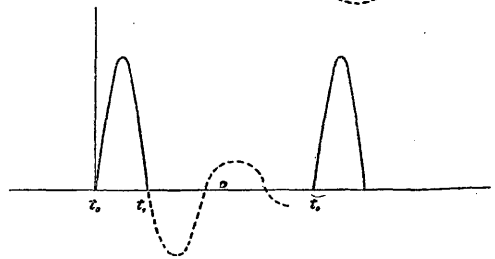
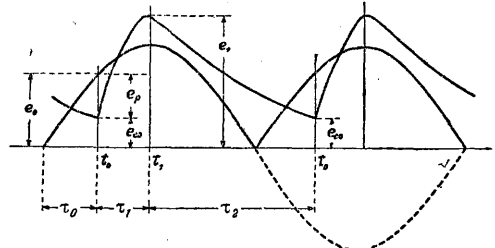
Здесь фактор затухания цепи

$$\delta = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{R \cdot C} + \frac{r}{L} \right) \quad (9)$$

и угловая частота свободных колебаний

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{L \cdot C} \left(1 + \frac{r}{R} \right) + \frac{1}{4} \left(\frac{1}{C \cdot R} + \frac{r}{L} \right)^2}; \quad (10)$$

α, β, k и l —постоянные интегрирования, которые определяются пограничными условиями. На фиг. 6 показаны: вверху—напряжение на конденсаторе, а внизу—ток, при чем



Фиг. 6.

сплошной линией обозначен действительный ток, а пунктиром—ток, который был бы при отсутствии выпрямителя.

Ур-ия (1) и (2) будут иметь место до момента t_1 , после чего пойдет разряд конденсатора от t_1 до t_0 по уравнению:

$$e_c' = e_1 \varepsilon^{-\frac{t}{C \cdot R}}, \quad (11)$$

где e_1 —значение e_c в момент t_1 прекращения тока i_k . Разряд пойдет до тех пор, пока напряжение на конденсаторе не упадет

* Здесь и дальше в статье через ε обозначено основание натуральных логарифмов.

до $e_{c0} = e_0 - e_p$, где e_{c0} — напряжение на конденсаторе в начальный момент t_0 , e_0 — эдс трансформатора, e_p — значение зажигающего потенциала. В этот момент ток через В. пойдет вновь. Полный период изменений заканчивается, ограничиваясь временем $\tau_1 + \tau_2$. Для кенотронного выпрямителя величину e_p нужно принять равной 0, и сопротивление кенотрона можно взять равным постоянной величине, т. е. предполагается работа до насыщения. Для ртутного В. можно исходить из вольтамперной характеристики вида, показанного на фиг. 7, где $e_p \approx 300$ В.

Из кривой фиг. 6 видно, что напряжение на конденсаторе может превышать амплитуду трансформаторного напряжения и что ток i_k может идти два раза или более за период, если R будет достаточно мало и кривая конденсаторного напряжения e_c пересечет кривую e_w второго полупериода, или второй фазы. Если же кривая e_c не пересечет кривой e_w на протяжении того же периода, то получится пропуск в работе одного или нескольких кенотронов или анодов ртутного В. При кенотроне от указанных обстоятельств будет зависеть лишь изменение напряжения на конденсаторе той или другой частоты, иногда значительно более низкой, чем частота питающего тока, а что и нужно учитывать при расчете фильтра. В ртутном же В. указанные пропуски имеют решающее значение, т. к. основное различие кенотронного и ртутного выпрямителей заключается в том, что реакция схемы не оказывает никакого влияния на характеристику кенотрона, тогда как на характеристику ртутного В., показанную на фиг. 7, именно на величину e_p , реакция может оказывать большое влияние, увеличивая иногда e_p в десятки раз. При большой нагрузке, при нажатии ключа, т. е. уменьшении величины R , если такая нагрузка имеет место с момента пуска и не прерывается, обычно пропусков фаз не бывает, почему опасным для ртутных выпрямителей будет период отжатия ключа, или переход от малой нагрузки к большой. Для ртутных В. условием для создания благоприятной реакции схемы, при которой ртутная колба будет работать хорошо, будет большой период свободных колебаний, т. е. малая величина σ :

$$\sigma < (1,5 - 2) \frac{m \cdot \omega}{2}, \quad (12)$$

где m — число фаз и ω — угловая частота питающего тока. Осуществление этого условия достигается включением дросселя L ; условие (12) является достаточным, так как приводит к тому, что при включении выпрямительного устройства конденсатор C заряжается всеми фазами, а не одной или двумя, что, как видно из последующего рассмо-

трения свойств ртутной колбы, совершенно необходимо для получения малой величины e_p .

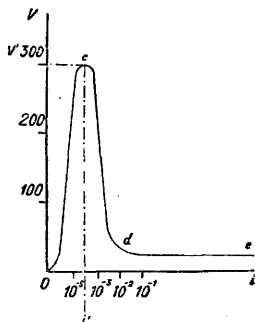
Ртутная высоковольтная колба, при работе на емкость, при неправильной схеме часто дает потухание отдельных фаз, падение выпрямленного напряжения и т. д.; эти явления зависят от изменения величины зажигающего потенциала e_p . Определим величину зажигающего потенциала в двух случаях: 1) независимо от влияния стенок трубок, в которых находятся аноды В., и 2) принимая во внимание влияние этих стенок. В первом случае наибольший зажигающий потенциал будет при прямолинейном распределении потенциала между катодом и анодом и будет равен:

$$e_p = v \cong \frac{\sigma_a \cdot l}{\lambda}, \quad (13)$$

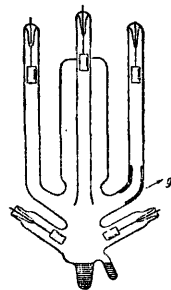
где $\sigma_a = 10,4$ В, l — расстояние между электродами и λ — длина свободного пути электрона. В зависимости от температуры колбы будем иметь, например, при $l = 20$ см для зажигающего потенциала e_p :

t°	λ в см	e_p в В
100	2,8	75
50	0,56	370
60	0,008	2 500

Отсюда видна необходимость вентиляции колбы при больших нагрузках. Во втором случае влияние зарядов на стенках найдем, исходя из вольтамперн. характеристики одного анода (фиг. 8), из которой видно, что в колбе имеются два устойчивых режима: электронный (ветвь oc) и ионный (ветвь de). При переходе от холостого хода к нагрузке всегда переходом через оба режима. Для



Фиг. 8.



Фиг. 9.

электронного режима, полагая, что на стенках трубки имеется ртутное зеркало g (фиг. 9), можно считать, что $D = \frac{C_a}{C_g}$, где D — проницаемость (Durchgriff), C_a — емкость анода и C_g — емкость поверхности g по отношению к катоду. Электронный ток через выпрямитель будет равен:

$$I = \frac{1}{K} (V_g + D \cdot V_a)^{\frac{3}{2}}, \quad (14)$$

где V — потенциал поверхности g по отношению к катоду и K — постоянный коэфф.

Здесь

$$V_g + D \cdot V_a = V_{st}. \quad (15)$$

Из фиг. 8 видно, что переход в ионный режим будет при токе i' , для чего нужен управляющий потенциал $V_{st} = V'$. Отсюда зажигающий потенциал будет равен:

$$e_p = V_a = (V_{st} - V_g) \cdot \frac{1}{D} = (V' - V_g) \cdot \frac{1}{D} \quad (16)$$

При соединении поверхности *g* с катодом, что часто бывает,

$$V_g = 0 \text{ и } V_a = \frac{1}{D} V' \quad (17)$$

Обычно $V' \approx 200\text{--}300 \text{ В}$ и $D = 10\text{--}20\%$, поэтому для зажигающего потенциала $e_p = 1\,000\text{--}2\,000 \text{ В}$. Если поверхность *g* не соединена с катодом, то она может заряжаться до весьма высокой величины в период непрохождения тока через данный анод. Из ур-ия (16) видно, что при

$$V_g \approx (0,1\text{--}0,2) V_a - V_{st}$$

наступит уже состояние высокого вакуума, т. е. ток через данный анод не пойдет совершенно, так как зажигательный потенциал будет больше анодного напряжения. Заряды на поверхностях трубки снимаются ионами в момент прохождения ионного тока, почему и необходимо выполнение условия, данного ранее соотношением (12). В указанном снятии зарядов или в отсутствии этого снятия и

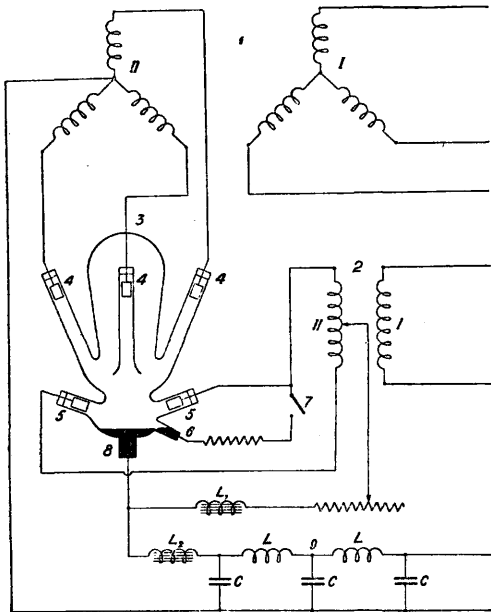
заключается влияние схемы на зажигательный потенциал, а значит и на работу В. Образование зеркальных поверхностей на колбе, на к-рых могут появиться заряды, зависит от плохой откачки колбы, почему такие колбы и дают высокий зажигательный потенциал. Присутствие газа (при давлении свыше $10^{-4} \text{ мм рт. столба}$) может быть причиной другого недостатка высоковольтного выпрямителя, а именно: образования обратного зажигания, при котором происходит

3. Ртутные В. Схема ртутного выпрямительного устройства дана на фиг. 10. Здесь 1—главный анодный трансформатор (I—первичная, II—вторичная обмотки), 2—трансформатор дежурного зажигания, 3—колба, 4—рабочие аноды высокого напряжения, 5—аноды дежурного зажигания, 6 и 8—ртутные электроды, между которыми получается ртутная дуга, дающая, с одной стороны, пары ртути, а с другой—поток электронов, выбрасываемых светящимися электродами дуги зажигания, 7—замыкатель, 9—фильтры передатчика (L—самоиндукция, C—емкость), L₁—дроссель дежурного зажигания, L₂—дроссель выпрямления. Эта схема пригодна для напряжений до 12 000 В при выпрямленном токе в 3 А. Значительно рациональнее схема каскадного включения выпрямителя по фиг. 11 (патент СССР № 777), дающая полную устойчивость работы устройства; число каскадов может быть доведено, при больших мощностях, до шести и даже восьми. Табл. 2 дает основные величины для различного числа фаз.

Табл. 2.—Основные величины для различного числа фаз.

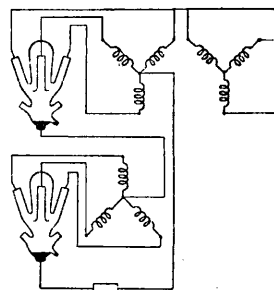
Число фаз	Число пульсаций выпрям. тока при 50 пер.	$C_1 = \frac{e_{m.max}}{e_g}$	$C_2 = \frac{e_g}{e_{эфф.фазн.}}$	$C_3 = \frac{i_{эфф.фазн.}}{i_g}$
1	50	1,57	0,636	1,57
2	100	0,66	0,9	0,707
3	150	0,25	1,165	0,58
6	300	0,057	1,35	0,41
3×2 (каск.)	300	0,057	2,34	0,58

Здесь e_g и i_g —постоянные составляющие выпрямленного тока, $e_{m.max}$ —амплитуда переменной составляющей выпрямленного тока (*m*-й гармоники), $e_{эфф.фазн.}$ и $i_{эфф.фазн.}$ —эффективные величины фазных эдс и тока. Для получения весьма малых пульсаций высокой частоты особенно удобно применение многофазных каскадных схем, питаемых током повышенной частоты (500—1 000 пер.). При повышенной частоте зажигательный потенциал ртутной колбы понижается, опасность же обратного зажигания повышается; при высоких напряжениях срок службы колбы падает в виду более интенсивного распыления анодов. При частотах порядка 20 000 пер. ртутный В. может применяться лишь в том случае, если и аноды будут



Фиг. 10.

короткое замыкание между двумя анодами. При правильной откачке нетрудно сделать колбу на 10 000—12 000 В.



Фиг. 11.

из ртути, т. к. в противном случае распыление анодов выведет колбу из строя уже через несколько часов. Ртутное выпрямительное устройство более экономно в эксплуатации, т. к. кпд его выше и расходы на замену колб меньше. В табл. 3 дано сравнение установок мощностью в 36 кВт с 2 ртутными колбами, включенными каскадом, с шестифазным выпрямлением шестью металлич. кенотронами.

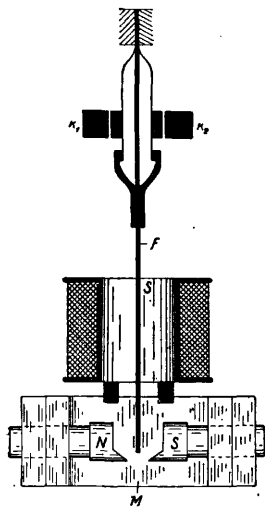
Табл. 3. — Сравнение стоимости эксплуатации ртутных выпрямительных устройств с кенотронными.

Наименование данных	Установка с ртутными колбами	Установка с металл. кенотронами
Число колб	2	6
Потери в колбах (в ваттах)	360	10 000
Срок службы (в часах)	5 000	1 000
Стоимость потерянной энергии на 1 ч. горения (в руб.)	0,018	0,5
То же в год при 6 000 час. (в руб.)	108	3 000
Стоимость 1 колбы (в руб.)	200	875
Стоимость 1 комплекта (в руб.)	400	5 250
Стоимость замены колб на 1 час горения (в руб.)	0,08	5,25
Годовой расход на замену колб (в руб.)	480	31 500
Общий расход на потерянную энергию и замену колб в год (в руб.)	588	34 500

Как видно из таблицы, стоимость эксплуатации ртутного выпрямительного устройства при 36 kW составляет менее $\frac{1}{50}$ стоимости ее для металлических кенотронов. При увеличении мощности это отношение увеличивается, но все же и для самых благоприятных условий не превышает $\frac{1}{50}$.

В. для зарядки аккумуляторов для радио употребляются следующих типов: 1) механические, 2) электролитические, 3) оксидные, или вообще сухие пластинчатые, 4) газовые.

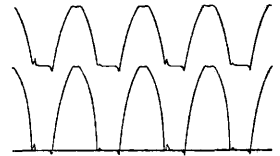
1) В механическом В. контактная система, управляемая самим выпрямляемым переменным током, включает в цепь одну половину периода и выключает другую. Это включение должно: а) быть синхронно с выпрямляемым током и б) происходить тогда, когда величина тока, проходящего через



Фиг. 12.

выпрямитель, равна нулю. Если эти условия не выполнены, то происходит искрообразование, и выпрямитель выходит быстро из строя. Контактная система обычно состоит из железного якоря F (фиг. 12), к-рый поляризуется переменным током, проходящим через катушку S , и притягивается полюсами N и S постоянного магнита M . Прерывание происходит между контактами k_1 и k_2 и якорем F . Инерция колеблющейся системы дает сдвиг фазы между управляющим переменным током и колебаниями контактной пружины, почему и должна быть применена компенсация этого сдвига помощью соответственно подобранных самоиндукции и емкости, включаемых в цепь выпрямляемого тока. При правильной компенсации сдвига включение в разрыв тока будет происходить

при нулевом его значении. Условие включения при $i=0$ не допускает применения в выпрямленном токе дросселей, почему, при работе В. на зарядку аккумулятора, ток и должен иметь вид, показанный на фиг. 13 внизу (вверху дано выпрямляющее напряжение). Ток такой формы может быть представлен в виде постоянного тока i_g и положенного на него переменного, имеющего эффективное значение $\frac{i_g}{\sqrt{2}}$. Этот послед-



Фиг. 13.

ний составляет чистую потерю в приборе, потребляющем выпрямленный ток (например в аккумуляторной батарее), что значительно понижает КПД механич. В., к-рый едва достигает 50%. Механич. В. изготавливаются обычно на 1,5—5 А, 2—30 V, хотя фирмой Кох и изготовлялись В. такого рода до 500 А. Механич. В., при всех их недостатках, все же имеют то большое преимущество, что стоимость их весьма низка, часто не выше нескольких рублей.

2) Электролитические В. должны удовлетворять следующим требованиям: а) выпрямление д. б. полным; б) максимальное напряжение, к-рое выдерживает В., не пробиваясь, д. б. значительно выше, чем амплитуда напряжения выпрямляемого переменного тока; в) электростат. емкость д. б. возможно малой; г) В. должен иметь малое падение напряжения в направлении прохождения тока; д) электролит должен иметь малое сопротивление; е) поверхность охлаждения д. б. достаточно большой для того, чтобы t° не повышалась выше 40° . Электролитические В. весьма дешевы (2—3 руб. на 1 А и 15 V) и, кроме того, могут быть построены самим радиолюбителем.

Алюминиевый В. состоит из алюминиевой пластины и другой—железной или свинцовой, погруженной в насыщенный раствор углекислого аммония или буры. Для пригодности В. к работе необходима так наз. формовка, производимая пропусканием в течение нескольких минут переменного тока через В. и последовательно включенное сопротивление. В дальнейшем при начале работы В. формируется уже сам собою, в течение нескольких секунд. Размеры алюминиевой пластины рассчитываются на плотность тока ок. 2 А на dm^2 выпрямляемого тока. Чрезмерное увеличение поверхности увеличивает вредную электростатическую емкость. Части поверхности алюминиевой пластины, выходящие из электролита, во избежание разбедания покрывают лаком. После 50 час. работы действие В. ухудшается и может быть вновь восстановлено чисткой поверхности шкуркой или стеклом. Поверхности алюминиевых электродов д. б. первоначально очищены от следов железа, для чего их травят едким натром и моют дистиллированной водой. Электролит д. б. свободен от хлористых и азотистых соединений.

Танталовый выпрямитель («Балкит») состоит из танталовой и свинцовой пластины, погруженных в электролит из 25%-го

раствора серной к-ты, к к-рому прибавлено 0,8% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. В. может быть изготовлен от 0,4 до десятка ампер; особенно пригоден он для 6-В батарей. Кпд В. на 2,5 А и 6 В вместе с трансформатором на 110/6 В составляет около 30%. Срок службы—сотни часов. Возможно применение и при выпрямленном токе 100 В.

Железный В. имеет в качестве вентильного электрода железо и электролитом концентрированную серную кислоту, к которой можно прибавить для уменьшения сопротивления Na_2SO_4 .

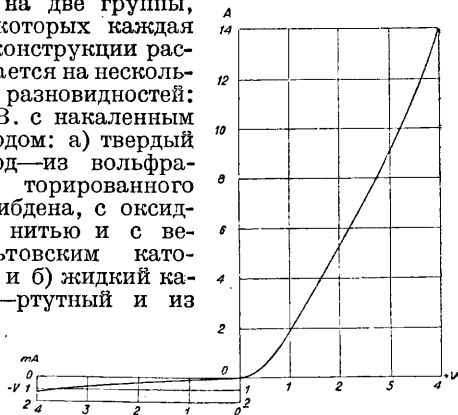
В. «Коллоид» состоит из серебряного катода и анода из никеля или другого металла, напр.: Pb, Fe, Cu, Al, Si. Электроды помещены в колбочку, наполненную пемзой, пропитанной концентрированной серной кислотой. Падение напряжения в В. весьма мало. В. пригоден для напряжений при аноде из меди до 8 В и при аноде из Si—до 50 В. Концентрация электролита 65° Вé. Благоприятная температура 50°. Выпрямитель очень компактен, но, к сожалению, иногда быстро выходит из строя.

3) Оксидные, или сухие пластинчатые В. предложены в последнее время, но для применения их уже открываются широкие перспективы. Принцип действия их тот же, что и у обыкновенного детектора, с той лишь разницей, что вместо микроампер могут быть получены амперы. Принцип действия основан на том, что работа удаления электрона от металла разнится по величине от работы удаления от какого-либо металлическ. соединения. В. состоит из медной и свинцовой пластин, между которыми проложен слой оксида меди. В этом случае сопротивление прохождению тока в направлении от оксида к меди будет меньше, чем в обратном направлении. На фиг. 14 показан такой В., который при 6 В может дать около 0,3 А на см^2 . При искусственной вентиляции или при охлаждении маслом плотность тока может быть увеличена до 0,5 А на см^2 .

На фиг. 15 дана вольтамперная характеристика одного элемента. На фиг. 16 дан КПД В. при различных выпрямленных напряжениях и разных мощностях, взятых от элемента диаметром около 38 мм. Как видно из кривых, КПД В. весьма велик и превышает 60%. Элементы могут быть соединяемы параллельно или последовательно, а также согласно схемам, дающим выпрямление обоих полупериодов. Вес В. на 1 кВт выпрямленной мощности составляет 8 кг. В. этого типа делаются в Америке на 6 В, 2 А и 5 А. По такому типу построены америк. В. «Элькон». Пластины, имеющие выпрямляющее действие, состоят из смеси сернистых соединений меди и цинка. Диаметр пластин—2,85 см, при 0,2 см толщины; с одной стороны к пластине припрессован медный диск, а с другой—диск из магния. Каждый элемент дает при 6 В—0,15 А выпрямленного тока.

4) Газовые В. были до сих пор самыми употребительными В. для зарядки ра-

диобатарей. Они строятся для сильных токов, для зарядки батарей накала и анодных батарей. Газовые В. могут быть разделены на две группы, из которых каждая по конструкции распадается на несколько разновидностей: А) В. с накаливаемым катодом: а) твердый катод—из вольфрама, торированного молибдена, с оксидной нитью и с вентильным катодом и б) жидкий катод—ртутный и из

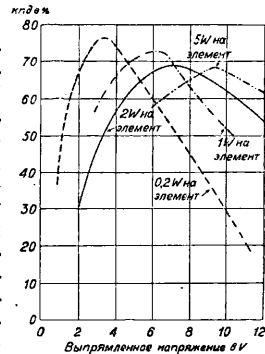


Фиг. 15.

амальгамы щелочных металлов. Б) В. с накаливаемым катодом: а) основанный на явлении тихого разряда и б) основанный на длине свободного пути.

А) Накаливаемый катод является источником электронов; поэтому, если в разреженном пространстве поместить два электрода, из к-рых один будет иметь достаточно высокую t° , то, при сообщении накаленному электроду отрицательного потенциала, электроны от накаленного электрода будут двигаться к электроду, имеющему положительный потенциал. Если приложенное напряжение переменить на обратное, то тока не будет, т. к. на холодном электроде не будет налицо нужных электронов; иначе говоря, такой прибор будет пропускать ток лишь в одном направлении и, будучи включен в цепь переменного тока, даст выпрямление. Сила тока, проходящего через прибор, в случае полного вакуума, будет $I = kV^{\frac{3}{2}}$, где V —приложенное на электродах напряжение и k —постоянный коэффициент, равный $\frac{2,33 \cdot 10^{-6}}{a^{\frac{3}{2}}}$ (a —расстояние в см между параллельными электродами). Для зарядки аккумуляторной батареи, где необходимы токи в несколько А,

такой прибор непосредственно не годится, т. к. при напряжении $V=100$ В и расстоянии $a=1$ см он даст ток I , равный всего 2,33 мА. Причиной, препятствующей быстрому увеличению тока при увеличении напряжения, является образование вылетающих от катода электронами пространственного заряда. Для компенсации отрицательного пространственного заряда применяется наполнение выпрямителей с накаленным катодом, назначенных для выпря-



Фиг. 16.

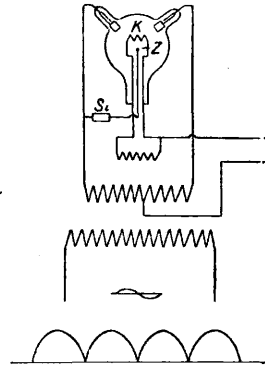
мления токов в несколько А, каким-либо благородным газом (аргоном, неоном или гелием). В этом случае электроны, двигаясь от катода, при достаточной скорости ионизуют, т. е. разбивают молекулы газа на электрон и положительный ион. Последний движется по направлению к катоду и своим положительным зарядом компенсирует пространственный заряд, уничтожая его тормозящее действие. В этом случае прибор будет иметь при значительных токах достаточно малое падение напряжения V . Наличие положительных ионов, ударяющихся о накаленный катод, в виду большой массы иона, вызывает быстрое разрушение катода, особенно сильное при ионах неблагородных газов; поэтому при применении в качестве накаленного катода вольфрама необходимо принять меры к удалению следов неблагородных газов, которые могут выделиться во время работы из электродов, для чего применяют покрытые стенкой колбы зеркалом из металлич. бария или магния, поглощающих посторонние газы. По этому типу изготавливаются В. под названием: 1) рамар (Ramar) герм. фирмой AEG, 2) тунгар (Tungar)—в Америке (Gen. El. Co) и 3) фирмой Филипс в Голландии на 3—6 А и 6—10 В для батарей накала. Тот же В. пригоден и для напряжения 50 В при 0,25 А. Падение в колбе здесь равно 5—7 В. Выпрямляется лишь один полупериод, почему кид его невелик. Срок службы не превосходит нескольких сот часов. В. состоит из колбы, в которой помещена спираль из вольфрама и анод из графита или угля. Спираль накаливается переменным током от общего трансформатора, имеющего две вторичных обмотки на 10 В и на 50 В и обмотку для накала. Последовательно с анодом включено балласт. сопротивление для избежания чрезмерного накала нити при увеличении выпрямляемого тока. Колба наполнена аргоном при давлении около 30 мм. На большое напряжение В. непригоден из-за обратного зажигания. Для уменьшения разрушения накаленного катода положительными ионами, а также для увеличения силы тока и увеличения кид герм. фирмой Сименс и Гальске совместно с фирмой Курц и Шварцкопф разработаны В., в которых вольфрам заменен торированным молибденом. Преимущество замены: понижение t° с 2500—2700° до 1300—1700°, благодаря чему выпрямление допускает колебания напряжения сети, большая эмиссия, меньшее разрушение ионной бомбардировкой, а следовательно, больший срок службы. В. построен с двумя анодами, почему выпрямляет оба полупериода. В табл. 4 приведены данные фирмы Сименс и Гальске.

Табл. 4.—Данные выпрямителя фирмы Сименс и Гальске.

Тип «ге»	Накал		Выпрямленный ток		Число аккумулят.
	V	A	A	V	
1	1,75	4,5	1—1,5	—	1—6
1,5	1,45	6,5—7	1,5	35—40	12
3a	2,4	12	3	35—40	12
6a	2,1	17	6	35—40	12
10a	2,2	17	10	35—40	12
0,1a	1,75	4,5	0,1—0,15	100	—

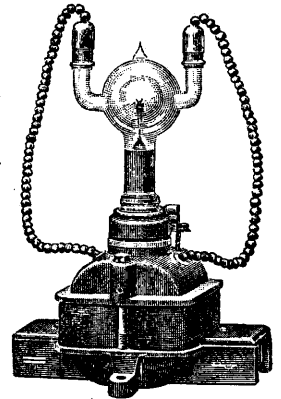
В. этот имеет срок службы в несколько тысяч часов и изготавливается рядом германских фирм. Падение в колбе—около 5—7 В.

В. с оксидным накаленным катодом (Венельта) допускают, благодаря большой эмиссии, выпрямление больших токов. Оксид или нанесен на нить из иридийной платины или помещен в виде стерженька внутри спирали из платины. В последнем случае, вследствие нагревания, оксид возгоняется и активирует катод. В качестве оксида применяются окиси щелочноземельн. металлов. На фиг. 17 дана схема включения В. Для зажигания его вблизи катода находится зажигательный электрод Z , соединенный с одним из



Фиг. 17.

анодов посредством силового сопротивления Si . Вследствие большого падения при начале работы, между Z и K происходит ионизация, и далее ток перекидывается на анод. Выпрямление—обоих полупериодов. Колба наполнена аргоном. Падение напряжения в колбе—около 10 В. Срок службы ок. 800 час. Фирма Accumul. Fabrik A.-G. в Берлине изготавливает В. этого типа на 1, 2, 3, 6, 10, 20 и 50 А для выпрямления тока от 0 до 220 В. На фиг. 18 показан В. вместе с трансформатором на 220 В и 3 А. Такой же выпрямитель при его наполнении неоном может работать при напряжениях до 3000 В и 1 А. Срок службы его невелик: около 50—100 часов.

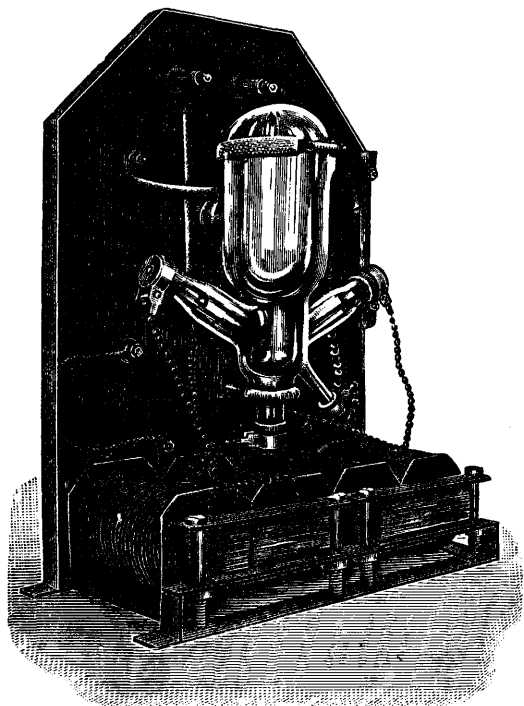


Фиг. 18.

В., изготовляемый австр. заводом Ика, также имеет вольфрамовый накаленный катод, но в колбочке, наполненной благородным газом, имеется также значительное давление ртутных паров, так как накаленная спираль частью погружена в ртуть. Выпрямитель имеет два угольных анода и позволяет получать или двустороннее выпрямление при 6 В и 1,5 А или одностороннее при выпрямляемом напряжении в 80 В. Выпрямитель крайне компактен и выдерживает большой срок службы.

Ртутные В. применяются для зарядки радиобатарей сравнительно редко, так как могут быть построены лишь на токи больше 3 А (при меньших токах дуга тухнет) и, кроме того, они сравнительно сложны и

неудобны. Трестом 3-дов слабого тока изготовлялись ртутные В., пригодные для одновременной зарядки батарей на 80 В и 0,25 А и батарей накала на 6 А и 6 В. Колба здесь имеет 4 анода, вследствие чего выпрямление обоих токов происходит обоими полу-периодами. Падение напряжения в колбе равно 15 В. На фиг. 19 показан такой В.



Фиг. 19.

Значительно пригоднее для целей радио В., у которого ртуть заменена амальгамой калия и натрия и в колбе вместо вакуума находится разреженный аргон. В этом случае колба может работать и при малых токах, порядка 0,1—0,3 А, почему пригодна и для зарядки батарей на 80 В и 0,25 А. Кроме того, зажигание происходит здесь не качанием, как в ртутных колбах, а вспомогательным анодом, к которому приложено высокое напряжение от вспомогательной обмотки трансформатора. Такие В. изготовляются фирмой П. Гардеген и К^о (P. Hardegen u. C^o) под названием а р г о н а л (Argonal). Падение в колбе—около 14 В. В последнее время этот тип вытесняется другими конструкциями.

Б) В. без накаливаемого катода отличаются простотой и состоят из электродов, помещенных в колбу, в которой находится разреженный газ (напр. смесь гелия и неона) при давлении около 10 мм. Электроды могут отличаться по материалу или по форме, на чем и основывают вентильное действие.

В. с тихим разрядом (Glimmlichtgleichrichter), изготовл. фирмами Пинч (Pintsch A.-G.) и Осрам (Osram AEG), используют для вентильного действия то обстоятельство, что электрод из калия требует для уда-

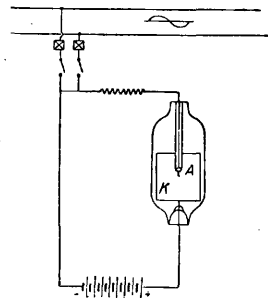
ления электрона затрату вдвое меньшей работы по сравнению с железным электродом, почему катодное падение калиевого электрода будет меньше, чем железного. Кроме того, катодное падение растет очень сильно в том случае, если поверхность катода уменьшить до пределов, при которых начинается т. н. аномальное катодное падение. Конструктивно оба принципа осуществляются в колбе, у которой один большой электрод покрыт калием и другой электрод сделан в виде железного штифта. Если катодом будет штифт, а анодом калиевый электрод, то через прибор пойдет, даже при сотнях В, лишь несколько мА. При перемене же направления пойдет ток около 0,2 А, при падении внутри колбы около 80 В, т. е. при напряжении сети в 120 В получится 40 В выпрямленного тока. При напряжении сети в 220 В возможно использовать лишь один принцип, сделав оба электрода из чистого железа: большой из железного листа и малый в виде штифта.

В. применяется для зарядки анодных батарей, не требуя ухода. На фиг. 20 дана схема этого выпрямителя. Здесь К—железн. катод и А—штифт из железа.

Другой В., сходной конструкции, изготовляется в Америке под названием рейтеон (Raytheon). В нем выпрямляются обе половины, так как имеются два анода весьма малой поверхности (остальная часть закрыта изолирующими трубками). В качестве катода служит металлическ. колпачок, закрывающий аноды. Расстояния между электродами подобраны так, чтобы использовать явления, зависящие от величины свободного пути электрона в атмосфере разреженного гелия, которым наполнен прибор. В. такого устройства изготовляются также и франц. фирмой Société Française Radioélectrique.

В. для непосредственного питания анода приемника. В тех случаях, когда выпрямители служат для питания анода приемника непосредственно, в качестве В. может быть применен также и обыкновенный кенотрон, так как при малых нагрузках его падение не играет большой роли. В некоторых случаях, как это делают Трест заводов слабого тока и ряд других организаций, применяется кенотрон, построенный по типу лампы микро, но с двумя анодами в виде цилиндров, расположенных один над другим. Этим осуществляется выпрямление обеих половин, что нужно для получения малых пульсаций тока, сглаживание которых достигается системой фильтра из емкостей и самондукций.

Лит.: Курбатов С. И., Ртутные выпрямители, М.—Л., 1927; Научно-техн. сборник, М., 1927, 1, стр. 10; Jolley L., Alternating Current Rectification a. Allied Problems, 2 ed., L., 1926; Güntherschulze A. u. GERMERSHAUSEN W., Übersicht ü. d. heutigen Stand d. Gleichrichter, 2 Aufl., Lpz., 1925; Güntherschulze A., Elektrische Gleichrichter u. Ventile, Wittenberg, 1924; «JAIEE»,



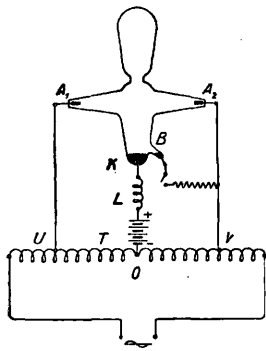
Фиг. 20.

New York, 1927, vol. 46, 3, p. 215; H u n d A., Hochfrequenzmesstechnik, B., 1922; «Helios», Lpz., 1927, Jg. 33, 50, p. 471; «Bulletin de la Société Française Radioélectrique», 1927, 2, 5. В. Володин.

II. В. в технике сильных токов.

В технике сильных токов выпрямители применяются для преобразования переменного тока в постоянный в тех отраслях промышленности, где постоянный ток необходим по самому роду производства или его применение представляет по сравнению с системой переменного тока выгоды экономич. характера и удобства в техническ. эксплуатации. Сюда относится, напр., электрич. тяга, где в последнее время получают распространение ртутные В. с металлическими корпусами. Из существующих видов В. ниже описываются: 1) ртутные В., 2) электролитические (алюминиевые) и 3) механические.

Ртутные В. Наибольшее распространение в технике сильных токов получили в настоящее время ртутные В., основанные на применении вольтовой дуги в разреженном пространстве, когда отрицательным электродом является ртуть, а в качестве другого электрода служит какой-либо металл (железо, никель, платина) или графит. Ртутный катод располагают внизу сосуда с выкачанным (приблизительно до давления в 0,1 мм рт. ст.) воздухом, чтобы сгущающиеся пары ртути могли возвращаться обратно к катоду. Для образования дуги в начале действия В. колбу наклоняют так, чтобы оба электрода соединились тонкой струей ртути. В разреженном пространстве ртуть испаряется уже при сравнительно низких t° . Поэтому теплота, получившаяся при прохождении тока через струю ртути, бывает достаточна для испарения ртути и заполнения всей колбы парами ртути. В дальнейшем при прохождении тока в виде дуги в ртутных парах на поверхности ртутного катода образуется небольшое очень светлое пятно (кратер), раскаленное до 2 600—3 000°. Световой столб между электродами отделен от анода и катода небольшими темными промежутками. Падение потенциала в



Фиг. 21.

пространстве между электродами составляет из трех частей: а) падение потенциала у катода (ртути), равное 8,6—10 В; б) падение потенциала у анода, зависящее от давления паров ртути, а также от формы и материала анода; чем выше давление, тем меньше это падение; оно равно 4,7—10,4 В; в) падение потенциала в самой дуге, которое в малых выпрямителях равно 0,8—1,2 В/см, а в больших с хорошим вакуумом доходит до 0,1 В/см. Электропроводность пространства, заполненного ртутными парами, поддерживается, как и в обыкновенной вольтовой дуге, ионизацией этих паров, происходящей от ударов электронов, испускаемых раска-

ленным кратером ртути. Поэтому основным условием существования дуги являются высокая t° пятна катода и непрерывность тока. При перерыве тока или при его уменьшении до значения ниже некоего I_{min} ионизация паров ртути исчезает, и дуга гаснет. В В. на 5—10 А $I_{min} \cong 3$ А, а в В. на 250—300 А $I_{min} \cong 25$ А. Чтобы вновь после этого привести в действие В., необходимо опять произвести зажигания наклонением колбы. В современных В. на силу тока выше 25 А осуществляется постоянное возбуждение в виде дополнительных анодов. При таком возбуждении имеется возможность получать от В. постоянный ток какой угодно малой силы и совсем выключать цепь постоянного тока без прекращения действия В. На постоянное возбуждение тратится обыкновенно около 300 W. На фиг. 21 изображена схема В. однофазного тока, где A_1 и A_2 —главные аноды, присоединяемые к цепи переменного тока, K —ртутный катод, B —вспомогательный анод, включаемый лишь для зажигания дуги. Трансформатор T служит одновременно для повышения или понижения напряжения подводимого переменного тока и для создания нулевой точки O . К крайним зажимам U и V трансформатора присоединяются главные аноды A_1 и A_2 выпрямителя. Цепь постоянного тока образуется между ртутным катодом K и нулевой точкой O трансформатора. При наличии последней в цепь постоянного тока идут в одном и том же направлении обе полуволны переменного тока, так что в цепи выпрямленного тока течет ток, имеющий форму, изображенную на осциллограмме (фиг. 22). Для дальнейшего выпрямления тока включают в цепь катода надлежащей величины катушку самоиндукции L величиной до 0,1 Н. При этом выпрямленный ток получает форму, изображенную на осциллограмме (фиг. 23). На фиг. 24 представлены осциллограммы тока, который идет к анодам в том случае, когда в цепи постоянного тока есть самоиндукция (А) и когда ее нет (Б).



Фиг. 22.

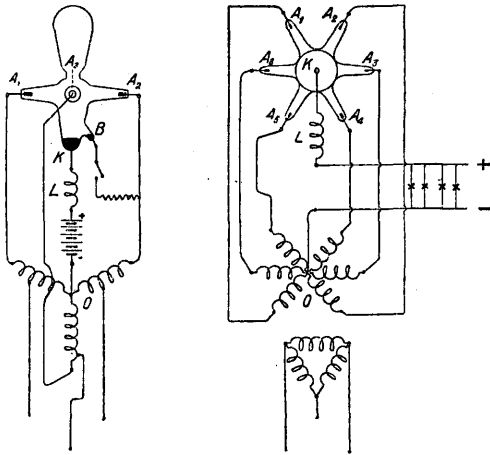
Как сказано, в В. ток может проходить только в одном направлении—от катода к аноду, однако существует и обратный ток; он имеет в нормальных условиях очень небольшое значение (доли mA), несколько увеличиваясь с повышением напряжения выпрямленного тока и сильно возрастая с увеличением силы выпрямленного тока. При работе выпрямителя на аккумуляторную батарею обратный ток больше, чем при нагрузке лампами накаливания. Главным условием незначительности обратного тока является то, чтобы аноды были холодными. В действительности так же, как кратер катода

Фиг. 23. Осциллограмма показывает ток с более плавными краями по сравнению с Фиг. 22, что обусловлено наличием катушки самоиндукции L.

Фиг. 24. Две осциллограммы (А и Б) показывают ток при наличии и отсутствии самоиндукции в цепи постоянного тока.

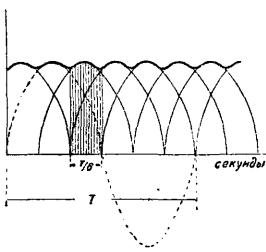
Фиг. 24. (А) — осциллограмма тока при наличии самоиндукции, (Б) — при ее отсутствии.

накаляется от ударов попадающих на него положительных ионов, аноды из железа и графита накаляются при работе докрасна от ударов отрицательных ионов. При ухудшении вакуума дуга становится склонной концентрироваться на аноде в виде светлого



Фиг. 25.

анодного пятна. Тогда В. начинает пропускать ток в обоих направлениях. Получается так наз. обратное зажигание, к-рое может повести к опасному для В. короткому замыканию между анодами разных полюсов. На фиг. 25 представлены схемы выпрямления переменного тока при помощи трех- и шестианодного В. (значения букв соответствуют фиг. 21). Многоанодные (многофазные) В. в отношении кривой выпрямленного тока являются значительно более благоприятными, чем однофазные. При неиндуктивной нагрузке кривая токов точно соответствует результирующей кривой эдс в разных фазах (фиг. 26). Ток доставляется в течение T/m периода (m —число фаз) только той фазой, где мгновенное значение эдс больше (заштрихованная площадка на фигуре). Как видно на фиг. 26, относящейся к шестианодному В., выпрямленный ток (показан жирной линией) имеет незначительные пульсации. Включение катушки самоиндукции в цепь ка-



Фиг. 26.

тода вызывает наложение тока двух и даже трех фаз друг на друга и этим еще более выпрямляет ток.

Потери энергии в В. состояются из потерь в железе и меди трансформатора, а также во всех катодных и анодных дроссельных катушках и потерь в самой колбе. Последние равны:

$$P_{\text{пот.}} = \Delta E I_{\text{ср.}},$$

где ΔE —полное падение напряжения в колбе, а $I_{\text{ср.}}$ —среднее значение выпрямленного тока. Падение напряжения в колбе может быть выражено по формуле Штейнметца:

$$\Delta E = \Delta E_0 + \frac{c(l+a)}{\sqrt{I_{\text{ср.}}}}.$$

Здесь: ΔE_0 —сумма анодного и катодного падений напряжения (см. выше), l —длина дуги в см, c и a —нек-рые величины, зависящие от t° колбы, от вакуума и от примеси других газов. Полное падение напряжения в колбе не зависит от самой величины подводимого напряжения и лишь немного уменьшается при увеличении силы тока. Принимая его для мощных В. равным в среднем 22 В, получим, что кпд колбы, равный

$$\eta = \frac{e_g \cdot i_g}{e_g \cdot i_g + 22 i_g} = 1 - \frac{22}{e_g + 22},$$

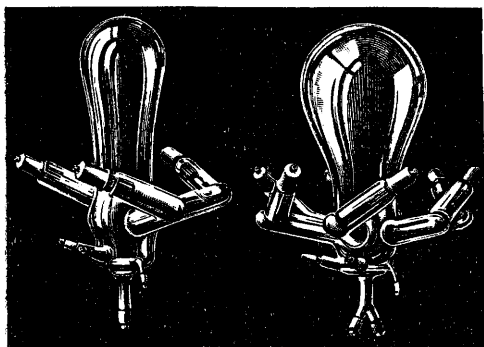
увеличивается с увеличением напряжения В. В приведенной ф-ле e_g и i_g —постоянные составляющие эдс и силы выпрямленного тока. В современных В. кпд одного сосуда доходит до 99%, а всей установки до 96—97%.

Процесс выпрямления тока происходит без сдвига фаз, который создается лишь трансформаторами и анодными дроссельными катушками выпрямительной установки. Однако, вследствие искажения формы кривой тока, поступающего в В., отношение показания ваттметра к произведению эффективных значений напряжения и силы переменного тока получается не равным единице. В современных шестифазных ртутных В. коэфф. мощности всей установки имеет значение 0,95—0,97; для трехфазного В. он получается ок. 0,90—0,92, т. е. меньше. Изменение напряжения в цепи выпрямленного тока при нагрузке зависит почти только от падения напряжения в трансформаторе, т. к. в самой колбе, как мы видим, оно даже уменьшается при нагрузке. Поэтому параллельная работа В. с генераторами—электрич. машинами, имеющими падающую внешнюю характеристику, возможна только при соответствующем подборе падения напряжения у трансформатора. Для этой же цели включают в цепи анодов дроссельные катушки. Важное значение имеют эти катушки также при зарядке аккумуляторных батарей от В. Можно достигнуть того, что напряжение, получаемое от В., будет вполне соответствовать начальному и конечному зарядному напряжению батарей, так что зарядный ток может остаться одним и тем же за все время зарядки.

Регулирование напряжения В. обычно совершается путем изменения подводимого напряжения переменного тока, при чем для этой цели применяется ступенчатый трансформатор или индукционный регулятор. В малых В. применяется для этой цели иногда сопротивление. Регулирование может совершаться автоматически от реле, действие которого зависит от напряжения выпрямленного тока.

Нагревание В. имеет очень важное значение для его работы. Опыт показывает, что одной из главнейших причин короткого замыкания В., когда перестает существовать выпрямляющее действие, прерывается цепь выпрямленного тока и выключаются максимальные автоматы переменного тока, является высокая t° сосуда. Кроме того при высокой t° значительно возрастает падение напряжения. Поэтому при построении В. вы-

бирают размеры внешней охлаждающей поверхности сосуда с таким расчетом, чтобы его t° не превысила 100° в В. со стеклянной колбой и 70° —в В. с металлич. сосудом (мощных) при полной нагрузке. В больших

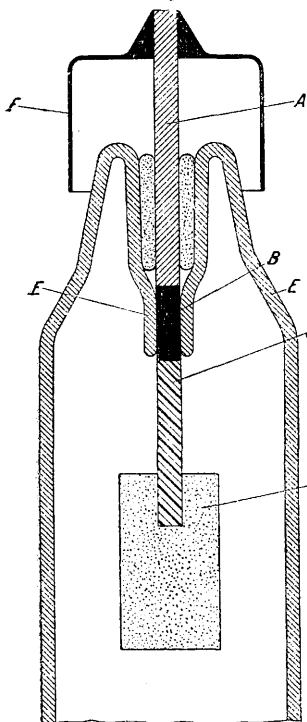


Фиг. 27.

В. с металлич. сосудом применяется искусственное охлаждение водой (см. ниже).

По конструкции различаются ртутные В. двух видов: 1) В. со стеклянным сосудом (колбой) на силу тока до 150 А при 600 В (в последнее время до 500 А) и 2) В. с металлич. корпусом на силу тока до 3 000 А при 800 В и до 500 А при 5 000 В.

1) Ртутные В. с стеклянной колбой. Стеклянные В. представляют собой стеклянную запаянную колбу, с удаленным из нее воздухом, различных размеров в зависимости от мощности.

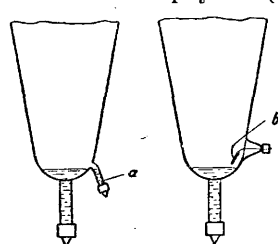


Фиг. 28.

Колба имеет несколько боковых отростков с впаянными в них электродами, число которых зависит от числа фаз переменного тока, трансформируемого в постоянный. На фиг. 27 представлены трех- и шестианодные колбы ртутн. выпрямителя фирмы Сименс и Шуккерт.

В качестве вводящих ток проводников в выпрямителях с стеклян. колбой раньше применялась исключительно платина. Этим достигалась большая герметичность и надежность места пайки, так как платина и стекло имеют приблизительно одинаков. коэфф. расширения. Вследствие высокой стоимости платины в наст. время или совершенно

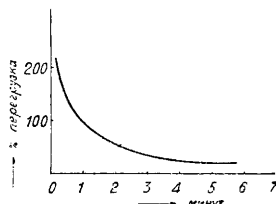
заменяют ее другими материалами или ограничиваются применением ее только на самых ответственных местах. На фиг. 28 изображено одно такое укрепление провода; здесь А—медная проволока, В—платиновая и С—железная проволока, D—графитовый анод. Стекло E соприкасается только с платиновой проволокой. С наружной стороны ввод снабжен металлич. колпачком F, который служит контактом. Колба делается из обыкновенного свинцового стекла. Величина охлаждающей поверхности определяется из расчета $0,05-0,1 \text{ W}$ потерь на 1 см^2 . Верхняя часть колбы является конденсационной камерой. Анод из графита рассчитывается таким обр., чтобы на 1 А проходящего тока приходилось $0,5-1 \text{ см}^2$ поверхности анода. Давление в колбе равняется при его работе $0,02-0,08 \text{ мм рт. столба}$. Такой вакуум получается ртутными насосами после предварительного откачивания обыкновенными вращающимися насосами. Вспомогательный зажигающий анод обычно представляет собой такой же отросток колбы, как и катодный, только меньших размеров, и также заполненный ртутью (фиг. 29).



Фиг. 29.

с контактом достигается железным кружком a, находящимся под ртутью (левая фигура). Недостатком этого анода является то, что в этом месте колба часто дает трещины и делается непригодн. к работе. Лучше устроен вспомогательн.

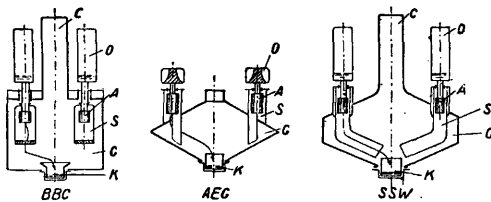
анод (правая фигура), где зажигание гораздо легче и скорее совершается при помощи графитного анодика b. В то время как напряжение, при котором может работать колба, зависит главным образом от расстояния между главными анодами, предельная сила тока определяется температурой нагрева колбы (см. выше). Применяя вентилятор для обдувания поверхности колбы или погружая ее в охлаждающее масло, можно значительно повысить предел для длительного рабочего тока. Срок продолжительности службы стеклянных колб доведен в настоящее время до 8 000 ч. Ртутные В. хорошо переносят перегрузку, при чем к ним м. б. применены нормы для перегрузок электр. машин. На кривой фиг. 30 даны допустимые перегрузки стеклянных колб в зависимости от длительности перегрузки в холодном начальном состоянии.



Фиг. 30.

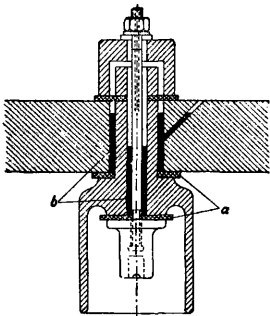
2) Ртутные В. с металлич. корпусом. На фиг. 31 изображены схемы конструкций металлических В. фирмы Брун-Бовери (BBC), AEG и Сименс-Шуккерт (SSW). В. фирмы BBC имеет цилиндрический корпус G и конденсационную камеру C.

В. фирмы AEG имеет чечевицеобразную камеру *G* без конденсационной камеры. Корпус В. фирмы SSW представляет собой как бы



Фиг. 31.

соединение первых двух конструкций (цилиндр, средняя часть *G* и конич. верхняя и нижняя), кроме того он снабжен конденсационной камерой *C*. Катод *K* у всех конструкций изолирован от корпуса. Аноды *A* снабжены с внешней стороны охлаждающим телом *O*, а с внутренней—предохранительной трубкой *S*. Главное затруднение, какое пришлось преодолеть при построении металлических В., состоит в устройстве герметически непроницаемых уплотнений в местах вводов электродов, а также в местах соединения крышек со стальным корпусом во избежание потери вакуума. В настоящее время эту задачу нужно считать разрешенной. Фирма Броун-Бовери применяет комбинированные уплотнения (фиг. 32) из асбестовых прокладок *a* с заполнением промежутков поверх этого ртутью *b*. На фиг. 33 представлен разрез современного шестифазного ртутного В. с металлич. корпусом фирмы

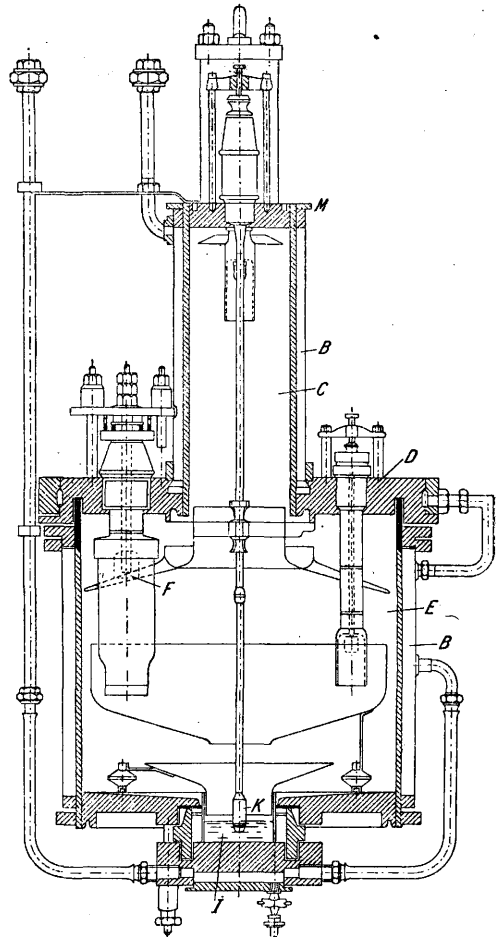


Фиг. 32.

ВВС. В. состоит из двух частей: верхней *C*—меньшего диаметра (конденсационная камера) и нижней *E*—большого (рабочий цилиндр). Эти части соединены между собой посредством массивного кольца *D*, в котором сделаны анодные вводы *F*; нижнее днище сварено с широким цилиндром. Кольцо *D* и верхняя крышка *M* сварены с верхним цилиндром, а между нижним цилиндром и кольцом *D* сделаны герметич. уплотнения. В центре нижнего днища помещается электрич. изолированный ртутный катод *I*, выполненный в виде чашки, заполненной ртутью. Вольтовые дуги образуются в нижней рабочей части *B*. В верхней крышке *M* сделан ввод для зажигающего анода *K*. Верхний и нижний цилиндры окружены снаружи кожухами, образующими водяные рубашки *B*, по которым циркулирует окружающая вода. Как уже указано, катод изолируется от корпуса. При неизолированном катоде, как показывает опыт, часть тока идет не вольтовой дугой, а по стенкам нижнего цилиндра. При увеличении нагрузки эта часть тока увеличивается, и наконец весь ток будет идти по стенкам. Вольтова дуга будет проходить при этом прямо от анода к стен-

кам, и наконец произойдет короткое замыкание. Чтобы ограничить пространство, по которому могло бы перемещаться основание вольтовой дуги, так как при этом происходит сильное колебание тока, в ртуть погружается шамотный сосуд, имеющий внизу отверстия в пространство, заполненное ртутью. Аноды во внешней своей части снабжаются ребристой поверхностью. На фиг. 34 изображен внешний вид ртутного В. с металлич. корпусом фирмы AEG на силу тока до 1500 А при напряжении в 500 В.

Как показывает опыт, для правильной работы металлич. ртутных В. необходима в течение первых 2—3 месяцев постоянная откачка насосами выделяющегося внутри корпуса воздуха и других газов, которые находятся в окклюдированном состоянии в стенках сосуда. Под влиянием нагревания и высокого вакуума эти газы постепенно выделяются и ухудшают вакуум, что может

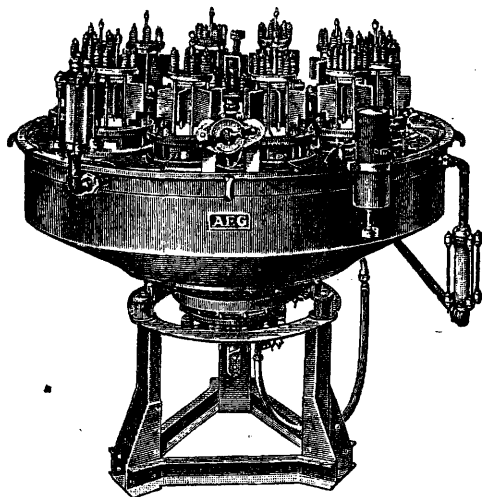


Фиг. 33.

повести к короткому замыканию. Этот процесс называется формированием цилиндра. Когда формирование закончено, для поддержания необходимого вакуума не требуется постоянной работы насосов.

Для охлаждения металлич. В. применяются следующие способы: а) непосредствен-

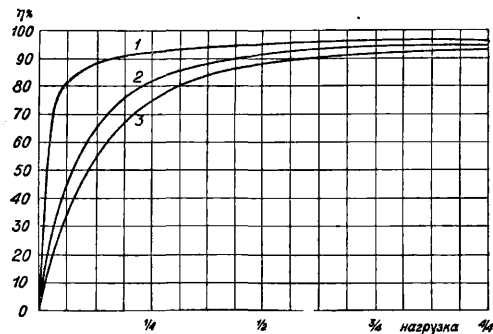
ное охлаждение проточной холодной водой и б) циркуляцион. охлаждение. Первый способ может применяться тогда, когда имеется в распоряжении источник незагрязненной и мягкой воды. При этом избегают подачи и отвода воды непрерывной струей из-за



Фиг. 34.

возможности заземления корпуса и электролитического разъедания его трубопровода. Расход воды равняется около 1 л на 100 А выпрямленного тока при t° поступающей воды 15° и t° В. около 50° . В циркуляционной системе охлаждающая вода проходит через охладитель и здесь охлаждается или также водой или воздухом. Вся охлаждающая установка заземляется и изолируется от В. резиновыми рукавами.

Исследования показывают, что из трех механизмов, превращающих переменный ток в постоянный, а именно: мотор-генератора,

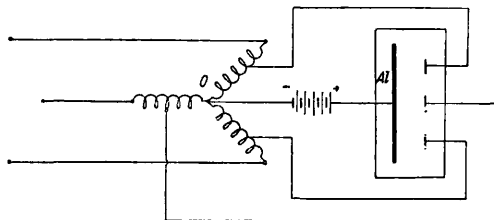


Фиг. 35.

однокорного преобразователя и В., наибольшим кпд обладает металлич. ртутный В. На фиг. 35 показаны кривые кпд: металлических В. 1, однокорного преобразователя 2 и мотор-генератора 3. Как показывают данные, имеющиеся в техническ. литературе, сравнительная стоимость одного установленного kW в разных преобразовательных подстанциях мощностью порядка 1 000 kW м. б. приблизительно оценена следующим образом: 1) однокорный преобразователь

100—110%; 2) синхронный мотор-генератор 130%; 3) металлический ртутный В. 100%; 4) трансформатор 40%. Сравнительная стоимость стеклянного и ртутного В. при мощности порядка 300 kW: металлич. ртутный В.—100%; стеклянный ртутный В.—80%.

Электролитические В. Алюминиевые электролитич. В. употребляются только для небольших мощностей благодаря невысокому кпд (не выше 60%). В. состоит из алюминиевой пластины и другой железной или свинцовой, погруженной в раствор квасцов, двууглекислого натрия или серной кислоты.



Фиг. 36.

При прохождении тока от алюминия к железу (свинцу) на поверхности алюминия образуется слой окисла Al_2O_3 , который сейчас же после образования прекращает дальнейший пропуск тока. При обратном направлении тока алюминий восстанавливается, слой Al_2O_3 исчезает, и ток проходит беспрепятственно. На фиг. 36 представлена схема выпрямления трехфазного тока с трансформатором. Максимальное напряжение, которое выдерживает В. не пробиваясь (не теряя выпрямляющего действия), зависит от раствора и его концентрации. В табл. 5 даны

Табл. 5.—Критические напряжения для некоторых электролитов.

Электролит	Концентрация в г-экв./л	Критич. напряжение в В
NaOH	0,01	600
	0,1	170
	1,0	70
NaHCO ₃	0,01	750
	0,1	280
	1,0	150
NaCl	0,10	580
	0,1	300
	1,0	175
H ₂ SO ₄	0,01	750
	0,1	340
	1,0	165

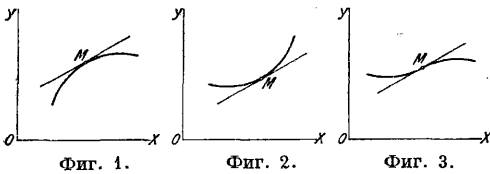
критич. напряжения для некоторых электролитов в зависимости от концентрации их. Электролитич. В. обладают ощутительной емкостью. Предельная сила тока, при которой В. работает еще удовлетворительно, определяется температурой электролита, которая не должна быть выше 40° .

Механические В. употребляются гл. обр. для зарядки аккумуляторных батарей и м. б. двойного рода: с колеблющимися контактами (см. выше—В. в радиотехнике) и вращающимися. Последнего рода В. употребляются также для получения прямого тока высокого (порядка 100 kV) напряжения в лабораториях. В. с вращающимися контактами приводятся во вращение синхронным

мотором небольшой мощности, покрывающим лишь механич. потери на трение. Подобные В. отличаются от коллектора электрич. машин лишь небольшим числом главных пластин, при чем имеются еще вспомогательные контакты, облегчающие разрыв цепи выпрямляемого тока без искрообразования. В. с вращающимися контактами для получения постоянного тока высокого напряжения устанавливаются непосредственно на трансформаторе высокого напряжения. Контакты приводятся в движение синхронным мотором и касаются поочередно выводов трансформатора разной полярности. Контакты построены по принципу щеток, употребляемых в электростатических машинах.

Лит.: Б е л я в с к и й А. Г., Ртутные выпрямители переменного тока, Ростов н/Д., 1927; К у р б а т о в С. И., Ртутные выпрямители, М.—Л., 1927; M ü l l e r К. Е., Der Quecksilberdampf-Gleichrichter, В., 1925; S c h ä f e r В., Ueber Quecksilberdampf-Gleichrichter für grosse Leistungen, Frankfurt a/M., 1913; K e l l e r S., Untersuchungen am Quecksilberdampf-Gleichrichter, Zürich, 1919. **Е. Нитусов.**

ВЫПУКЛОСТЬ И ВОГНУТОСТЬ. Пусть плоская кривая задана ур-ием $y=f(x)$ (ось OY направлена вверх). Проведем касательную в точке M кривой. Говорят, что в точке M кривая обращена выпуклостью вверх, если вблизи M точки кривой лежат ниже касательной (фиг. 1); кривая обращена вогнутостью вверх, если ее точки, близкие к M ,



лежат выше касательной (фиг. 2). Для определения выпуклости и вогнутости служит знак 2-й производной: если в точке M $f''(x) < 0$, то имеется выпуклость; если $f''(x) > 0$, то вогнутость; если в точке M $f''(x) = 0$, а $f'''(x) \neq 0$, то имеем точку перегиба, отделяющую выпуклую область кривой от вогнутой (фиг. 3). **В. Степанов.**

ВЫРАВНИВАЮЩИЕ ТОКИ, токи, которые текут в сети между параллельно работающими генераторами под влиянием неравенства величин эдс этих генераторов, а также в случае несовпадения фаз или различия форм кривых эдс. В случае генераторов постоянного тока сила выравнивающих токов $i_{выр.}$ выражается формулой:

$$i_{выр.} = \frac{e_1 - e_2}{\Sigma r},$$

где e_1 и e_2 —эдс генераторов, а Σr —сумма внутренних омич. сопротивлений генераторов, включая и сопротивление соединительных проводов между ними. В случае генераторов переменного тока с синусоидальными эдс эффективное значение В. т. в цепи генераторов равно:

$$\bar{i}_{выр.} = \frac{\bar{E}_1 - \bar{E}_2}{\Sigma z},$$

где $\bar{E}_1 - \bar{E}_2$ —геометрич. разность эдс генераторов, а Σz —сумма внутренних полных сопротивлений генераторов, включая и полное сопротивление пути между генераторами. При этом В. т. могут совпадать или не совпа-

дать по фазе с эдс генератора (см. *Генератор переменного тока*). В том случае, когда полное сопротивление пути между генераторами очень невелико в сравнении с внутренними полными сопротивлениями генераторов (что имеет место, напр., при работе генераторов на сборные шины станции), В. т. приводят к тому, что, несмотря на неодинаковые эдс генераторов, напряжение на их зажимах устанавливается одно и то же у всех генераторов,—отсюда и название В. т. Если генераторы работают в разных местах электрич. сети, то В. т. накладываются на токи, идущие к приемникам энергии. Вследствие этого образуется иное токораспределение в сети. Это обстоятельство должно соответствующим образом учитываться при расчете сетей. Обычно стремятся довести до минимума значение В. т. путем надлежащего регулирования возбуждения параллельно работающих генераторов, так как выравнивающие токи излишне нагружают сеть, соединительные кабели и шины.

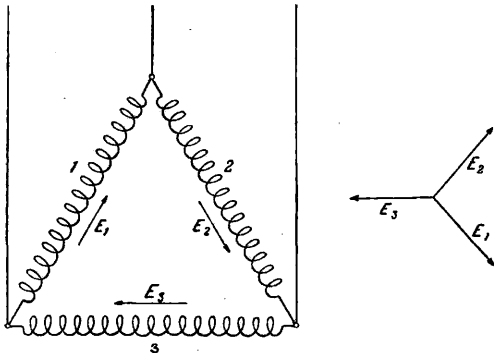
В. т. необходимы для поддержания синхронизма параллельно работающих синхронных генераторов переменного тока. Здесь В. т. получают необходимое значение, тем большее, чем больше неравномерность хода первичных механических двигателей, приводящих в движение генераторы. В. т. могут получиться также и между параллельно работающими трансформаторами. Так как упомянутое выше регулирование эдс осуществить здесь в самих трансформаторах обычно бывает невозможно, то поэтому особенно тщательно д. б. подобраны одинаковые коэфф-ты трансформации (см. *Трансформаторы*). Величина выравнивающих токов между параллельно работающими трансформаторами равна:

$$\bar{i}_{выр.} = \frac{\bar{E}_{21} - \bar{E}_{2II}}{z_{kI} + z_{kII}},$$

где \bar{E}_{21} и \bar{E}_{2II} —эдс первого и второго трансформатора во вторичной обмотке, а z_{kI} и z_{kII} —полные сопротивления короткого замыкания трансформаторов.

В. т. могут образоваться также и внутри генераторов. Так, между параллельными ветвями обмотки якоря генератора постоянного тока будут течь В. т., если под полюсами получились неодинаковые магнитные потоки, а также если в ветвях наблюдается неодинаковое число активных проводов или, говоря вообще, в параллельных ветвях имеет место неодинаковое число так наз. магнитных сцеплений. Причинами неравенства магнитных потоков под полюсами м. б.: неточность обработки и сборки частей машины, раковины в отливке станины, эксцентричность якоря, неодинаковое число витков в катушках возбуждения при многополюсной машине и пр. В. т. будут при этом протекать внутри обмотки якоря независимо от того, нагружен генератор или нет. Вследствие этого понижается кпд машины и увеличивается нагревание обмотки якоря. При многополюсной машине эти токи будут замыкаться также через щетки и соединения между ними, отчего щетки будут перегружаться большой плотностью тока и

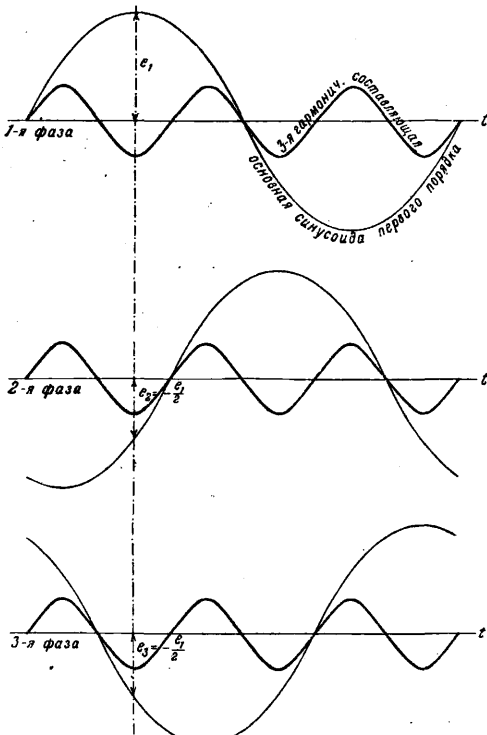
искрить. Для избежания чрезмерной и, кроме того, неравномерной нагрузки щеток устраивают так называемые эквипотенциальные соединения в обмотке якоря (см. Динамомашину постоянного тока) малого



Фиг. 1.

сопротивления, так что В. т. получают возможность, минуя щетки, замкнуться в большей своей части через эти эквипотенциальные соединения. Естественно, что все описанное в отношении В. т. внутри генераторов справедливо и для электрич. двигателей.

Внутренние В. т. могут возникнуть также и в машинах переменного тока и в трансформаторах при соединении их обмоток треугольником (фиг. 1). Это бывает тогда, когда кривые фазовых эдс несинусоидальны, т. е.



Фиг. 2.

когда они имеют высшие гармонические составляющие. На фиг. 2 представлены кривые фазовых эдс трехфазной системы в

Т. Э. т. IV.

зависимости от времени, в предположении, что в них имеется 3-я гармонич. составляющая. Из диаграммы видно, что, в то время как сумма ординат основных синусоид первого порядка $e_1' + e_2' + e_3' = 0$, сумма ординат 3-й гармоники равна тройному значению одной ординаты. Последнее соотношение относится ко всем гармоническ. составляющим порядка, кратного трех. Как было указано, большие внешние В. т. могут получиться между генераторами при одинаковом эффективном значении их эдс, если последние имеют высшие гармонические составляющие.

Лит.: Круг К. А., Основы электротехники, М., 1926; Шенфер К. И., Динамомашину постоянного тока, ч. I, М.—Л., 1927; Arnold—La Cour, Gleichstrommaschine, B. 1, Berlin, 1923, B. 2, Berlin, 1927; Arnold E., Wechselstromtechnik, B. 1, 4, Berlin, 1923.

Е. Нитусов.

ВЫРОСТНЫЕ ПРУДЫ, особая категория

прудов в прудовом рыбоводном хозяйстве, распадающаяся, в свою очередь, на В. п. I и II порядка. Первые служат для выращивания однолетней рыбы (сеголетков), вторые — двухлетней рыбы (двухлетков). При устройстве карповых В. п. необходимо, чтобы верхний, растительный слой почвы не удалялся, так как последний в значительной степени обуславливает продуктивность В. п. Форелевые В. п. могут быть и копаные. Глубина В. п. I порядка равна в среднем 50—70 см, глубина В. п. II порядка 1—1,25 м. Устройство выростных прудов I и II порядка в общем одинаковое и сводится к следующему. Земляные плотины В. п. имеют высоту на 0,4—0,5 м выше уровня воды; ширина гребня плотин равна высоте или $\frac{2}{3}$ высоты их; смоченные откосы делают двойными, наружные — полуторными; те и другие обшивают дерном. В наиболее глубоком месте пруда устанавливают водоспуск («монах»), состоящий из двух труб (обыкновенно деревянных): лежача — горизонтальной трубы, проходящей под основанием плотины, и стояка — вертикальной трубы, прикрепленной под прямым углом к концу лежача со стороны пруда. Передняя, обращенная к пруду стенка стояка заменена рядом щитков, вынимаемая к-рые можно, по желанию, регулировать уровень пруда или совсем спускать его. Перед «монахом» устраивают т. н. рыбную яму, или лежбище, куда при спуске пруда собирается рыба. Размеры лежбища зависят от величины пруда, а следовательно, от количества выращиваемой в нем рыбы. В небольших В. п. лежбище имеет глубину в 0,7—1,0 м, при площади в 4—10 м²; в него впадают сборные канавы, пересекающие в различных направлениях ложе В. п. и служащие для наиболее совершенного его осушения; эти канавы также способствуют рыбе собираться в лежбище при спуске пруда. Общая площадь В. п. I порядка составляет обычно около 13% всей площади прудового хозяйства (см.), общая площадь В. п. II порядка — от 23 до 25% ее, отдельные же В. п. имеют самые разнообразные размеры в зависимости от рельефа местности и хозяйственных расчетов. Во всяком случае предпочтительнее иметь в прудовом хозяйстве несколько небольших В. п. обоих порядков, чем один большой.

Лит.: см. Прудовое хозяйство. А. Еленский.

ВЫСАДОЧНЫЕ РАБОТЫ, см. *Ковально-осадочные работы.*

ВЫСАЛИВАНИЕ, операция, часто применяемая в лабораторной практике и заключающаяся в том, что к неэлектролиту, отчасти или даже хорошо растворимому в воде, прибавляют какую-либо соль, вследствие чего растворимость неэлектролита в воде сильно понижается и последний выделяется из раствора. Понижение растворимости в большинстве случаев пропорционально концентрации прибавленной соли. В некоторых случаях было показано, что разбавленные растворы, взятые в эквивалентных количествах, понижают растворимость больше, чем концентрированные, так как при разбавлении соли увеличивается степень диссоциации этой соли, а это ведет к увеличению концентрации ионов раствора. Большое значение для В. имеет состав взятого электролита; так, например, сульфаты обладают лучшим высаливающим действием, чем нитраты. Способность разных солей высаливать неэлектролиты совершенно не зависит от состава последнего, но зависит от обоих ионов, образующих данную соль. На основании этого все анионы и катионы можно расположить в ряд по их высаливающим действиям:

Для анионов $\text{SO}_4 > \text{CO}_3 > \text{Cl} > \text{Br} > \text{J}$,
 » катионов $\text{Na} > \text{K} > \text{Li} > \text{Cs} > \text{NH}_4$.

Что касается теории этого явления, то, как показали исследования в этой области, уменьшение растворимости неэлектролитов при прибавлении солей происходит вследствие изменения диэлектрической постоянной среды, в которой находятся неэлектролиты. Другая, более старая теория основывается на том, что уменьшение растворимости неэлектролитов в воде происходит благодаря тому, что соли обладают способностью образовывать кристаллогидраты. В качестве примеров В. можно указать на выделение спирта из его водного раствора при прибавлении карбоната калия; также, если имеется вещество, отчасти растворимое в воде, к-рое надо экстрагировать эфиром, то для облегчения процесса понижают растворимость данного вещества в воде путем прибавления солей.

Рассматриваемое здесь явление В. не имеет ничего общего с часто применяемым термином В. коллоидов. В. неэлектролитов отличается от высаливания коллоидов тем, что этот процесс для неэлектролитов—обратимый. Ряд катионов и анионов при выделении коллоидов из раствора тоже совершенно иной; высаливание коллоидов—не что иное, как *коагуляция* (см.).

Лит.: Nernst W., Theoretische Chemie vom Standpunkte d. Avogadro'schen Regel und d. Thermodynamik, Stuttgart, 1926; Rothmund V., Löslichkeit und Löslichkeitbeeinflussung. Handbuch d. angewandten physikal. Chemie in Einzeldarstellungen, hrsg. v. G. Bredig, B. 7, Lpz., 1907. **Р. Бурштейн.**

ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ, электрическое напряжение, превышающее 250 В между полюсами или между одним из полюсов и землей. Это подразделение произвольно и заставляет думать, что низкое напряжение, менее 250 В, неопасно для человека. Это заблуждение ежегодно стоит жизни нескольким сотням людей, так как даже на-

пряжение прямого (постоянного) тока в 110 В м. б. смертельным для человека, если обстоятельства благоприятствуют прохождению тока достаточной силы ($> 0,1 \text{ A}$) через тело человека. Следует избегать касаться двумя руками одновременно точек, находящихся под напряжением друг относительно друга. При наличии заземления опасным м. б. и однополюсное прикосновение. Однако технич. и экономич. преимущества В. н. столь велики, что в настоящее время, несмотря на опасность, пользуются чрезвычайно В. н. При этом существует ряд особых правил безопасности, к-рые следует соблюдать при устройстве и эксплуатации установок В. н. Так как электрич. мощность равна произведению из электрич. напряжения на силу тока, то увеличение напряжения электропередачи дает возможность при данной мощности уменьшать силу тока, проходящего по проводам. Это обстоятельство сделало возможной передачу громадных мощностей порядка 100 000 kW на расстояние в 200 км и больше. При низком напряжении такие электропередачи были бы невыполнимы, т. к. большая часть передаваемой мощности тратилась бы на нагревание проводов.

В настоящее время работают электропередачи с напряжением в 220 kV (в СССР до 115 kV), и серьезно обсуждаются проекты передачи с вдвое большим напряжением. В. н. применяется также для того, чтобы сообщить свободным ионам или электронам достаточный разбег, например, в рентгеновских установках, где применяют прямой ток (постоянный или выпрямленный) с напряжением в 100 kV и больше. Для очистки газов электрическим путем тоже применяют В. н., в настоящее время порядка 50 kV. Это напряжение устанавливается между электродами на сравнительно близком расстоянии. Возникает сильное электрическое поле, улавливающее твердые частицы из проходящих газов. Развитие применения В. н. привело к созданию особой отрасли электротехники—техники В. н. Для экспериментального изучения явлений, связанных с применением высокого напряжения, пришлось создавать на заводах и в исследовательских институтах лаборатории, пользующиеся напряжением до $1 \times 10^6 \text{ V}$.

Лит.: Смуров А. А., Электротехника высокого напряжения и передача электрической энергии, М.—Л., 1925; Petersen W., Hochspannungstechnik, Stuttgart, 1914; Roth A., Hochspannungstechnik, B., 1927. **Я. Шильрейн.**

ВЫСОКОГО ЧАСТОТЫ МАШИНА, генератор, в к-ром непосредственно получается переменный ток высокой частоты, при чем эдс индуцируется вследствие изменения магнитного потока в обмотке; это изменение вызывается вращением одной из частей машины (ротора), имеющей форму барабана или диска. В некоторых типах эдс получается изменением самоиндукции обмотки или же изменением емкости, включенной в контур. В. ч. м. применяется для питания антенн радиостанций большой мощности, а в последнее время также и для индуктивных печей высокой частоты, без железа.

Исторический очерк развития В. ч. м. Первым нашел практическое применение В. ч. м. Тесла, построив в 1889 г.

машину с частотой в 5 000 пер/ск., с 1600 об/м., мощностью около 1 kW. Тип машины был с переменными полюсами и с ротором, имеющим обмотку якоря, сердечник которого состоял из железных проволок. Следующие машины Тесла были с дисковым якорем, без железа и давали 2 500 об/м. при 15 000 пер/ск. В 1892 году Парсонс построил машину, дававшую 12 000 об/м. при 14 000 пер/ск. и 500 VA. В этой машине впервые было применено железо толщиной 0,254 мм. С 1893 по 1900 г. Тюри построил ряд машин с одноименными полюсами, при 10 000 пер/ск., мощностью около 3—4 kW. В 1907 г., когда выяснились преимущества незатухающих колебаний для радиопередачи, пробудился особый интерес к В. ч. м. как к единственному тогда способу получения таких колебаний. В 1907 году предложение Р. Гольдшмита заменить каскадное включение нескольких машин, данное Латуром, использованием одной и той же машины для последовательного увеличения частоты до нужных пределов позволило применить В. ч. м. для радиопередачи. В 1908 году Александерсон в Америке, на основании многолетних опытов проф. Фессендена, построил В. ч. м. на 100 000 пер/ск., пригодную по частоте для практич. применения. Позже тем же автором была построена машина на 200 000 пер/ск., к-рая, при удвоении частоты ртутным выпрямителем, могла давать частоту в 400 000 пер/ск. Эта машина дала возможность радиопередачи незатухающими колебаниями на расстоянии 340 км. В 1912 году Гольдшмит построил машину в 100 kW при 50 000 пер/ск. и 4 000 об/м. Этого типа машины были поставлены для трансатлант. связи в Германии—на станции Эйльвезе, близ Ганновера, и в Америке—на станции Теккертон. В 1912 г. герм. об-вом Телефункен была разработана система В. ч. м., отличающаяся тем, что самая машина имела сравнительно небольшую частоту, ок. 8 000 пер/ск., и увеличение частоты происходило в трансформаторе частоты системы Эпштейна-Жоли. В России в это время В. П. Вологдиным была построена для морского ведомства машина мощностью в 2 kW, при 60 000 пер/ск. С этого времени как Александерсоном, так и об-вом Телефункен строится ряд машин уже для эксплуатации: Александерсоном— мощностью ок. 200 kW и об-вом Телефункен— 150 kW и 400 kW. В 1915 году оканчивается разработкой серия В. ч. м. Бетено-Латура, изготовляемых на з-де Альвасен в Бельфоре, мощностью в 25, 150, 250 и 500 kW. В Германии фирма Лоренц строит несколько машин системы Шмита мощностью в 50 kW. В России в это время Вологдиным строятся опытные машины: в 1914 году—в 6 kW, с 20 000 пер/ск., затем—в 3kW, с 20 000 пер/ск., и, наконец, в 1915 г. начинается и в 1920 г. заканчивается постройка машины в 50 kW, с 20 000 пер/ск., дающей после умножения 40 000 пер/ск., и установленной в Москве на Октябрьской радиостанции. В 1923 году заканчивается сооружение установленной там же В. ч. м. в 150 kW, с 15 000 пер/ск., дающей после умножения 30 000 и 45 000 пер/ск. В 1927 году в Гер-

мании начата постройка машины обществом Телефункен в 800 kVA, к-рая будет установлена в Японии. Это будет самая мощная в мире машина.

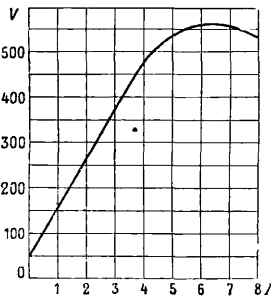
К л а с с и ф и к а ц и я В. ч. м. Эти машины могут быть разбиты на следующие группы: 1) обычн. типа с переменными полюсами, но с увеличенной скоростью; 2) коллекторные; 3) с переменным магнитным сопротивлением; 4) с переменной емкостью; 5) работающие выделенной гармоникой; 6) каскадные: а) каскад из нескольких машин, б) каскад осуществлен в одной и той же машине; 7) индукторные машины с полюсами одного наименования: а) дающие непосредственно нужную частоту, б) дающие более низкую частоту, увеличиваемую статическ. множителями вне машины. По конструкции ротора В. ч. м. могут быть разделены на дисковые и на барабанные.

Практическое значение имеют в настоящее время лишь индукторные машины, а из других машин продолжают сейчас работать машины каскадного типа системы Р. Гольдшмита.

Из основных соотношений для индукторных машин можно видеть те затруднения, которые представляются при конструкции В. ч. м. Если p —число одноименных полюсов, то $f = \frac{pn}{60}$ и $\tau = \frac{u}{2f}$, где n —число об/м., f —частота, τ —полюсный шаг и u —окружная скорость. Отсюда, при $u = 150$ м/сек и $f = 30 000$, получаем для шага $\tau = 2,5$ мм. При таком шаге изоляция на достаточные напряжения представляет большое затруднение, из которого, при большой частоте, можно выйти лишь пропуском части стержней, за счет чего можно увеличить изоляцию (Александерсон, Бетено, Вологдин). Другим выходом является умножение частоты вне машины и постройка самой машины на более низкую частоту (Телефункен, Шмит, Вологдин). Отношение $\frac{\delta}{\tau}$, где δ —величина межжелезного пространства, дает также неблагоприятные соотношения; например, при $\delta = 0,5$ мм и $\tau = 2,5$ мм, $\frac{\delta}{\tau} = \frac{1}{5}$ (для нормальной машины—ок. $\frac{1}{50}$). Эти со-

отношения особенно неблагоприятны в связи с видом характеристики холостого хода машины с одноименными полюсами, к-рая представлена на фиг. 1, при чем характеристика тем скорее загибается, чем больше соотношение $\frac{\delta}{\tau}$.

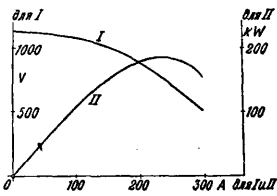
Потери в железе В. ч. м. также создают значительные затруднения, т. к. они увеличиваются приблизительно с квадратом частоты; при индукции B , равной 1 500, и частоте в 30 000 пер/ск., железо толщиной в 0,07 мм дает на 1 кг 160 W. Общая отдача



Фиг. 1.

машины, несмотря на столь высокие потери на единицу веса активн. железа, может быть сделана достаточно высокой, достигая иногда 80—90 %, т. к. (что видно из основного соотношения для эдс: $\Phi_a = 2\sigma \frac{E \cdot 10^8}{4kf\omega}$, где Φ_a — поток, σ — коэфф-т рассеивания, ω — число витков, k — коэфф-т формы, f — частота) поток на полюсах будет мал, а следовательно, количество активного железа будет весьма мало. Потери на единицу веса будут весьма велики, и отвод тепла, обусловленного потерями, представляет большие затруднения, почему и д. б. применено охлаждение железа водой или маслом.

При расчете В. ч. м. главное внимание должно быть обращено на реакцию самоиндукции. Другие реакции практически не играют большой роли в машинах индукторного типа, достаточно использованных. Машина всегда д. б. рассчитана на работу, близкую к резонансу. На



Фиг. 2.

фиг. 2 даны кривые как внешней характеристики (I) при $\cos \varphi = 1$, так и мощности для машин (II) в 150 kW, 15 000 пер/ск., 3 000 об/м. при $\cos \varphi = 1$. Ниже описываются основные системы

машин высокой частоты, имеющие в настоящее время эксплуатационное значение.

Система В. ч. м. Телефункен. Эти машины относятся к типу индукторных с одноименными полюсами. Машины дают непосредственно сравнительно малую частоту, увеличиваемую трансформаторами частоты, работающими с подмагничиванием постоянным током или без подмагничивания. Первоначально применялось каскадное включение трансформаторов частоты в трех ступенях, с умножением в каждой ступени на два, так что общее умножение составляло $2 \times 2 \times 2 = 8$. Рабочая частота получалась при этом: $8\ 000 \times 8 = 64\ 000$ пер/ск. В последнее время В. ч. м. работают с умножителями, дающими умножение сразу на 4 или 8. Одна и та же машина применяется Табл. 1.—Типы машин системы Телефункен.

Тип	Мощн. при продолжит. нагруз. в kVA	Напряж. в V	Сила тока в A	Число об/м.	Частота в пер/ск.
03000/18	18	500	36	3 000	10 000
03000/30	30	700	43	4 000	10 000
03000/60	60	500	120	3 000	10 000
01500/100	100	1 000	100	1 500	8 000
01500/150	150	1 200	125	1 500	7 500
01500/250	250	1 400	180	1 500	7 500
01500/400	400	1 600	250	1 500	6 000
01500/660	660	1 250	530	1 500	10 000

для питания нескольких передатчиков, для чего обмотка статора машины разбита на отдельные секции, питающие разные умножители. Статор штампован из железа толщиной 0,35 мм, при чем обмотка статора изолирована от железа миканитом. Окружная

скорость невелика (максимум 130 м/сек). Ротор состоит из колеса с 2 венцами из мартеновской стали. Машины до 60 kW имеют воздушное охлаждение; большие машины имеют охлаждение статора водой. В табл. 1 приведены типы машин сист. Телефункен.

Мощность, указанная в табл. 1, при нажатом ключе и непродолжительной нагрузке может быть увеличена на 40—50%. Основные данные машины 01500/400, а также данные испытания таковы:

Статор:	
Число канавок статора	480
Число проводов в канавке	1
Шаг канавки статора	10,8 мм
Катушка возбужд.—между статорами	
Напряжение возбуждения	202 V
Ротор:	
Диаметр рачости ротора	1,65 м
Число зубцов	240
Зазор	1,5 мм
Окружная скорость	130 м/сек
Маховой момент	16 000 кг/м ²

Испытание обмоток статора на пробивание—2 000 V, перегрев: обмоток статора 80°, железа статора 80°, обмоток возбуждения 60°, подшипников 45°. В схемах В. ч. м. сист. Телефункен с трансформатором частоты непосредственно после машины включается трансформатор напряжения с железом (первоначально применялся без железа). Конденсаторы контуров—из слюды, типа Дубелира. Трансформатор связи с антенной и антенные и контурные самоиндукции—из провода, состоящего из тонких проволок толщиной около 0,1 мм, покрытых эмалью. Каркас самоиндукции антенны деревянный, установленный на фарфоровых изоляторах. Основные данные машинных передатчиков можно видеть из табл. 2, 3 и 4, относящихся к станции Науен.

Потери и кпд распределяются в машинных передатчиках системы Телефункен следующим образом:

Расход энергии в двигателе в kW	530
Кпд мотор-генер. высокой частоты	86%
Кпд трансформатора (напряжение)	95%
Кпд трансформатора (частоты 1 : 2)	94%
Кпд трансформатора (частоты 2 : 4)	93%
Ток антенны в А	375
Общий кпд от первого двиг. к антенне	71,8%

Последние установкн системы Телефункен имеют еще более высокий кпд, доходящий до 80%. Манипуляция в машинах Телефункен производится путем дросселя насыщения производств Осноса) или путем изменения тока намагничивания трансформаторов частоты. В последнее время делаются опыты применения расстройки одного из контуров помощью замыкания части самоиндукции ртутными реле. Машины сист. Телефункен установлены на радиостанциях: а) Прадо дель Рей (Мадрид)—машина в 150 kVA, с 7 500 пер/ск. и 1 500 об/м.; трансформатор частоты—для удвоения, утсроения и учетверения частоты; б) Малабар (остров Ява)—машина в 400 kVA, с 5 000 пер/ск. и 1 500 об/м.; трансформатор-учетверитель; в) Монте Гранде (Буенос-Айрес)—2 машины в 400 kVA, с 6 000 пер/ск. и 1 500 об/м.; рабочие волны—8 500 и 12 650 м; г) в Японии строится передатчик с машиной в 800 kVA (650 kW антенных).

Система В. ч. м. Лоренц-Шмита. По своей системе эти машины мало отли-

Табл. 2.—Машины высокой частоты.

Обозначение машин	Число машин	Тип	Мощность в кВт	Число об/м.	Частота	Напряж. в В	Сила тока в А
М I и II	2	01500/400	400	1 500	6 000	400	1 000
М III	1	01500/150	150	1 500	8 000	300	500
М IV	1	01500/150	150	1 500	7 500	300	500

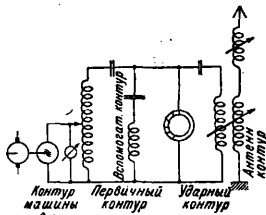
Табл. 3.—Двигатели к машинам высокой частоты трехфазного тока с контактными кольцами.

Обозначение машин. агрегатов	Тип	Мощность в кВт	Напряж. в В	Сила тока в А	Частота	Cos φ	Напряж. на кольцах в В
М I и II	1500/1000	550	1 000	360	50	0,92	750
М III и IV	1500/425	280	1 000	189	50	0,91	700

Табл. 4.—Данные передатчиков, работающих от машин высокой частоты.

Обозначение передатчиков	Двигатели, приключ. к В. ч. м.	Скольжение мотора в %	Число умножителей	Ступени умножения	Длина волны в м	Емкость антенны в см
S I	M I	8	1	1 к 3	18 600	48 000
S II	M II	4	2	1 к 2 и 2 к 4	13 000	26 000
S III	M III	4	3	1 к 2, 2 к 4 и 4 к 8	4 900	3 500
S IV	M III	4	2	1 к 2 и 2 к 6	6 500	7 000
S V	M III	4	1	1 к 7	5 600	3 500

чатются от машины системы Телефункен; частота, даваемая машиной непосредственно, также взята ок. 8 000 пер/ск. Отличие системы заключается в том, что обычно машины Шмита работают с трансформатором, дающим сразу весьма большое умножение частоты, например в 20 раз, почему они могут быть применимы для получения коротких волн. Данные машины мощностью в 100 kW: статор имеет 360 круглых канавок диам. 3,5 мм; в канавке один провод



Фиг. 3.

Фиг. 4. — Схематическое изображение системы Лоренца-Шмита. Включены: контур машины (600В), первичный контур (700А), ударный контур (60А), трансформатор мотора умножителя (60А), вторичный контур (35А), промежуточный контур (30А), и антенный контур (300В). Частоты: f₁ = 7300 пер., f₂ = 11 f₁ = 80300 пер., f₃ = 9 f₂ = 99 f₁ = 722700 пер.

Фиг. 4.

диам. около 2,5 мм; ширина железа статора 2 × 150 мм; ротор, из литой стали, имеет

180 зубцов; диаметр ротора 620 мм, ширина 384 мм; зазор 0,5 мм; нормальное число оборотов около 2 600 в минуту. Машины приводятся во вращение двигателем постоянного тока. Схема включения машины Шмита показана на фиг. 3. Здесь самоиндукция служит для разгрузки машины от реактивного тока. Для получения более коротких волн применяется каскад двух трансформаторов частоты, согласно фиг. 4. При этом первая ступень дает умножение на 11 и вторая на 9, почему при первичной частоте в 7 300 пер/ск. получается частота в 722 700 пер/ск., что соответствует λ = 415 м. Контур между вторичными контурами и антенной служит для защиты ее от гармоник. Хотя телефония здесь и может быть осуществлена при сравнительно коротких волнах, например при 360 м, однако, вследствие возникновения добавочных тонов, нарушающих художественную передачу, эта система вытесняется для радиовещания ламповыми передатчиками. Изменение волны производится выбором другого коэфф-та трансформации частоты, а также изменением числа оборотов машины. Кад в значительной мере зависит от длины волны, как видно из данных табл. 5 для 2-kW судового передатчика системы Лоренца, снабженного промежуточным контуром. Машина непосредственно дает 7 500 пер/ск. при 2 600 об/м.

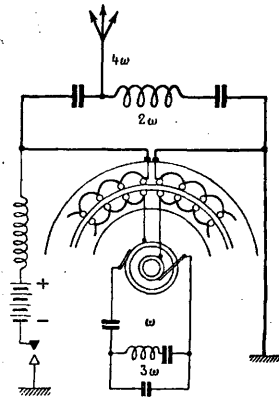
Табл. 5.—Данные для 2-kW судового передатчика системы Лоренца.

Длина волны в м	Напряжение двигателя в В	Сила тока двигателя в А	Первич. мощность в кВт	Сопротивление антенны в Ω	Сила тока антенны в А	Мощность антенны в кВт	Кдц в %
800	220	80	17,6	6,5	22,0	3,15	17,9
900	220	80	17,6	6,0	24,5	3,61	20,5
1 015	220	80	17,6	5,8	26,0	3,92	22,2
1 210	220	80	17,6	5,4	28,0	4,24	24,1
1 390	220	78	17,18	5,0	29,0	4,21	24,5
1 620	220	80	17,6	4,8	31,0	4,62	26,2
1 790	220	80	17,6	4,4	33,0	4,80	27,2
2 000	220	78	17,18	4,5	32,5	4,76	27,7
2 900	220	78	17,18	5,5	30,5	5,12	29,8
4 200	220	73	16,07	5,9	29,0	4,96	30,9

Машины сист. Лоренц-Шмита установлены на радиостанции Кенигсвустергаузен, мощностью 50 kW, для телефонной передачи. Имеются также установки в 15 kW близ Берлина. Для судовых и специальных целей Лоренцом изготовлен ряд машин малых мощностей для Голландии и Японии. Умножение частоты в машинах Лоренца основано на применении сильно насыщенных трансформаторов, настроенных т. о., чтобы

явление, вызванное насыщением при резонансе (Kirrgesonanz), вызывало сильное искажение кривой напряжения (удар). Здесь имеется не выделение гармоник, а картина, сходная с ударным возбуждением при искре, почему частота в антенне в некоторых пределах не зависит от изменения скорости машины, что очень важно. Для улучшения отдачи применяется добавочный контур, настроенный на промежуточную частоту (см. Трансформатор высокой частоты).

Система В. ч. м. Гольдшмита. Эта машина представляет каскадную машину, у которой все каскады осуществлены в одной системе. Гольдшмит применил принцип, указанный в 1893 году М. Бушера, согласно которому в каждом альтернаторе, в роторе (якоре), имеются налицо эдс и токи,



Фиг. 5.

которые могут быть представлены в виде нечетных членов бесконечного ряда Фурье, тогда как в статоре (индукторе) имеются четные члены того же ряда. Гольдшмит приключил к якору колебательные контуры, настроенные на основную частоту машины ω , а также на частоту 3ω , а к индуктору, расположенному в статоре, приключил контур, настроенный на частоту 2ω и антенный контур, настроенный на частоту 4ω (фиг. 5). В этом случае в контуре с частотой ω будет индуктирована эдс частоты ω ; последняя даст в нем весьма значительный ток, который оказывает на статор реакцию, вызывающую эдс с частотой $\omega + \omega = 2\omega$; эта эдс даст в контуре 2ω ток той же частоты, который вызовет реакцию на ротор с частотой 3ω . Ток этой частоты, возникший в настроенном на нее контуре, окажет реакцию на статор, и в антенном контуре получится эдс с частотой 4ω и ток той же частоты. Значительная величина реакции обуславливается тем, что машина построена с малым зазором, как это имеет место и в асинхронных машинах. Умножение частоты здесь происходит в арифметическ. прогрессии, почему большое число ступеней и невыгодно; в качестве исходной частоты Гольдшмит взял $\frac{\omega}{2\pi} = 10\,000$ пер/сек. и после четвертого умножения получил $\frac{4\omega}{2\pi} = 40\,000$ пер/сек. Отдача машины Гольдшмита низка и равна $\eta_2 = \eta^4$, где η —отдача каждого каскада; при $\eta = 80\%$ получим, при четырех каскадах, $\eta_2 = 40\%$. Машина Гольдшмита, устано-

вленная в Эйльвезе, имеет обмотку с 384 полюсами при $n=3\,100$ об/м., основной частоте в 10 000 пер/сек. и мощности 150 kW.

Система В. ч. м. Бетено. Машина Бетено (Франц. генеральной компании) также индукторного типа, с полюсами одного наименования. Особенностью машины является то, что число канавок статора в $\frac{3}{2}$ раза меньше, чем у обычных машин. Эту систему машин можно рассматривать как три машины на втрое меньшую частоту, сложенные вместе, при чем зубцы ротора сдвинуты у каждой из машин относительно другой на $\frac{2}{3}\pi$. Кроме того, каждая из машин работает не основной гармоникой, а третьей. В этом случае третьи гармоники каждой машины сложатся, а первые гармоники дадут в сумме нуль, как три синусоиды, сдвинутые на угол $\frac{2}{3}\pi$. Канавки статора и ротора—открытые. В зубцах ротора в этом случае поток будет пульсировать, почему венец ротора и д. б. собран из тонкого листового эмалированного железа, толщиной ок. 0,06 мм. Конструкция дает возможность дать проводникам якоря достаточно хорошую изоляцию. Провода состоят из тонких эмалированных проволок. Пульсирующий поток в зубцах ротора вызывает значительные потери, почему необходимо особенно интенсивное охлаждение ротора, что достигается циркуляцией масла по каналам, высверленным в роторе. Статор при этом охлаждается маслом, циркулирующим по медным трубам, уложенным в железе. Открытые зубцы в роторе обуславливают работу больших машин в вакууме, т. к. иначе потери на вентиляцию сильно уменьшают отдачу машины, в виду значительной окружающей скорости, равной 150 м/сек. Обмотка статора разбита на отдельные цепи, из которых каждая индуктивно связана с вторичной обмоткой воздушного трансформатора. В качестве двигателя всегда применяется быстроходный двигатель постоянного тока. В табл. 6 приведены главные данные машины указанной системы.

Табл. 6.—Данные машин высокой частоты сист. Бетено.

Мощность генератора в kW	25	50	250	500
Напряж. холост. хода в V	180	350	350	500
Сила тока нормального в А	160	640	800	1 080
» коротк. замык. в А	70	—	640	—
Норм. длина волны в км	9,25	10	14,7	20
Кпд генератора в %	66	60	70	82
Радиотелегр. отдача в %	70	65	85	95
Мощность двигателя в HP	89	120	—	450 x 2
Пределы измен. числа об/м.	4 940—6 180	4 000—4 500	2 800—3 150	2 330—2 630
Кпд двигателя при полной нагрузке в %	80	86	90	83
Кпд агрегата в %	52,6	51,4	63	68
Норм. частота в пер/сек.	32 400	30 000	18 000	15 000

Потери в генераторе мощностью в 250 kW распределяются следующим образом:

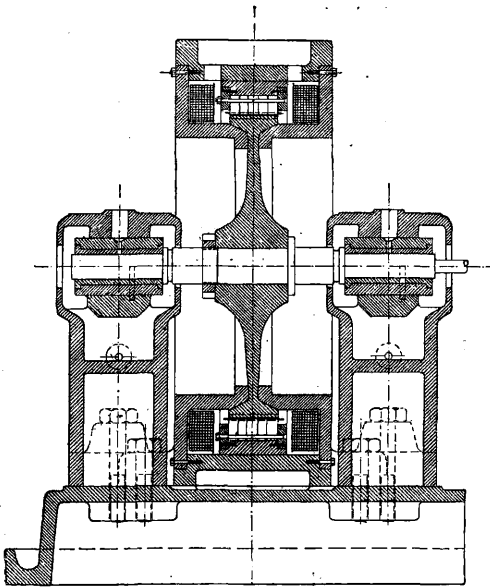
Механические потери	35,5 kW
В железе	13,8 »
В меди	20,9 »
На возбуждение	0,3 »
На вакуумный насос	3,0 »
На масляный насос	6,0 »

Всего 79,5 kW

Двигатель В. ч. м. обычно питается от специальной группы, состоящей из трехфазного асинхронного двигателя, вращающего

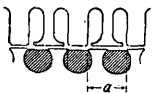
генератор постоянного тока. В. ч. м. системы Бетено могут включаться параллельно, однако на практике это применяется редко. Машины этой системы являются самыми распространенными; они установлены на станциях: в Сент-Ассизе, Лионе, Сайгоне, Кольтано, Брацавиле, Тананариве, Бамако, Бухаресте и др.

Система В. ч. м. Вологодина. Машина этой системы также индукторного типа, с полюсами одного наименования. Особенности системы заключаются в сравнительно высокой частоте, получаемой непосредственно от машины (15 000—20 000),



Фиг. 6.

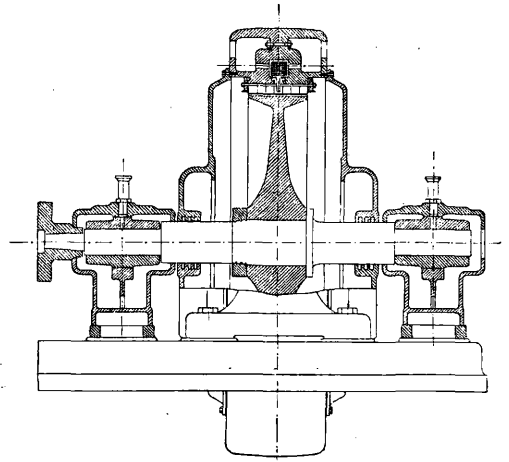
и в применении умножителей всего лишь с коэфф-том 2 или 3. На фиг. 6 показана машина в 3 kW с 20 000 пер/сек. Ротор машины массивный, в виде тела равного сопротивления. Промежутки между зубцами заполнены алюминием, чем уменьшена потеря на вентиляцию. Статор имеет полузакрытые канавки, число к-рых равно $\frac{2}{3} \times 2p$, где p —число одноименных полюсов. В этой машине полюсы имеют лишь одно наименование, например N , тогда как другая полярность заменена одним кольцевым полюсом и в работе активно не участвует. Форма канавки в машинах этой системы изображена на фиг. 7 и имеет ту особенность, что в зубцах статора с кривым очертанием поток почти не пульсирует, т. к. шаг этих зубцов по зазору равен $2a$, почему потери в зубцах



Фиг. 7.

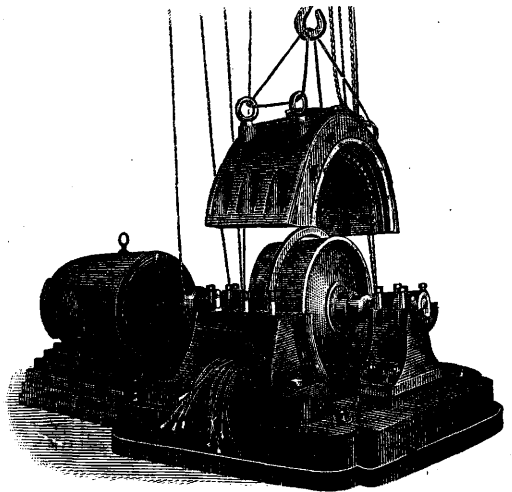
весьма малы и сосредоточены почти исключительно в прямых зубцах. Такая система дает значительное увеличение коэффициента полезного действия машины. Две намагничивающих катушки дают магнитодвижущие силы, направленные навстречу одна другой, почему и нет продольного намагничивания вала, как в других индукторных

машинах. Машина в 50 kW имеет несколько другую конструкцию, показанную на фиг. 8. Здесь также хорошо использован ротор. Эта машина, как и машина в 3 kW, работает с зубчатой передачей. Охлаждение статора производится водой, циркулирующей по



Фиг. 8.

медным трубкам, уложенным в железе статора. Активное железо, толщиной в 0,06 мм, собрано в отдельные купоны. В качестве изоляции применен лак цапон. Машина в 50 kW установлена на Октябрьской радиостанции и работает с трансформатором частоты 1:2, давая волну ок. 7 500 м. На той же станции установлена машина в 150 kW с 15 000 пер/сек. Общий вид этой машины показан на фиг. 9. Машина предназначена для работы помощью трансформаторов-умножителей с коэфф-том трансформации 1:2



Фиг. 9.

и 1:3. В качестве двигателя в машинах мощностью в 50 kW и 150 kW применены двигатели трехфазного тока; в машине мощностью в 150 kW двигатель имеет непосредственное соединение. Манипуляция при работе машины достигается путем расстройки

первичного контура умножителя. Основные данные машины высокой частоты системы Вологодина приведены в табл. 7.

Табл. 7.—Данные машин высокой частоты системы Вологодина.

Мощность машины в kW	3	50	150
Число об/м.	10 000/1 000	4 000/1 000	3 000
Частота (пер/сек.)	20 000	20 000	15 000
Диаметр ротора в мм	300	900	1 000
Ширина активн. железа в мм	50	75 × 2 = 150	185 × 2 = 370
Число полюсов ротора	120	300	300
Окружн. скорость ротора в м/сек	157	188	157
Междужел. пространство в мм	0,5	0,8	1
Мощность двигателя в kW	8	90	2 × 185
Класс машины выс. част. в %	53	—	70

Система В. ч. м. Александерсона. Эти машины отличаются от других индукторных машин тем, что ротор их имеет форму диска равного сопротивления, при чем боковые стороны диска являются активной его частью; для этого венец диска снабжен большим числом зубцов, промежутки между к-рыми заполнены немагнитным материалом. Принятая форма ротора позволяет довести окружную скорость до 300 м в минуту и выше, почему эти машины и могут давать непосредственно нужную частоту. Якорь, лежащий с боков диска, состоит из двух половин, из которых каждая собрана из тонкого железа, толщиной в 0,037 мм, в виде ленты, намотанной концентрично с ротором. Канавки лежат радиально. Обмотка якоря разделена на 64 отдельные секции, которые все вместе составляют первичные обмотки трансформатора напряжения. Такое устройство позволяет понизить напряжение якоря до 100 В на секцию, при токе в секции 30 А. Статор охлаждается водой, проходящей по медным трубкам, уложенным в железе. Особенностью машины является также устройство упорных подшипников, имеющих автоматич. приспособление, позволяющее ротору все время оставаться в таком положении, при к-ром каждый из боковых зазоров имеет одинаковую величину; благодаря этому ротор не будет оказывать чрезмерного осевого давления на подшипники, к-рое, при зазоре, равном 1 мм, и значительной окружной скорости, могло бы повлечь за собой касание между статором и ротором. Нормальные типы машин Александерсона, строящиеся американской фирмой Radio-Corportation, имеют мощности: 2 kW при 100 000 пер/сек., 50 kW при 50 000 пер/сек. и 200 kW при 25 000 пер/сек. Наибольшее практич. значение имеет машина в 200 kW. Установленная в Нью Брунsvике машина этого типа дает волну в 13 600 м. Машина приводится во вращение двухфазным двигателем мощностью в 600 HP, с напряжением 2 300 В и частотой 60 пер/сек.; зубчатая передача (1 : 2,97) сообщает ротору 2 170 об/м. Подшипники машины имеют смазку под давлением и сигнализацию приспособления, указывающие на недостаточное

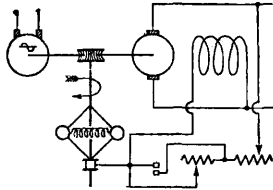
	Двига- тель	Вспомог. устр.	Итого
Ключ поднят	170 kW	40 kW	210 kW
Ключ опущен	420 »	40 »	460 »
Телеграфная нагрузка при 25 словах в м.	290 *	40 *	330 *

Указанные данные относятся к работе на антенну при $C=52\ 200$ см и $I=780$ А.

Двигатели для В. ч. м. В качестве двигателя для вращения В. ч. м. применяются двигатели как переменного, так и постоянного тока. При переменном токе пригоден исключительно асинхронный двигатель, т. к. он дает возможность в пределах 7—10% менять число оборотов, делая этим скорость независимой от частоты питающего тока. Синхронный двигатель по этой причине неприменим, тем более, что качения его при переменной нагрузке также мешают работе. При постоянном токе применяется двигатель с шунтовым и с независимым возбуждением. Преимущества асинхронного индукционного двигателя: а) простота и надежность; б) более высокая отдача всей системы, т. к. отпадает, в случае питания от общей сети, специальный агрегат (экономия в энергии=15—20%); в) более дешевое устройство. Недостатки: а) необходимость наличия устойчивой частоты питающей сети (0,5—1%); б) невозможность изменения длины волны путем изменения числа оборотов в более широких пределах, чем 8—10%; в) большие трудности, связанные с конструкцией регулирующего устройства, и сравнительная сложность его; г) необходимость строить машину лишь на 1 000—1 500 или 3 000 об/м., при 50 пер/сек., если не применялась зубчатая передача. Преимущества применения двигателя постоянного тока: а) регулировка числа оборотов и изменение волны в весьма широких пределах; б) простота регулирующих устройств; в) большая независимость от изменений частоты сети, питающей преобразователь (допускает колебание частоты сети до 12%); г) возможность получения весьма высокого постоянства длины волны (свыше 0,01%). Недостатки двигателя постоянного тока: а) меньшая надежность, в виду наличия коллектора; б) меньшая отдача устройства; в) большая стоимость устройства. Несмотря на ряд преимуществ двигателя переменного тока, в последнее время замечается переход на двигатель постоянного тока, даже в системах, которые ранее работали на переменном токе (Телефункен). В настоящее время на переменном токе работают: Александерсон, об-во Телефункен, Вологдин. На постоянном токе работают: Франц. генеральная компания, Лоренц-Шмит и новые установки об-ва Телефункен (Рим, Япония). Что касается мощности двигателя, то он д. б. взят с большим запасом (от полуторной до трехкратной мощности В. ч. м.).

Регуляторы скорости В. ч. м. являются самой важной частью установки, т. к. получение устойчивой волны при сравнительно коротких волнах (порядка 500—600 м) представляет большие затруднения (допускаемые колебания скорости при этой

волне—ок. 0,005%). При длинных волнах задача решается значительно легче (требуемая устойчивость при $\lambda=30\ 000\ м$ не превосходит 0,1%). Регулятор должен, с одной стороны, исправить те отклонения от заданной скорости, которые происходят из-за изменения частоты и напряжения питающего двигателя тока при переменном токе и напряжения—при постоянном токе, и, с другой стороны, компенсировать изменения скорости, происшедшие из-за изменения нагрузки. Первая задача представляет значительно меньшие затруднения, чем вторая, так как изменения нагрузки при радиотелеграфной работе составляют почти 100%, при весьма большой скорости этих изменений. Регулирующее устройство состоит из двух частей: прибора, к-рый указывает на отклонения от заданной скорости и дает корректирующие посылки тока, и устройства, непосредственно воздействующего на электродвигатель в смысле изменения или сохранения его скорости. Наиболее простое регулирующее устройство—у машин сист. Бетено-Латур. Указателем скорости здесь служит центробежный регулятор сист. Тюри (фиг. 10), к-рый при увеличении скорости дает контакт между вращающимся медным диском и угольной щеткой, чем замыкает часть реостата, включенного в возбуждение двигателя. Величина реостата подбирается таким образом, чтобы при размыкании двигателя давал число оборотов, превышающее требуемое, а при замыкании это число падало ниже заданного. При этом

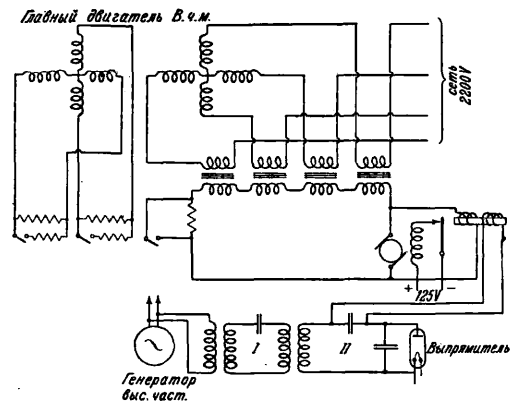


Фиг. 10.

машина все время меняет свое число оборотов в весьма узких пределах, которые не превышают в некоторых случаях 0,02%. Поправка на изменение нагрузки в машинах мощностью 25 kW достигается включением в якорь сопротивления с помощью электромагнитного реле, работающего от ключа. У больших машин этой поправки нет, так как при быстрой работе колебания нагрузки сглаживает большой маховой момент машины, при медленной же работе их выравнивает регулятор. Мощность двигателя берется с таким большим запасом, что при нем не получается большого изменения числа оборотов при переходе от холостого хода к нагрузке. Напряжение постоянного тока, питающего двигатель, сохраняется постоянным помощью регулятора напряжения системы Тюри.

Регулирующее устройство сист. Александерсона (фиг. 11) имеет указатель, состоящий из контура I с малыми потерями, который возбуждается от В. ч. м. и настраивается на частоту, немного более высокую, чем частота машины, почему при увеличении частоты машины сила тока в контуре увеличивается. Этот контур слабо связан с контуром II, в котором имеется какой-либо выпрямитель, выпрямляющий ток этого контура для питания им обмотки реле, к-рое включает возбуждение особой динамо постоянного тока;

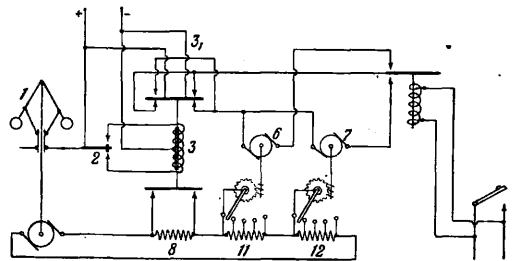
к якори динамо приключена вторая обмотка реле, действующая в противоположном смысле относительно первой обмотки. Такое устройство заставляет реле вибрировать со скоростью ок. 50 пер/сек. (фиг. 11). Время



Фиг. 11.

замыкания реле будет тем продолжительнее, чем меньше сила тока в контуре II и, значит, чем меньше число оборотов В. ч. м. Самая регулировка скорости двигателя производится путем уменьшения напряжения статора, что достигается увеличением самоиндукции дросселей, включенных в статор, при уменьшении постоянного тока, насыщающего эти дроссели. Постоянный ток получается от упомянутой выше динамо, почему последняя и передает на двигатель те воздействия, к-рые будут обусловлены указателем. Двигатели для В. ч. м. применяют двухфазные. Поправка на ключ производится включением в ротор соответствующих сопротивлений. Постоянство волны, достигаемое этим устройством, доходит до 0,5%.

Регулирующее устройство В. ч. м. системы Вологодина состоит из указателя, в качестве которого взят центробежный регулятор Тюри 1 (фиг. 12), и системы сопротивлений 8, 11, 12, включенных в ротор. Регулятор 1 при понижении скорости В. ч. м.



Фиг. 12.

включает реле 3, которое замыкает сопротивление 8. Величина этого сопротивления подобрана т. о., чтобы при его включении скорость двигателя была на 0,1% больше, чем нормальная, а при выключении—на 0,1% ниже нормальной. При таком подборе, если частота и напряжение сети и нагрузка машины будут меняться весьма мало (частота менее 0,2%), двигатель В. ч. м. все

время будет менять число оборотов ок. своей нормальной скорости, и такая система будет находиться в подвижном равновесии. Если частота питающей двигатель сети изменится, напр. повысится, то регулятор 1 будет стремиться более длительно разомкнуть реле 3, включающее в ротор сопротивление 8, и продолжительность этих включений будет больше, чем продолжительность выключений. С реле 3 связаны добавочные контакты Z_1 , которые включают якорь вспомогательного двигателя 6, заставляя его вращаться в ту или другую сторону. Этот двигатель при своем вращении в одну сторону передвигает шетки реостата, включенного в ротор главного двигателя, вращающегося В. ч. м., в сторону увеличения сопротивления и, при вращении в обратном направлении, — в сторону уменьшения сопротивления. Если при изменении частоты сети, как сказано выше, продолжительность замыканий реле 3 будет больше, чем продолжительность размыканий, то вспомогательный двигатель будет получать больше импульсов, направленных для передвижения реостата ротора в сторону уменьшения сопротивления. Это продвижение будет иметь место до тех пор, пока импульсы, получаемые якорем двигателя 6, не будут иметь одну и ту же продолжительность. Таким путем вводится поправка на изменение частоты сети и на малые изменения нагрузки. Кроме того, при изменениях нагрузки, вызванных отжатием ключа, в ротор двигателя особым реле, связанным с ключом, вводится добавочное сопротивление 12. Величина этого сопротивления изменяется помощью двигателя 7 так же, как это имеет место у двигателя 6, с той лишь разницей, что это изменение будет происходить в период отжатия ключа.

Из других регулирующих устройств следует отметить устройство сист. Телефункен, которое состоит из указателя системы Риггера, основанного на изменении сдвига фаз напряжений двух связанных контуров.

Лит.: Вологдин В. П., Машина высокой частоты, «ТитТБ», Н.-Новг., 1927, 44; Крюков В. От искры до коротких волн, «Жизнь и техн. связи», М., 1927, ноябрь; Оснос М., О целесообразности конструкции генератора высокой част., «ТитТБ», Н.-Новг., 1925, 32; Вологдин В. П., Двигатель для машины большой частоты, «ТитТБ», Н.-Новг., 1919, 6; Обухов М., Расчет обмотки переменного тока в маш. генераторах средней и высокой частот., «ТитТБ», Н.-Новг., 1925, 23; Bethenod J., Les alternateurs à haute fréquence, Paris, 1926; Bucher E., The Alexanderson System for Radio Telegraph and Radio Teleg. Transmission, N. Y., 1921; Alexanderson E., Wechselstromdynamo für 100 000 Perioden, «ETZ», 1909, B. 30, p. 852, 1003; Goldschmidt R., Maschinelle Erzeugung v. el. Wellen f. d. drahtl. Telegraphie, «ETZ», 1911, B. 32, p. 84; «Jahrb. d. drahtl. Teleg. und Teleph.», B., 1911, B. 4, p. 341; Sörensen A., Radio-Grossstation Eilvese, «ETZ», 1919, B. 40, p. 233; Arco G., Drahtlose Teleg., «Jahrb. d. drahtlosen Teleg. u. Teleph.», Berlin, 1913, B. 7, p. 90; Arco G., Die drahtlose Grossstation Nauen, «ETZ», 1919, B. 40, p. 665; Fleming J. A., The Principles of Electric Wave Telegraphy, 2 ed., L., 1910; Alexanderson E., Transoceanic Radio Communication, «Gen. El. Rev.», Schenectady, 1920, v. 29, p. 794; Eales H., Die Hochfrequenzmaschinen d. Société Française Radio-Electr. in Paris, «Jahrbuch d. drahtl. Teleg. u. Teleph.», B., 1923, B. 21, p. 261; «Telefunken-Ztg», Berlin, 1919, Nauen-Nummer; Boedeker H. und Riegger H., Über Frequenzrelais, «Wissensch. Veröff. aus dem Siemens-Konzern», B., 1920, B. 1, p. 126; Arco G., Moderner Schnellempfang und Schnellsender, «Jahrbuch der drahtl. Teleg. und

Teleph.», Berlin, 1922, B. 19, p. 350; Dornig W., Hochfrequenzmaschinenender und seine Drehzahlregelung, «ETZ», 1925, B. 46, p. 415; Banneitz F., Taschenbuch d. drahtl. Teleg. u. Teleph., p. 806, 896, Berlin, 1927; Calvert J., Types High-Frequency Alternators, «The Electric Journal», Pittsburgh, 1927, 1, p. 36; Laffoon C., High-Frequency Alternators, «The Electric Journal», Pittsburgh, 1924, v. 21, p. 416.

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ТОК, переменный электрич. ток высокой частоты; при наличии соответствующего излучателя—*антенны* (см.) излучает в пространство на значительные расстояния энергию в виде *волн электромагнитных* (см.), к-рые, в свою очередь, вызывают токи той же частоты в приемных устройствах, расположенных вдали от источников В. т.

В. т. употребляется в радиотелеграфии и радиотелефонии, при передаче изображений на расстояние, *телемеханике* (см.) и вообще во всех тех случаях, когда необходимо передать на расстояние электромагнитную энергию без помощи проводов. Диапазон частот токов в указанных областях техники заключается в настоящее время в пределах от 15 000 пер/сек. (длина волны 20 000 м) до 300 000 000 пер/сек. (длина волны 1 м). В. т. обладает при движении по проводам следующими особенностями, отличающими его от переменных электрических токов низкой частоты: 1) В. т. в проводах распределяется в слоях, ближайших к поверхности (см. *Скин-эффект*); 2) наименьшее сопротивление для В. т. представляют поэтому провода не с наибольшей площадью сечения, а с наибольшим периметром сечения; 3) сопротивление проводов растет вместе с частотой токов; 4) самоиндукция проводов при В. т. ниже, чем при переменных токах низкой частоты; 5) индуктивное сопротивление проводов при В. т. значительно выше, чем в случае низких частот: оно растет вместе с частотой; 6) физиологич. действие В. т. значительно отличается от такого же низкочастотного тока; в частности, В. т. нежизнеопасны. В силу сказанного в п. 1, провода для В. т. делаются или в виде полых трубок, или в виде лент, или же состоят из подразделенных тонких проводников. В. т. производятся следующими способами: 1) посредством повторных рядов конденсаторов через искровой промежуток в искровых передатчиках; 2) посредством вольтовой дуги в дуговых передатчиках; 3) посредством машин высокой частоты; 4) посредством электронных генераторных ламп. В. т., получающиеся при разрядах конденсаторов, характеризуются затухающими колебаниями; В. т., производимые дуговыми передатчиками, машинами высокой частоты и электрон. лампами, характеризуются незатухающими колебаниями.

Лит., Берг А. И., Общая теория радиотехники, Л., 1925; Zenneck J. u. Rukop H., Lehrbuch der drahtl. Teleg., Stg., 1925. **Д. Викиор.**

ВЫСОТА, расстояние от точки на земной поверхности по вертикальному направлению до какого-либо горизонта или уровня. Часто слово «высота» заменяется равнозначным словом *альтитуд*. За горизонт, или уровень, от которого предполагается отсчитывать высоты, для технической нивелировки можно принимать местные горизонты воды в озерах, реках и т. д. Напри-

мер все нивелирование г. Москвы отнесено к некоторому уровню р. Москвы у Данилова монастыря. Высоты, высеченные от таких местных, условных, относительных горизонтов, называются условными, или относительными, высотами.

При государственных, научных и обширных технич. нивелирных работах необходимо все высоты относить к естественному, основному уровню океанов или морей. В СССР основное государственное нивелирование отнесено к уровню Балтийского моря, к нулю кронштадтского футштока, от которого ведется счет В. всех точек государственного нивелирования. Такие В. носят название абсолютных В. и определяются с наибольшей точностью. Футшток имеет вид рейки, снабженной делениями и прикрепленной прочно к каменной набережной так, чтобы удобно было со стороны наблюдать уровень моря по делениям рейки. Из многолетних наблюдений изо дня в день выводится средний уровень моря, который принимается неизменным. Кроме Кронштадта, подобные футштоки установлены также в Севастополе, Одессе, Очакове, Мариуполе, Геническе и Ялте. Для определения среднего уровня моря применяются и автоматическ. приборы—поплавки, так называемые мареографы, которые непрерывно отмечают на профильной бумаге переменчивый уровень моря.

В виду важного значения определения точных абсолютных В. требуется весьма внимательное отношение к определению среднего уровня, от которого ведется точное, или прецизионное, нивелирование (см.) для определения В. некоторых выбранных точек территории. Такие точки закрепляются прочно особыми чугунными марками, заделываемыми в стены водонапорных башен, станций ж. д. и т. д.; иногда вместо марок точки с определенными высотами на месте обозначаются особыми знаками—реперами, представляющими солидные сооружения с заделанными чугунными досками, на к-рых делается отметка высоты места над уровнем моря. Такие реперы или марки устанавливаются для того, чтобы определенная В. точки долгие годы оставалась неизменной и чтобы ею можно было пользоваться при дальнейших технич. или других нивелирных работах. Установка реперов и марок с определенными В. в настоящее время производится Высшим геодезическим комитетом ВСНХ, Военно-топографическим управлением, Гидрографическим управлением, НКПС, Отделом мелиораций НКЗ и др. Величина В. в линейной мере, например в м, называется отметкой. Отметки надписываются на планах и на картах и указывают в м В. над уровнем моря точки, у к-рой они стоят. Обычно отметки ставятся у пунктов тригонометрической и геометрич. сети, на выдающихся вершинах, при пересечении дорог, у воды, при мостах, у слияния рек и т. д. Отметки также ставятся у горизонталей для указания их В. Такое обозначение В. делает наглядным рельеф топографич. карты и дает превосходное средство для разрешения целого ряда задач военного и технич. характера. Особенно важное значение для

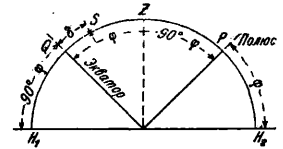
народно-хозяйственных целей имеют отметки В. у воды, которые только в последнее время стали систематически наносить на листы издаваемых карт и по которым удобно составлять обширные соображения по мелиоративным предприятиям.

ВЫСОТА НАПОРА, см. *Гидростатика* и *Напор*.

ВЫСОТА ПОЛЮСА. Полюс мира и экватор—основные элементы, по которым определяется положение точек на земной поверхности. Для точного определения координат земных точек необходимо точное знание склонений тех небесных светил, по которым производятся наблюдения. Склонение светила есть угол между экватором и светилом и, значит, зависит от положения экватора, или от В. п. Наблюдения показали, что полюс мира не находится в абсолютно неподвижном состоянии, а непрерывно изменяет свое положение, описывая периодически (примерно в 400 дней) неправильный эллипс с осями в $0,2—0,4''$ угловых. Очень тщательную работу по определению изменения положения полюса мира произвел астроном Штернберг в 1902 г. на обсерватории Московского университета.

Плоскость, касательная к земной поверхности в данной точке, называется плоскостью горизонта данной точки. Угол между плоскостью горизонта и полюсом мира называется высотой полюса.

На чертеже представлена небесная сфера в сечении по меридиану некоторого светила S со склонением δ ; плоскость горизонта точки наблюдения обозначена линией H_1H_2 ; перпендикулярно к ней расположена точка Z —зенит; дуга φ от экватора до Z (или, что то же, от горизонта до полюса) есть широта точки наблюдения. Таким образом широта φ равна В. п. PH_2 ; значит, говорить о высоте полюса или о широте данной точки—одно и то же. Высота полюса зависит от положения плоскости горизонта, а положение этой плоскости определяется в зависимости от направления линии отвеса, или нормали; вследствие же эллиптич. формы земных меридианов нормали проходят через центр земли только на полюсах и на экваторе. Кроме того, следует указать, что в различных точках земной поверхности отвесная линия уклоняется от своего теоретического направления, и т. о. образуется аномалия силы тяжести, что происходит от неравномерного строения земной коры. Такие аномалии изменяют направления плоскости горизонта и тем самым В. п. Последняя (или широта) определяется преимущественно и непосредственно из астрономическ. наблюдений какого-либо светила с известным склонением. При картографич. работах с составлением тригонометрич. сети астрономически определяются только несколько точек, а между ними все остальные точки вычисляются геодезически (геодезическая задача), благодаря чему и получается В. п. (или широта) не из астрономических наблюдений, а



от начальной астрономической точки и по известным расстояниям и азимутам. Такая высота полюса (или широта), в отличие от астрономической, носит название геодезической.

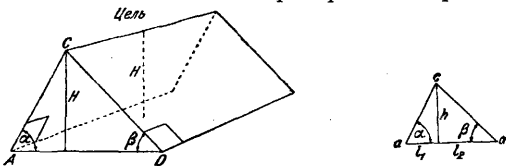
Расхождение между геодезич. и астрономич. В. п. (или широтой) указывает на аномалии силы тяжести, на уклонение формы земли от формы математич. эллипсоида, на своеобразность формы земли, именуемой геоидом. Непосредственное астрономическое определение В. п., как видно по чертежу, сводится к определению места зенита Z относительно точки S , в которой кульминирует (проходит меридиан) некоторое светило с известным склонением δ . Можно написать, что $\varphi = Z_0 + \delta$, где Z_0 —кульминационное зенитное расстояние светила, или $\varphi = (90^\circ - h) + \delta$, где h —меридианная высота светила. Подробности таких наблюдений и вычислений следует относить к астрономическим работам.

Лит.: Штернберг П. К., Широта Московской обсерватории в связи с движением полюсов, М., 1903 (имеется общир. лит.); «Труды астрон. обсерватории Казанск. ун-та за 1911 г.», Казань, 1911; Albrecht T., Resultate d. Internationalen Breitendienstes, «Veröff. d. Zentralbureau d. Internationalen Erdmessung», В., 1903—06, 8, 13.

П. Орлов.

ВЫСОТОМЕР. 1. В авиации—см. *Альтиметр*.

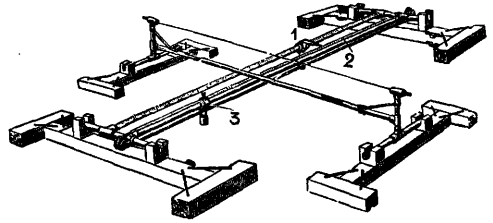
2. В артиллерии: а) полигонный прибор для измерения высоты разрывов снарядов, основанный на определении кажущейся высоты разрыва, наблюдаемой с определенного от мишени расстояния; б) специальный прибор или особое устройство в противосамолетном *дальномере* (см.) для определения высоты полета воздушной цели. Высоту полета самолета считают среди других элементов, характеризующих полет, наиболее устойчивой, меняющейся более постепенно, и поэтому определение ее в некоторых способах стрельбы берут за основу для расчета прочих данных, необходимых для наводки орудий. Как самостоятельный прибор высотомер построен на принципе засечки цели с концов большого (2—3 км) горизонтального базиса, наблюдательные пункты которого связывают или телефонной или электромеханич. передачей. Во время войны 1914—18 гг. англичане и французы применяли т. н. крышеобразный В., основанный на построении в масштабе треугольника ACD (фиг. 1), образуемого вертикальным сечением трехгранной призмы,



Фиг. 1.

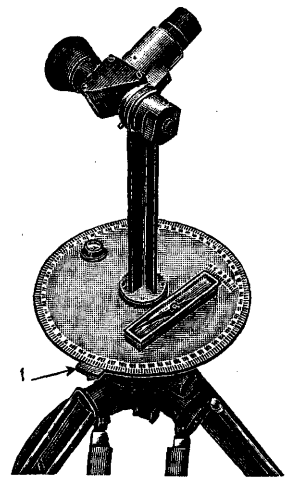
гранями которой служат: горизонтальная плоскость, проходящая через линию базы, и две наклонные плоскости (скаты крыши) визирования на самолет с концов базы. При определении высоты полета цели наблюдатели на концах базы, вращая рамки В. вокруг шарниров \perp линии базы, удерживают в образуемых ими визирных плоскостях цель

и т. о. получают углы α и β наклона скатов крыши к горизонту. Это дает возможность выразить высоту H через сумму отрезков $l_1 + l_2$ в том масштабе, в котором ad изображает базу AD . Конструктивное решение привело к постройке так наз. проволочных В., в которых на каждом конце базы протягивают проволоку в направлении, строго перпендикулярном к линии базы, а



Фиг. 2.

под проволокою на расстоянии h , в канаве, вдоль базы укладывают брусок, по которому можно перемещать визир с горизонтальной целью и перемещением визира устанавливать скат крыши, улавливая цель на плоскость, проходящую через щель и проволоку; таким обр. устанавливают величины l_1 и l_2 , одну из которых передают по телефону на противоположный конец базы. По сумме $l_1 + l_2$ непосредственно делается отсчет высоты на шкале бруска. Высотомеры крышеобразного типа допускают не столь строгое соблюдение одновременности засечки цели, как дальномеры с большой базой. Наряду с простыми конструктивными решениями, вроде показанного на фиг. 2, где 1—указатель отсчета, 2—рулетка, градуированная в высотах, 3—щелевой визир. Имеются и более совершенные в технич. отношении приборы, построенные на том же принципе или решающие задачу определения высоты попутно с другими необходимыми для стрельбы элементами. Примером может служить французский дальномер-высотомер сист. арсенала Путо. На вспомогательном конце базы устанавливается прибор (фиг. 3), позволяющий отсчитывать относительно базы угол горизонт. проекции направленного на цель визирного луча, считываемого со шкалы лимба по указателю 1. На главном конце базы ставят прибор (фиг. 4), ориентируемый с боковым и имеющий линейки для построения в горизонтальной плоскости треугольника, подобного образуемому в действительности базой и горизонтальными проекциями визирных направлений на цель.



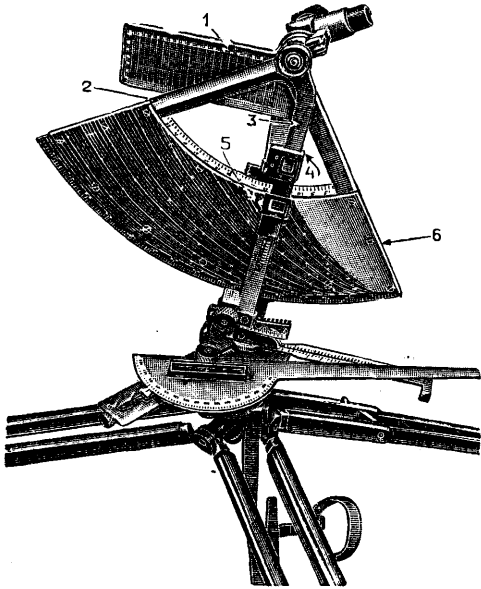
Фиг. 3.

Для определения высоты полета служит планшетка 1, разграфленная горизонтальными линиями, отмечающими высоты до 4000 м, и вертикальными, нанесенными сообразно горизонтальным дальностям до 10000 м и отсчитываемыми от оси вращения визирной трубки (и ребра 2 сектора). Наклон визирной трубки при наведении на цель дает величину угла местности; по этому углу и по горизонтальной дальности, считанной с дистанционной линейки (внизу), определяется высота. Последняя устанавливается ползуном 4 на бруске 3; против зубца 5 ползуна считают на дистанционных кривых сектора 6 наклонные дальности или установки дистанционных трубок и т. п.

Высотомерные устройства в оптич. дальн. номерах дают автоматич. решение формул:

$$H = D \sin M \text{ и } E = D \cos M,$$

где D —наклонная дальность, M —угол визирного луча (направленного на цель) с горизонтом, H —высота и E —горизонтальное удаление цели. D определяется дальномером, так же как и M , при непосредственном наведении на цель. По этим данным механизм, состоящий из ряда зацеплений



Фиг. 4.

шестерен и эксцентриков, очерченных по логарифмическ. кривым, решает уравнения $\lg H = \lg D + \lg \sin M$ и $\lg E = \lg D + \lg \cos M$. Шестерня, сцепляющаяся с зубчатым сектором в подшипнике дальномера, передает вращение последнего (угол M) логарифмическим эксцентрикам и поворачивает сцепленные с ними эксцентрики на углы, пропорциональные $\lg \sin M$ и $\lg \cos M$, что в свою очередь передается подвижным указателям. Под этими указателями имеются подвижные диски со шкалами, изображающие H и E . Диск получает вращение от другой пары эксцентриков, один из которых движется при вращении измерительного валика пропорционально дистанции D , а другой дает $\lg D$. На шкалах указатели дают

окончательный результат, который отсчитывается обслуживающим специалистом.

Лит.: Воздушный справочник, т. 2, Москва, 1926; Агокас Е., Противосамолетная артиллерия, ч. 1, М.—Л., 1927.

Е. Агокас.

3. В геодезии В., или эклиметр, называется геодезич. прибор для измерения углов наклона. Если известны угол наклона α и длина наклонной линии d , то горизонтальное проложение D линии получится из ф-лы $D = d \cos \alpha$; если известны горизонтальное проложение D наклонной линии и угол ее наклона α , то превышение h одного конца линии над другим определится из формулы $h = D \operatorname{tg} \alpha$. Эта формула и служит для определения высот, для чего В. измеряется угол наклона α . Основной частью В. служит вертикальный полный круг, или полукруг, или квадрант—сектор с градусными делениями и какой-либо визирный прибор—труба или диоптры (см. Визирные приборы). Визирный прибор должен быть так соединен с кругом и индексом, чтобы при горизонтальном положении визирной линии начальное деление круга останавливалось против нуля индекса. Простейший В. состоит из медного полукруга с градусными делениями; полукруг своим центром укрепляется на подставке—прочном деревянном коле с железным наконечником—так, что может вращаться в вертикальной плоскости около своей оси. Верхняя сторона диаметра полукруга служит визиром. В центре полукруга, на нити, прикреплен маленький отвес, по которому производится отсчет углов наклона. Для правильного получения углов наклона следует убедиться в том, что в тот момент, когда верхняя сторона диаметра полукруга или визирн. линия диоптров горизонтальна, нить отвеса покрывает нулевое деление вертикального полукруга. При измерении углов наклона высотомер ставится вертикально в одной точке линии, а в другой точке ставится вежа, на которой отмечается расстояние от земли до точки закрепления полукруга В., и на эту отметку вежи наводится ось визирного прибора. Против нити свободно висящего отвеса можно сделать отсчет по градусным делениям, который будет соответствовать углу наклона измеряемой местности. Для проверки В. следует произвести измерение угла наклона одной и той же линии дважды: сверху вниз и снизу вверх; если оба определения будут одинаковы, В. верен; в противном случае верный угол наклона будет равен полусумме отсчетов, а ошибка в положении нуля вертикального полукруга (место нуля) будет равна полуразности отсчетов. Если место нуля определено, то, придавая его к отсчетам по вертикальному полукругу с соответствующими знаками, можно получать верные углы наклона даже и не совсем исправным В. Точность измерения вертикальных углов зависит от точности градусных делений и от общей точности в устройстве всего прибора. Если взять линию в 100 м и изменить угол на 1° , то ошибка в высоте $\Delta h = 100 \operatorname{tg} 1^\circ = \frac{100}{57,3} \cong \cong 2 \text{ м}$; при 100 м и изменении угла на $1'$ ошибка $\Delta h = \frac{100}{3'438} \cong 0,03 \text{ м}$. Малая точность

высотомера с отвесом и неудобство нити отвеса заставили сконструировать новые виды В., без нити и с оптич. приспособлением, увеличивающим точность отсчетов по вертикальному кругу (эклиметры Гауса, Брандиса, Тесдорфа и др.). Особенность этих высотомеров та, что все они (визирные приборы, вертикальн. круги) вращаются под действием тяжести (груза), градусные деления нанесены на ободу круга, а потому их можно рассматривать через лупу одновременно с визированием на точку местности. К приборам прилагаются таблички, дающие по измеренному углу превышение и горизонтальное проложение для линии в 20 м.

Применение В. разнообразно при всяких геодезических работах. При землеустроительных работах В. применяются преимущественно для определения углов наклона линий, чтобы получить их горизонтальное проложение, при чем измеряются углы наклона всей линии сразу или углы всех ее изломов. В городских съемках В. измеряются углы наклона на каждой ленте через 20 м. При изысканиях В. может служить для определения предельных уклонов, в особенности в гористой и холмистой местности. При глазомерной съемке высотомер дает возможность определять углы на отдельные выдающиеся точки, с тем чтобы, определив расстояние по карте или на глаз, по масштабу высот можно было определить превышения.

Лит.: Соловьев С. М., Курс низшей геодезии, М., 1911; Бий А. Н., Учебник низшей геодезии, М.—Л., 1926; Практика высшей геодезии, 6 изд., под ред. проф. П. М. Орлова, М., 1927. П. Орлов.

ВЫСТАВКИ ФАБРИЧНО-ЗАВОДСКИЕ (производственные) являются орудием производственного просвещения рабочих, в целях повышения их квалификации, а также хозяйствен. воспитания рабочих масс. Практика советской промышленности доказала возможность развития самых разнообразных производственных выставок: наряду с постоянными выставками, в постоянном и специально оборудованном помещении, организуются передвижные и временные (или периодические) выставки. Передвижные выставки характеризуются передвижной базой и назначением обслуживать определенную территорию, группу предприятий, ряд жел.-дор. или с.-х. пунктов. Периодич. и временные выставки имеют целью отразить достижения в какой-либо определенной области промышленности. Наконец, нередки специальные выставки с конкретными узкими задачами, напр. выставки изобретений, «рабочей смекалки», выставки по охране труда, выставки, посвященные борьбе с производственным браком и его причинами, отражающие деятельность производственных совещаний, школы ф.-з. ученичества, и т. п. Постоянными выставками располагает ряд крупных предприятий СССР, например Коломенский машиностроительный завод, Краснопресненская трехгорная мануфактура, завод резиновых изделий «Каучук» и др. Примерную передвижную выставку дает организованная Сев.-Кавказскими жел. дор. в 1927 г. вагон-выставка по охране труда; на некоторых предприятиях проведена организация передвижных цеховых

выставок-витрин. Примером специальных В. ф.-з. могут служить две выставки «рабочей смекалки», осуществленные тульскими металлстами, «музей брака», организованный рабочими завода сельскохозяйственных машин «Коммунар» (в Запорожье). Практика показывает полезность привлечения к выставочной работе производственных кружков и кружков изобретателей.

Организация В. ф.-з. требует специального подбора выставочных экспонатов, относящихся, в основном, к нижеследующим четырем группам: 1) вещественные экспонаты, 2) литературные материалы, 3) иллюстративные материалы, 4) графические материалы. Группа вещественных экспонатов включает образцы различных материалов, полуфабрикатов и изделий, модели отдельных машин и целых установок, коллекции бракованных изделий, работы учеников фаб.-заводск. школ и т. п. Группа литературных материалов может включать: инструкции, печатные отчеты, вырезки, рабочие корреспонденции, различные описания и пр. К группе иллюстративных материалов относятся всякого рода фотографии, зарисовки, карты, чертежи и пр. Графические материалы содержат схемы, диаграммы, картограммы, таблицы. При изготовлении этих экспонатов следует предусматривать показательность и легкость их усвоения рабочим посетителем. Поскольку выставка должна демонстрировать все происходящее в производственной жизни предприятия изменения, рекомендуется прибегать к применению разнообразных подвижных диаграмм.

Построение В. ф.-з. и соответствующий подбор материалов должны предусматривать не только отражение жизни и достижений данного предприятия, но и характеристику значения данного предприятия в данной отрасли промышленности и в системе всего народного хозяйства СССР. Таким обр. все выставочные экспонаты могут быть разбиты на две группы: местного значения и общего значения. Экспонаты местного значения, характеризующие работу данного предприятия, могут по своему распределению соответствовать либо отделениям-цехам з-да, либо основным факторам производства. Примером первого может служить выставка Коломенского завода, которая содержит ряд отделов по судостроению, паровозостроению, сел.-хоз. машиностроению, электротехнике и т. д., соответственно основным отделам этого предприятия. Примером группировки экспонатов по основным факторам производства может служить выставка Вышеволоцкой мануфактуры Тверского хл.-бум. треста, в к-рой произведено разделение экспонатов по сырью, силовому хозяйству, производительности и охране труда, и т. д. Наиболее целесообразно применение смешанного принципа, т. е. одновременное отражение работы предприятия и по отдельным его частям и по основным моментам производственной жизни.

При разработке программы В. ф.-з., а также при подборе и размещении материалов необходимо стремиться к достижению наибольшей простоты в конструировании и

содержании выставки и к отражению только наиболее важных «узловых» моментов. Для облегчения усвоения содержания выставки посетителями необходимо присоединять к экспонатам пояснения, сопроводительные надписи и т. п. Рекомендуются широко пользоваться пояснительными надписями, а также обращать должное внимание на подбор и размещение в выставочных помещениях лозунгов по основным вопросам хозяйственного строительства. Важным принципом в руководстве В. ф.-з. следует также считать целесообразную последовательность в ознакомлении посетителей выставки с ее содержанием. Учет посетителей часто может дать руководителям В. ф.-з. возможность принимать меры к ее совершенствованию. Здесь можно рекомендовать также непосредственный опрос посетителей по окончании осмотра или заполнение последними краткой анкеты, отражающей полученные посетителями впечатления и их пожелания относительно содержания и совершенствования выставочных материалов.

Лит.: Рейнберг Л., Фаб.-зав. производственные выставки и уголки, 2 изд., Москва, 1928; Фаб.-зав. выставки (практика и организация), Сборник материалов, М.—Л., 1926; Циркуляр ВСНХ СССР и ВЦСПС от 17 мая 1924 г. об организации фабрично-заводских выставок.

Л. Шугальтер.

ВЫСШИЙ СОВЕТ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА (ВСНХ) СССР, Народный комиссариат промышленности Союза, орган экономическо-диктатуры пролетариата, ведающий всей производственной жизнью советского государства.

I. Первоначальный период работы ВСНХ.

Вопрос об организации народного хозяйства встал на другой день после Октябрьского переворота. В составе первого Временного рабочего и крестьянского правительства был создан (8 ноября 1917 г.) ряд хозяйственных наркоматов: земледелия, труда, торговли и промышленности, финансов. Но первый период деятельности советского правительства был периодом разрушения капиталистических отношений и периодом искания новых форм управления страной и принципиально новых форм организации ее народного хозяйства. Обстановка этому не благоприятствовала. Царским правительством под довоенную русскую промышленность не было и не могло быть подведено прочной хозяйственной и технической базы (в силу сохранившихся до самого конца крепостнически-дворянских отношений, подорванных производительными силами страны). Война 1914—1918 гг. разрушила промышленность, истощила страну и показала значение технич. и организацион. отсталости. Встретив при своем возникновении бешеное сопротивление буржуазии, советская власть не могла сразу приняться за плодотворную созидательную работу. Катастрофич. демобилизация промышленности благодаря резкому падению производства на оборону, т. к. военные заказы были (с 20 декабря 1917 г.) аннулированы, и отсутствие заранее разработанных планов перехода к мирному труду—усилили разруху, к-рая увеличилась еще в результате отрыва снабжающих и потребляющих районов друг от друга.

Приступая с первых же дней к мероприятиям по регулированию хозяйствен. жизни, особенно промышленности, советская власть встретила затруднения, которые были тем серьезнее, что перед нею стояли сложнейшие задачи: приходилось строить совершенно новую систему управления, нигде в мире не имевшую образцов, на принципиально новых основах, используя старый аппарат, который приспособлен был к другим социальным функциям. Основным законодательным актом советского правительства описываемого времени, касающимся промышленности, сыгравшим исключительную роль в организации ВСНХ и сильно отразившимся на всей его дальнейшей деятельности, является «Положение о рабочем контроле», утвержденное СНК 27 ноября 1917 г., т. е. уже через три недели после Октябрьского переворота. Рабочий контроль, как говорит декрет о нем, устанавливается в интересах планомерного регулирования народного хозяйства во всех промышленных, торговых, с.-х. предприятиях, имеющих наемных рабочих и дающих работу на дом, над производством, куплей и продажей продуктов и сырых материалов, хранением их, а также над финансовой стороной предприятия. Рабочий контроль осуществляют все рабочие данного предприятия через свои выборные учреждения, куда входят также представители от служащих и от технич. персонала. Решения органов рабочего контроля обязательны для владельцев предприятий и могут быть отменены лишь постановлением высших органов рабочего контроля. Цель этого Положения—приобщить рабочих и служащих к делу управления народным хозяйством и обезвредить буржуазию, делавшую на своих предприятиях и через них контр-революционное дело. Декрет впоследствии был дополнен инструкцией Всероссийского совета рабочего контроля. Этими законодательными актами советская власть не устраняла промышленников от их предприятий. Пролетариат пытался тогда сделать первый приступ, первый подход к мирной работе по социалистич. строительству.

Саботаж буржуазии побуждал сов. власть на дальнейшие шаги в деле овладения промышленным аппаратом страны. В качестве средства борьбы с промышленниками, не подчиняющимися рабочему контролю, применяется национализация их предприятий. Т. о. национализация, которая впоследствии является основным принципом экономич. политики советской власти, на первых порах проводится не как планомерная система овладения промышленностью, а как мера карательная—за неподчинение рабочему контролю, за увольнение рабочих, за оставление предприятий в целях противодействия сов. власти, наконец, за стремление к расстройству работы на ф-ках и з-дах путем несвоевременности или полного прекращения заготовки топлива и сырья для производства. Во всех таких случаях советская власть конфискует промышленные предприятия, объявляя их собственностью республики. Лишь в отдельных случаях при национализации тех или иных промышленных предприятий мотивом является их важное

государственное значение для промышленности или обороны. И только с весны 1918 г. начинается планомерная национализация целых отраслей промышленности.

Рабочий контроль послужил школой, которая подготовила рабочее управление промышлен. предприятиями. Он ускорил также и национализацию. К моменту организации ВСНХ ряд хозяйственных наркоматов уже работал. Однако наиболее близкий к ВСНХ по смыслу названия Народный комиссариат торговли и промышленности не занимался организацией и управлением промышленностью, а развернул свою работу в сторону торгового надзора и контроля над торгово-промышленными предприятиями. Он также не был и комиссариатом торговли, т. к. торговля во все время его деятельности свертывалась, а при переходе к новой экономической политике («нэп») была организована (в 1922 г.) при СТО Комиссия по внутр. торговле, преобразованная позднее (в 1924 г.) в Народный комиссариат внутр. торговли. Наркомат торговли и промышленности постепенно свернул свою деятельность на протяжении первых двух с половиной лет существования сов. власти.

В выработке первого положения о ВСНХ принимали участие профессиональные союзы, центральные органы рабочего контроля и группа деятелей по специальному правительственному назначению (Н. И. Бухарин, В. В. Оболенский, М. А. Савельев, В. П. Милютин и др.). Положение было утверждено ВЦИК 14 декабря, а 18 декабря 1917 года опубликовано. ВСНХ был создан как орган с более широкими задачами, чем тот, каким он сделался потом. «Задачей ВСНХ является организация народного хозяйства и государственных финансов» — было сказано в Положении. — «С этой целью ВСНХ вырабатывает общие нормы и план регулирования экономической жизни страны, согласует и объединяет деятельность центральных и местных регулирующих органов (совещания по топливу, металлу, транспорту, центральный продовольственный комитет и пр.) соответствующих народных комиссариатов (торговли и промышленности, продовольствия, земледелия, финансов, военно-морского и т. д.), Всероссийского совета рабочего контроля, а также соответственную деятельность фабрично-заводских и профессиональных организаций рабочего класса». ВСНХ предоставлялось право конфискации, реквизиции, секвестра, принудительного синдицирования различных отраслей промышленности и торговли и прочих мероприятий в области производства и государственных финансов. Этим декретом все существующие учреждения по регулированию хозяйства подчинялись ВСНХ, к-рому предоставлено было право их реформирования. ВСНХ образовался: 1) из Всероссийского совета рабочего контроля, 2) из представителей всех народных комиссариатов, 3) из сведущих лиц, приглашаемых с совещательным голосом. Все законопроекты и крупные мероприятия, имеющие отношение к регулированию народного хозяйства в его целом, вносились, по декрету, в СНК через ВСНХ. ВСНХ должен был

объединять и направлять работу экономич. отделов Советов раб., солд. и кр. депутатов, а при отсутствии таких отделов имел право создавать свои местные органы. Любопытно отметить, что в одном из декретов ВЦИК (о назначении В. В. Оболенского первым председателем ВСНХ) ВСНХ был назван «Народным комиссариатом по организации и урегулированию производства». Позднее ВСНХ так и не назывался. До I Всероссийского съезда советов нар. хоз. (май 1918 г.) ВСНХ находился в периоде организации. Структура ВСНХ в этот период была следующая: председатель (В. В. Оболенский), президиум (состав его: т.т. Бухарин, Смирнов, Антипов, Савельев, Чубаров, Шмидт, Амосов, Милютин, Ларин, Ломов, Сокольников, Смилович, но часть их очень скоро отошла от работы в ВСНХ); в составе ВСНХ образуются ряд производственных отделов и секций, ведающих отраслями и группами промышленности: гос. хозяйства и банков, хоз. политики (с подотделом финансирования предприятий), транспорта, топлива, горный, металла, волокнистых веществ, химический и др. По переезде в Москву (12 марта 1918 года) был создан целый ряд новых органов: комиссия по внешней торговле, отдел организации производства, отдел снабжения и нормирования, отдел контроля, Пищевой ин-т и Научно-технич. совет. Отдел транспорта создал в своем составе секции: жел.-дор., шоссежных дорог, автомобильную и главное управление водных сообщений; другие же производственные отделы стали выделять из себя главн. комитеты (будущие «главки» и «центры»): Главсахар, Главкость, Центротекстиль, Центромыло и другие. В общем эта структура действовала до новой экономической политики. Отделы ведали и управлением предприятиями и распределением их продукции: по мере проведения национализации торговли вырабатываемые промышленными предприятиями изделия широкого потребления передавались Наркомпроду, который и распределял их как в порядке снабжения, так и в порядке товарообмена (Главпродукт при Наркомпрод). ВСНХ до самого введения новой экономической политики постепенно освобождался от ряда функций и превращался в чисто производственный наркомат.

С весны 1918 года в ВСНХ начал работать второй состав президиума (председатель А. И. Рыков, члены: В. П. Милютин, Г. И. Ломов, Л. Я. Карпов, Я. Э. Рудзук, Л. Б. Красин, Ю. Вейнберг, А. В. Шотман, В. Я. Чубарь). В работе ВСНХ этого периода принимал близкое участие В. И. Ленин, который придавал развитию деятельности ВСНХ огромное значение. В качестве программы работ для ВСНХ он внес (еще в середине декабря 1917 г.) в Бюро президиума ВСНХ свой проект о национализации народного хозяйства, — документ, ясно показывающий, как В. И. Ленин представлял себе предварительные условия для успешной организации народного хозяйства и выхода из разлуки. «Критическое положение продовольствия, — говорится в проекте, — угроза голодовки, созданная спекуляцией, саботажем капита-

листов и чиновников, а равно общей разрухой, делают необходимыми чрезвычайные революционные меры для борьбы с этим злом; чтобы все трудящиеся классы... могли немедленно со всех сторон, не останавливаясь ни перед чем и действуя наиболее революционным путем, взяться за такую борьбу и налаживание правильной хозяйственной жизни страны, постановляются следующие правила: все акционерные предприятия объявляются собственностью государства: весь административный персонал акционерных обществ обязан в полном порядке продолжать ведение дел, представляя еженедельные отчеты в местные советы. Гос. займы, внешние и внутренние, аннулируются (уничтожаются); вводится всеобщая трудовая повинность», и т. д. ВСНХ не издал этого декрета одновременно и целиком. Декрет был проведен в жизнь по частям, разными ведомствами и в разное время. В частности, основная часть этой программы-декрета—национализация промышленности—была декретирована 28 июня 1918 г., а фактически закончилась лишь к концу 1920 года.

II. Период военного коммунизма в работе ВСНХ.

Процесс национализации отдельных отраслей народного хозяйства проводился советской властью очень осторожно. Банки были национализированы 27 декабря 1917 г., капиталы частных банков конфискованы 8 февраля 1918 г.; в тот же день был национализирован торговый флот, 15 февраля 1918 г.— крупнейшие зернохранилища, 22 февраля 1918 г.—внешняя торговля, 2 мая 1918 г.—сахарная промышленность. Ряд предприятий и крупных промышленных объединений был в индивидуальном порядке национализирован на протяжении с ноября 1917 года до июня 1918 года. Центральная власть при такой национализации также предписывает всему административному и техническому персоналу оставаться на местах и продолжать свою работу на прежних основаниях, при чем делает попытки бороться с самозваными национализациями, производящимися местными органами, считая дело национализации прерогативой центральной власти. К 1 июня 1918 года постановлением центральных органов было национализировано всего 100 предприятий. Кроме того, 38 предприятий было отобрано в наказание за нарушение декретов советской власти. В это время созывается I Всероссийский съезд советов народного хозяйства (25/V—4/VI 1918 года). Он подвел итоги предшествующему периоду работы ВСНХ и отразил все многообразие функций, к-рые были возложены на ВСНХ первого периода. Насколько широко мыслится размах работы ВСНХ, видно из принятого съездом (утвержденного СНК, в несколько измененном виде, 13 августа 1918 года) Положения о ВСНХ, где говорится: «Все комиссариаты в вопросах, касающихся народно-хозяйственной жизни, подчинены ВСНХ, и их аппараты вливаются в соответственные производственные отделы ВСНХ».

Проект реорганизации ВСНХ, принятый съездом, намечает привлечение к не-

посредственной работе ВСНХ представителей с мест. Вскоре после этого съезда СНК издал декрет «О национализации крупнейших предприятий по горной, металлургич. и металлообрабатывающей, текстильной, электротехнич., лесопильной, деревообделочной и пр. отраслям промышленности» (28 июня 1918 г.)—декрет, с изданием к-рого началась новая полоса в работе ВСНХ. Декрет этот отодвинул на второй план прежнюю роль ВСНХ как органа общехозяйственной политики государства. В этом декрете для определения предприятия, подлежащего национализации, вводится объективный признак—размер основного капитала предприятия (величина которого колеблется в зависимости от отрасли производства). Декрет о национализации указывает, что до особых постановлений национализированные предприятия остаются во временном арендном пользовании прежних владельцев. В дополнение к этому общему декрету впоследствии издается инструкция о проведении национализации, обращенная к фабрично-заводским к-там (а не к бывшим владельцам предприятий); эта инструкция в значительной степени конкретизирует декрет и, оставляя за владельцами номинальное право на получение дивиденда, вводит такую систему управления и снабжения предприятий и реализации их продукции, к-рая ничем по существу не отличается от системы, применяемой в предприятиях, находящихся в управлении советских органов. Впоследствии как центральные, так и местные органы окончательно устранили старую фаб.-зав. администрацию на национализированных предприятиях, ввели свое управление и так. образом завершили задачу, поставленную декретом. Овладев механизмом управления национализированных и конфискованных предприятий, советская власть одновременно накладывает свою руку и на запасы сырья и готового продукта в национализированных предприятиях, вводит учет, воспрещает продажу и перевозку товара, объявляет реквизиции и конфискации, устанавливает государственную монополию на торговлю металлами, и т. д.

В конце концов государству пришлось сосредоточить в своих руках монополию на заготовку и распределение продовольствия и окончательно запретить свободную торговлю. Этот период—вторая половина 1918 г.—м. б. охарактеризован как период организационного строительства промышленности, проводимого на фоне острой гражданской войны. Декретом ВЦИК от 2 сентября 1918 г. Советская республика провозглашена военным лагерем; 30 ноября 1918 г. организуется Совет рабочей и крестьянской обороны, к-рому и предоставляется вся полнота власти в деле обороны страны. Советская республика находилась под сильным давлением германского империализма, душившего ее после Брестского мира; одновременно начался натиск империалистич. держав Согласия (мятеж чехо-словаков, оккупация черноморских портов, захват Севера англичанами, ярославский мятеж и т. д.), который значительно усилился после краха германского империализма. Топливный

кризис этого периода объясняется гл. обр. необходимостью перейти сплошь на дровяное отопление в связи с захватом белыми войсками каменноугольной промышленности Юга и Сибири (см. табл. 1). Этот кризис

Табл. 1.—Топливный баланс страны (в %).

Годы	Уголь	Нефть	Дрова	Итого
1913	85,2	21,7	13,1	100
1918	22,7	25,5	51,8	100
1919	5,1	6,7	88,1	100
1920	29,9	5,9	64,2	100
1921	24,5	25,3	50,2	100

автоматически влечет за собою дальнейший распад транспорта. Остатки транспортных средств всецело брошены на обслуживание армии и военной промышленности. Мирная промышленность поневоле замирает, и процесс ее разложения ускоряется в этот период новым кризисом, до тех пор неизвестным,—кризисом рабочей силы. Самая передовая, самая сознательная часть рабочих отозвана в Красную армию либо переброшена на милитаризованные заводы и фабрики, работающие на нужды государственной обороны.

Новое Положение о ВСНХ, принятое на I Съезде СНХ и утвержденное СНК 13 августа 1918 г., уже в значительной мере разнится от первого положения. Основной работой для ВСНХ называется промышленное производство, но, с другой стороны, за ВСНХ сохраняются еще черты надведомственного учреждения. «ВСНХ является экономическим отделом ВЦИК,—говорится в Положении,—ответственным перед ним и СНК. ВСНХ регулирует и организует производство, распределение и управление всеми предприятиями республики, при чем все декреты о распределении продуктов через Наркомпрод и Наркомзем сохраняют силу. Через ВСНХ перед внесенным в СНК проходят все сметы гос. бюджета. Через ВСНХ же совместно с НКФ и Контролем производится финансирование всех отраслей народного хозяйства». В Положении был установлен пленум ВСНХ в составе 69 чел.: от ВЦИК—10, от профсоюзов—30, от областных советов нар. хоз.—10—20 чел.; от с.-х. потребительской и промысловой кооперации—5 и по 1 от хоз. наркоматов. Пленум собирался раз в месяц. Руководство работой ВСНХ вел президиум из 11 человек, утверждаемый СНК, при чем председатель и его два заместителя избирались ВЦИК. По характеру отраслей хозяйства ВСНХ делился на производственные и функциональные отделы. Главки и центры, охватывающие целые крупные производства, наделены были правами производственных отделов. Во главе производственных отделов стояли коллегии из 3—9 лиц, назначаемых президиумом ВСНХ, по согласованию с ВЦСПС.

Необходимо отметить, что в своей работе ВСНХ в целом был все время теснейшим образом связан с проф. организациями, участвовавшими через своих представителей

во всех руководящих его органах как центральных, так и местных. В первоначальном пленуме ВСНХ Всеросс. проф. производственным объединениям было предоставлено около 1/2 всех мест; коллегии отделов и главков ВСНХ обычно назначались по соглашению с соответствующим профсоюзом; иногда этому предшествовал выбор кандидатов на соответствующих съездах профсоюзов. Аналогичное положение имело место в губ. советах нар. хоз. Помимо этого, по всем сколько-нибудь существенным вопросам, возникавшим по ходу работы, ВСНХ всегда имел общение и с центральными к-тами профсоюзов и с ВЦСПС. Нечего и говорить, что заводоуправления, в свою очередь, были тесно связаны в своей работе с соответствующими рабочими организациями.

К концу 1918 г. ВСНХ имел следующие отделы: а) функциональные—комитет хозяйственной политики, отдел организации производства, комиссию проектов, отдел изобретений, отдел снабжения и нормирования, отдел экономич. исследований, комитет твердых цен, кооперативный отдел, комитет гос. сооружений, главное управление водного транспорта, финансово-экономический отдел с комиссией смет и статистику снабжения; б) производственные отделы—химический, металла, волокнистых веществ, обработки пищевых и вкусовых веществ, топливный, горный, электротехнический и полиграфический. Через полгода (19—27 декабря 1918 г.) состоялся II Всерос. съезд советов народн. хозяйства, к-рый констатирует, что национализация промышленности в основном является уже завершенной, и в качестве дальнейших мероприятий называет гос. трестирование отдельных отраслей промышленности, необходимость поднятия производительности труда, большее привлечение профсоюзов к делу разрешения важнейших вопросов хоз. деятельности. По докладу президиума ВСНХ съезд указал на необходимость упрощения аппарата экономич. управления. Выступавший на съезде В. И. Ленин говорил о переходе от коллегияльного управления и ответственности к ответственности личной, а также о своевременности отказа от прежних предрассудков в деле привлечения всех нужных нам для промышленности специалистов. Впоследствии он указывает, как на явно утопическую, на задачу создать новый строй только руками коммунистов, без привлечения специалистов. Второй съезд СНХ продолжает еще смотреть на ВСНХ, как на организацию типа будущего СТО: это отразилось и в резолюциях и в Положении о ВСНХ, принятом съездом, к-рый детализировал Положение СНК от 13/VIII 1918 г. В работах этого съезда намечались все основные моменты политики последующего периода «военного коммунизма». Уже ярко проводится линия централизации управления: объявляется война сепаратизму и местничеству; губернские советы нар. хозяйства превращаются в исполнительные органы ВСНХ (ранее они были лишь отделами губернских исполнительных комитетов).

След. 1919 г. был для нар. хозяйства периодом острого недостатка в материальных

ресурсах (в продовольствии, сырье, топливе, металле). Хотя районы, поставлявшие сырье, топливо и пр., оказались отрезанными от центра уже с начала лета 1918 г., однако, результаты этого сказались несколько позднее. Республика Советов и в 1919 г. продолжала находиться под концентрическим натиском империалистов, окруживших ее кольцом блокады со всех сторон. И все же аппарат нового государства, аппарат управления хозяйством страны уже успел сложиться. На II Всероссийском съезде профсоюзов (январь 1919 г.) В. И. Ленин об участии масс в управлении говорит: «Создателями нового общества м. б. только многомиллионные массы; как сотни были создателями в эпоху крепостного права, как тысячи и десятки тысяч строили государство в эпоху капитализма, так и теперь социалистический переворот м. б. сделан только при активном, непосредственном, практич. участии в управлении государства десятков миллионов. Мы к этому подошли, но мы до этого не дошли». На первых порах хозяйство, несомненно, в деловом отношении страдало крупнейшими дефектами, но, как неоднократно подчеркивал т. Ленин, все же впервые в истории был создан аппарат гос. власти руками рабочих и крестьян.

Увеличение числа гос. предприятий, естественно, заставило ВСНХ видоизменить построение своих органов, и система центра в, занимавших преимущественно регулированием промышленной деятельности, постепенно уступила место системе главков, преимущественно управлявших промышленными предприятиями, непосредственно или через свои вспомогательные органы. Последними являлись групповые, или кустовые, объединения предприятий, связанных между собой или однородностью производства при географич. близости или последовательностью технологич. процесса, при котором продукты производства одного предприятия являются полуфабрикатами для другого. Такие объединения получили широкое распространение в текстильн. промышленности и, отчасти, в металлической, где существовали, например, Центральное правление тяжелой индустрии юга России (Цетпи), Гос. объединение московских металлург. заводов (Гомомез) и др. Задачей каждого отдела, главка и его подсобных органов являлась в этот период всесторонняя забота о нуждах данной отрасли промышленности и всех предприятий, к ней относящихся. Поэтому, если не в ведении, то на учете нек-рых из этих главков (как, напр., Главмуки или Главрасмасла) находились многие тысячи предприятий, для к-рых главки должны были определять размер производства, вырабатывать и проводить в жизнь планы снабжения их материалами, сырьем, полуфабрикатами, топливом и денежными средствами, а впоследствии вырабатывать для них, хотя бы частично, и планы распределения готовых изделий. Конечно, в непосредственном управлении главков находилась лишь небольшая доля национализированных предприятий. Огромное большинство их было подчинено местным органам ВСНХ—губ. советам нар. хоз. и областным

промбюро, к-рых к 1920 г., согласно схеме, приведенной в «Отчете ВСНХ VIII Съезду Советов», насчитывалось всего 74 (68 советов и 6 промбюро).

На 1 октября 1919 года органами ВСНХ было национализировано 2 522 предприятия, не считая горной и горнозаводской промышленности, с общим числом рабочих 750 000, из 6 755 учетных предприятий, насчитывавших 1 185 500 рабочих. Вся эта масса предприятий должна была управляться в тяжелой обстановке гражданской войны, которая требовала от промышленности напряженной работы по снабжению армии и укреплению тыла. Национализированные предприятия в эту «эпоху главизма» разделялись на три группы: наиболее крупные предприятия 1-й группы управлялись из центра, средние, 2-й группы, были под двойным подчинением: губернских советов народного хозяйства и центра и, наконец, в ведении мест были самые мелкие заводы и фабрики 3-й группы. В виду организационной слабости большинства местных советов нар. хоз. главам удалось подчинить своему управлению почти целиком и предприятия 2-й группы. Однако сведения, имевшиеся в центре, о всех многочисленных предприятиях, объединяемых главками, были весьма скудны и носили в большинстве случаев лишь формальный характер. Следить за ходом производства было в высшей степени трудно, особенно в отдаленных предприятиях. Исключение составляли лишь заводы военной промышленности и немногие крупные предприятия металлургич. и химическ. промышленности, признанные особо важными для государства. Следствием недостаточной осведомленности главков было то, что директивы, даваемые ими на места, часто не отвечали действительному положению вещей или опаздывали и создавали на местах только путаницу. Естественно, что отчасти на этой почве, а гл. обр. на почве различного понимания задач и возможностей данных производственных единиц со стороны центра и мест, между губ. советами нар. хоз. и главками ВСНХ возникал целый ряд коллизий. Местные органы ВСНХ, которым действительная жизнь данного предприятия была виднее, чем главкам, весьма часто не соглашались с директивами последних, опротестовывали их в президиум ВСНХ или направляли работу данного предприятия так, как находили нужным и возможным в данных конкретных условиях. Вообще местные исполнит. к-ты и губ. советы нар. хоз. настойчиво стремились расширить свои права в отношении предприятий, расположен на их территории, и добились в этом отношении больших успехов, особенно по окончании работ Комиссии ВЦИК (1920 г.), к-рая весьма значительно «разгрузила» списки предприятий 1-й и 2-й групп.

Одной из существенных задач главков и центров ВСНХ в первый период их деятельности было финансирование пром. предприятий, производившееся как в порядке выдачи авансов, так и в сметном порядке, для чего при отделах и крупных главках были учреждены особые комиссии, проверявшие и утверждавшие сметы соответствующих

предприятий. Однако, с течением времени, по мере перехода к системе безденежн. расчетов, натуральному снабжению и натуральному товарообмену, деньги стали играть в промышленности второстепенную роль; естественно поэтому, что и функции финансирования промышленных предприятий, выполнявшиеся глав. управлениями, чрезвычайно сократились, а в некоторых случаях и вовсе отмерли. Зато все большее и большее значение приобретали функции натурального снабжения и распределения как внутри промышленности, так и вне ее. Эта задача первоначально выполнялась частью некоторыми производственными центрами и главками, частью специальными органами, существовавшими в составе ВСНХ. Таковыми были: Главный к-т по топливу (Главтоп) с его местными органами, ведавший распределением различных видов топлива между всеми потребителями (а не только промышленными предприятиями), К-т по продаже и распределению металлов (Продрасмет), ведавший распределением и некоторых видов металлич. изделий, и др. Однако лишь часть этих органов была самостоятельна в своей работе, как, напр., Главтоп; остальные с течением времени становились все больше и больше исполнителями планов, составлявшихся Комиссией использования. IX съезд РКП (23/III—4/IV 1920 г.) признал создавшееся положение ненормальным и весьма опасным для дальнейшего хозяйственного строительства. Создавшаяся система «превратила промышленность,—говорится в резолюции съезда,—в ряд могущественных вертикальных объединений, хозяйственно изолированных друг от друга и только на верхушке связанных ВСНХ. В то время как при капитализме каждое трестированное предприятие могло приобретать многие материалы, рабочую силу и пр. на ближайшем рынке, те же предприятия в настоящих условиях должны получать все им необходимое по нарядам центральных органов объединенного хозяйства. Между тем, при огромности страны, крайней неопределенности и изменчивости основных факторов производства, при расстроеном транспорте и крайне слабых средствах связи, при чрезвычайной еще неточности приемов и результатов хозяйствен. учета, те методы централизма, к-рые явились результатом первой эпохи экспроприации буржуазной промышленности и которые неизбежно привели к разобщенности предприятий на местах, имели своим последствием чудовищные формы волокиты, которые наносят непоправимый ущерб нашему хозяйству. Организационная задача состоит в том, чтобы, сохраняя и развивая вертикальный централизм по линии главков, сочетать его с горизонтальным соподчинением предприятий по линии хоз. районов, где предприятия различных отраслей промышленности и разного хозяйственного значения вынуждены питаться одними и теми же источниками местного сырья, транспортных средств, рабочей силы и пр.». В таком направлении было намечено ослабление централизации.

В ряде постановлений конца 1920 г. (года наибольшего упадка крупной промышлен-

ности) красной нитью проходит стремление приобщить кустарную и мелкую частную промышленность к государственной, заставить ее служить нуждам государства, связать по возможности в организационном отношении кустарную промышленность с хоз. регулирующими органами. Основной декрет от 7 сентября 1920 г. издан «в целях более правильного и регулярного снабжения Красной армии и населения продуктами кустарной, ремесленной и мелкой промышленности, а также в целях борьбы со спекуляцией таковыми».

Со времени облегчения положения на фронтах централизм, вынужденный оборонной, постепенно ослабевает. Промышленность переходит к децентрализации, но не к простой передаче власти на места, а с сохранением за ВСНХ общего руководства при децентрализации управления, т. к. к этому времени аппарат ВСНХ уже сложился и сильно окреп. Роль местных советов нар. хоз. усиливается. Идет передача им ряда предприятий, разгрузка центра. Работала созданная для этого специальная Комиссия ВЦИК (ср. выше). В ведение мест к 1 ноября 1920 г. перешло $\frac{2}{3}$ предприятий, в центре осталась только $\frac{1}{3}$. К 1920 г. были ликвидированы существовавшие кое-где уездные советы нар. хоз., функции которых были переданы экономическим отделам уездных исполнительных комитетов. В ведении главков остались крупные и особо важные для государства предприятия, а также уникамы, управлявшиеся иной раз через групповые или кустовые объединения (характерно для текстильной промышленности), и тресты. Таких объединений и трестов в 1920 г. было 179. Вряд ли термин «трестирование» в применении к этой эпохе может считаться удачным. Речь шла, конечно, не о создании мощных группировок целых отраслей промышленности по горизонтали и вертикали, дающих монополию на рынке; скорее, это было желание объединить ряд предприятий под единым управлением с вытекающими отсюда возможностями переброски запасов топлива, сырья, материалов, рабочей силы и даже оборудования. Подавляющее большинство трестов возникло в 1919 году; в одних лишь металлических главках имеется около 40% трестов, образованных в 1918 году. По постановлению VIII Съезда советов главки начали преобразовываться из органов, работавших по принципу «от предприятия берется все, что им произведено, предприятию дается все, что ему для производства нужно»,—в органы, руководящие производством, дающие задания, регулирующие и контролирующие работу местных советов нар. хоз., на основе производственного плана, разрабатываемого Центральной производственной комиссией ВСНХ с 1920 года. Число главков стало сокращаться. К концу 1920 года было еще 52 главка; в 1921 году вместо них было организовано 16 главных управлений по отраслям промышленности. За местами, наконец, было признано их значение, взята даже линия равнения на места и их инициативу. Советскому государству пришлось, однако, в этот период пережить новый хозяйственно-

Крупная промышленность СССР.

Валовая продукция в миллионах рублей по довоенным ценам.



экономический кризис, подготовленный нарастающим «процессом распада единого пролетарского натурального хозяйства» и приведший к кризису политическому (крестьянские восстания, Кронштадт), которые заставили пересмотреть всю систему общественно-экономических отношений, по иному поставить решение проблемы взаимоотношения города и деревни, выдвинуть и в промышленности и в сельском хозяйстве принципы новой экономической политики (нэп).

III. Работа ВСНХ в восстановительный период развития промышленности.

Нужно было во что бы то ни стало пойти навстречу крестьянству, тем более, что если раньше крестьянство шло на жертвы из боязни помещичьей реставрации, то теперь, с разгромом белогвардейских армий, такая опасность перед ним уже не стояла. С другой стороны, город и промышленность не могли существовать без хлеба, и нельзя было рассчитывать на их восстановление, не сдвинув сельского хозяйства с мертвой точки, не создавши личной заинтересованности крестьянина в увеличении его продукции и не предоставив ему права самому распоряжаться своими излишками. На X Съезде партии была принята резолюция о замене разверстки продналогом и о возможности распоряжаться излишками в пределах местного оборота. Из этой одной меры развернулась вся новая экономическая политика, начиная с декрета ВЦИК от 21 марта 1921 года. «Новую экономическую политику мы проводим всерьез и надолго, но, конечно, не навсегда» (Ленин). Исходя из основной нашей задачи—увеличения количества продуктов,—«пролетариат идет на рост непролетарских (мелкобуржуазных и крупнобуржуазных) форм хозяйствования для того, чтобы сохранить, подкрепить, развить формы пролетарского хозяйства, социализированную крупную машинную индустрию» (Бухарин). Переход

к новой экономической политике в области промышленности совершался постепенно на протяжении двух лет. Нужно было увязать промышленное развитие с развитием сельского хозяйства в условиях свободы рынка. Нужно было приурочить к этой свободе рынка всю промышленную политику и организацию, обеспечить промышленности руководящую роль в новых условиях. «Взаимоотношение, какое существует у нас между рабочим классом и крестьянством, — говорится в резолюции XII Съезда партии,—опирается в последнем счете на взаимоотношение между промышленностью и сельским хозяйством. Свое руководящее положение рабочий класс может в последнем счете сохранить и укрепить не через аппарат государства, не через армию, а через промышленность, которая воспроизводит самый пролетариат. Партия, профсоюзы, союзы молодежи, наши школы и проч. имеют задачей воспитание и подготовку новых поколений рабочего класса. Но вся эта работа оказалась бы остроенной на песке, если бы не имела под собой растущей промышленной базы. Только развитие промышленности создает незыблемую основу пролетарской диктатуры».

Переход к нэпу в области промышленности проводился в следующей последовательности. Декретом СНК от 17 мая 1921 г. был отменен ряд постановлений, стеснявших развитие мелкой и кустарной промышленности. С этого декрета началась денационализация промышленности и освобождение ВСНХ от мелких предприятий. Постановлением ВЦИК от 30 июня 1921 г. было утверждено положение об экономических союзах—областных, губернских, уездных и волостных. В качестве инструкции для проведения нэпа СНК и СТО издали «Наказ местн. советским учреждениям» от 30 ноября 1921 г. Порядок сдачи в аренду предприятий, по дв. домов. ВСНХ, был определен постановлением СНК от 5 июля 1921 г.

По вопросу о проведении начал новой экономической политики в области крупной гос. промышленности был издан наказ СНК от 3 августа 1921 года. Предшественником первого декрета о трестах было постановление СНК от 12 августа 1921 г. под названием «Основные положения о мерах к восстановлению крупной промышленности и развитию производства», согласно которому наиболее крупные и технические оборудованные, целесообразно организованные и соответственно расположенные предприятия в данной отрасли промышленности могли быть соединяемы в особое объединение, организуемое на началах хоз. расчета. На тех же началах могли быть выделены и отделены предприятия. Расширяются права госуд. предприятий в области финансирования и распоряжения материальными ресурсами, с упрощенным сметным финансированием (декрет СНК от 16 августа 1921 года). В целях предоставления всем хоз. органам возможно большей самостоятельности при переходе на хоз. расчет, СНК 27 октября 1921 г. издает постановление о свободной реализации продукции предприятий, снятыми с государственного снабжения. Для оплаты труда рабочих и служащих, для заготовки сырья, топлива и пр. расходов такие предприятия получили право сбывать продукцию по рыночным ценам. Распределительные органы (Комиссия использования, Центральн. топливный комитет и другие) не имеют права требовать от этих предприятий безденежного отпуска готовых изделий, сырья, топлива и т. д., в отличие от такого права их по отношению к предприятиям, не снятым с гос. снабжения. Предпоследним декретом по денационализации промышленности является декрет ВЦИК и СНК от 10 декабря 1921 года «О предприятиях, перешедших в собственность республики». По этому декрету признаны национализированными все предприятия, к которым до 17 мая 1921 года фактически применена национализация, признаки которой: прием предприятия по приемочному акту, назначение заведующего или организация управления, расходование госуд. средств на ведение дела и охрану. Что касается мелких и кустарных предприятий, то они считаются собственностью государства, если предприятия эксплуатируются государством и если правительственные органы усилили их новым технич. оборудованием или снабжением. Все прочие предприятия принадлежат прежним их владельцам и м. б. использованы последними. Президиуму ВСНХ предоставляется право по ходатайству кооперативов и частных владельцев денационализировать находящиеся в руках государства мелкие предприятия с числом рабочих до 20 человек.

На таких основах перестраивала свою работу промышленность. С 16 января 1922 г. перешел на хоз. расчет транспорт (декрет СНК). Для регулирования развертывавшейся торговли при СТО была организована комиссия по внутренней торговле—по постановлению СНК от 9 мая 1922 года (Наркомвнуторг, как самостоятельный комиссариат, организован 9 мая 1924 года вместе с ликвидацией Наркомпрода). В январе

1923 года была организована комиссия по пересмотру трестов, 22 марта 1923 г. издан последний декрет о денационализации промышленности, которым был предоставлен 3-месячный срок для заявок, после чего денационализация предприятий прекращена. Наконец, в качестве завершающих переход к новой экономич. политике издаются два декрета о трестах: о крупных гос. трестах—10 апреля 1923 г. и о мелких гос. местных трестах—17 июля 1923 г.

С мая 1921 года начал работать третий состав президиума ВСНХ (до мая 1923 года) с П. А. Богдановым во главе (члены: И. Т. Смилга, С. П. Середя, А. Н. Долгов, В. Н. Ипатьев, Л. К. Мартенс). В связи с организацией СТО и Госплана, ВСНХ признается «хозяйственным органом, ведающим только организацией, восстановлением, регулированием и управлением обрабатывающей и добывающей промышленности». Работы по переводу промышленности на рельсы нэпа было достаточно. Функции объединения наркоматов нес теперь СТО. Неурожай 1921 года привел страну к жестокому голоду. Недостаток хлеба сильно ухудшил материальное положение рабочих. Еще 7 апреля 1921 года был издан декрет о натуральном премировании рабочих. Крестьянство захваченных засухой районов подверглось разорению и вымиранию. Кроме того, к осени 1921 года разразился сильный топливный кризис. Все это, вместе взятое, значительно ослабило промышленную и торговую оживление, начавшееся весной 1921 г. Однако промышленность продолжала перестраиваться. С мая проводилось в жизнь коллективное снабжение рабочих, срывавшееся продовольственным кризисом. Одновременно шло широкое введение сдельной оплаты труда. Зима 1921/22 г. прошла под знаком тяжелого и разорительного голода. В пораженных голодом деревнях население доходило до людоедства. Голодная смерть стала в это время нередким явлением. С этим временем совпало приглашение советского правительства на Генуэзскую конференцию. Однако и Генуэзская и Гаагская конференции, на которые возлагались надежды по привлечению иностранного капитала к восстановлению разрушенного народн. хозяйства, обнаружили, что международный капитал согласен дать советскому правительству кредиты лишь на совершенно неприемлемых для республики, кабальных условиях. Он требовал полного признания и уплаты старых долгов, а также восстановления частной собственности на ф-ки и землю. Это обстоятельство поставило перед страной задачу самостоятельно, без посторонней помощи, накапливать средства и ресурсы на восстановление разрушенного хозяйства. Вот откуда ведет начало задача индустриализировать страну. Однако блокада была уже окончательно ликвидирована, и началось развитие торговли с границей. В стране намечался промышленный подъем, вызванный первыми же признаками хорошего урожая 1922 г. Оживление, создавшееся с мая в форме увеличения гос. сделок, особенно сильно сказалось в июле и августе. К этому времени отно-

сится значительный рост производства в пищевой, текстильной и каменноугольной промышленности. Наоборот, кожевенная, сахарная и металлургическая промышленности находились в очень тяжелых условиях. Профсоюзы усилили тарифную работу и пытались создать максимальную увязку между заработной платой и производительностью труда. Начался переход к заключению коллективных договоров.

Результаты рестрирования промышленности к ноябрю 1922 г. были таковы: по 12 отраслям (электрической, швейной, текстильной, горной, полиграфической, химической, бумажной, деревообделочной, силикатной, металлургической, кожевенной и пищевой) было организовано 430 трестов, объединивших 4 144 предприятия с 976 942 рабочими. Основным вопросом, стоявшим в центре внимания ВСНХ, был вопрос о правильном разрешении организационной проблемы промышленности. Наиболее важная в этом отношении работа проделана названной выше Центральной комиссией ВСНХ по пересмотру трестов, на обязанности которой лежало пересмотреть все крупные гос. промышленные предприятия, отобрать те из них, к-рые наиболее рационально оборудованы, жизнеспособны, рентабельно расположены и, что важнее всего, м. б. максимально загружены. Кроме Центральной комиссии, органы ВСНХ на местах образовали также местные комиссии по пересмотру трестов при промышленных бюро и губ. советах нар. хоз.

Из всего числа гос. предприятий к середине 1923 г. в 478 трестов было объединено 3 561 предприятие с общим числом рабочих ок. 1 000 000 чел.; общее же количество рабочих составляло, по данным статистики ВСНХ, 1 450 000 чел.

Новая перестройка ВСНХ была предпринята в связи с утверждением Союзной конституции, принятой на сессии ЦИК СССР 6 июля 1923 г. и утвержденной II Съездом советов СССР 31 января 1924 г. ВСНХ выступает в качестве объединенного союзного наркомата промышленности. Положение, утвержденное 12 ноября 1923 г., возлагает на ВСНХ СССР регулирование, руководство и управление промышленностью, а также подведомственными ему торговыми предприятиями на территории СССР. Тресты были разделены на три группы: союзного, республиканского и местн. значения. К предметам ведения ВСНХ СССР относятся: а) общее регулирование госуд. промышленности и торговой деятельности предприятий ВСНХ, наблюдение за кооперативной и частной промышленностью; б) содействие развитию промышленности на территории Союза; в) общее руководство деятельностью ВСНХ союзных республик; г) управление государственными предприятиями общесоюзного значения, а также организация новых общесоюзных предприятий; д) составление производственного плана и бюджета промышленности; е) разработка вопросов организации производства и его рационализации, а также введение технич. улучшений; ж) разработка промышленного законодательства, издание инструкций, правил, обязательных постановлений и наблю-

дение за их исполнением; з) подготовка к сдаче промышленных предприятий в концессию; и) финансирование промышленности и ее организация; к) распоряжение капиталами предприятий; л) организация промышленной статистики совместно с Центральным статистич. управлением; м) организация научных ин-тов и учреждений для изучения различных вопросов промышленного хозяйства и руководство ими; н) созыв съездов и совещаний по вопросам промышленности и гос. торговли.

Структура аппарата ВСНХ была построена так: Председатель ВСНХ, Управление делами, Главное экономическое управление (при нем Промплан, утверждаемый председателем ВСНХ и председателем Госплана), Центральное управление гос. промышленности, Гл. управление военной промышленности, Гл. управление электр. промышленности, Научно-технич. отдел, Геологический комитет, Гл. геодезич. управление, Редакционно-издательский отдел. Одновременно ЦИК СССР утвердил и перечень предприятий общесоюзного значения, управляемых ВСНХ СССР. Центр. управлению гос. пром. совместно с Гл. управлением военной пром. и электротехн. пром. было подчинено 70 союзных трестов, охватывающих до $\frac{2}{3}$ промышленности СССР. Правовое положение трестов оформляется в ряде декретов: 10 апреля 1923 г., 17 июля 1923 г. и 12 августа 1923 г., к-рыми предусматривается и структура трестов: правление—ревизионная комиссия—директор 3-да. В общем эта структура продержалась до 1927 г., когда ревизионные комиссии были упразднены (со времени организации Главной инспекции).

Вопрос о взаимоотношениях треста и входящих в его состав фабрик и заводов имеет также большую историю. Комиссией Центрального к-та партии 1 июня 1923 г. были утверждены тезисы ВСНХ, носящие название «Основных положений по управлению промышленными предприятиями». Эти положения предусматривают юридич. оформление взаимоотношений между правлениями трестов и директорами отдельных предприятий, входящих в тресты. Теперь взаимоотношения были точно сформулированы, определено очерчен круг компетенции правления и директоров, при чем директорам предоставлена казавшаяся по тем временам достаточной административно-хоз. инициатива, им было обеспечено участие в составлении производственных планов их предприятий. В дальнейшем жизнь показала, что с развитием народного хозяйства и ростом промышленности этих прав было недостаточно, и вопрос о раскреплении низших звеньев производственной цепи пересматривался несколько раз. Следующим актом было положение о взаимоотношении треста и предприятий от 18 ноября 1923 г., затем—положение ВСНХ от 14 мая 1924 г. «Об управлении заводием», и, наконец, окончательно этот вопрос оформился в разделе IV Положения о гос. промышленных трестах, утвержденного ВСНХ 29 июня 1927 года (ср. ниже). Вопрос встал и начал прорабатываться с тех пор, как выдвинулась задача удешевления себестоимости

заводской продукции и рационализации производства, к-рой нельзя было разрешить без увеличения прав заводууправлений и директоров з-дов, без расширения их свободы и самостоятельности. В качестве явления, затормозившего работу промышленности, следует отметить в 1923 г. осенний кризис сбыта. На почве расхождения между ценами на продукты промышленности и сельского хозяйства рыночное оживление, наблюдавшееся в течение зимы 1922 г., сменилось застоём. В связи с этим хоз. органы начали продавать рабочим и служащим в кредит одежду, обувь и мануфактуру. Стремление ликвидировать финансовый кризис привело государство к сильному сокращению штатов своего организационного аппарата. Кризис сбыта 1923 г. выдвинул с исключительной остротой проблему регулирования промышленности.

После назначения А. И. Рыкова председателем СНК СССР в ВСНХ образовался новый (пятый) состав президиума с Ф. Э. Дзержинским во главе (члены: Г. Л. Пятаков, П. А. Богданов, М. П. Владимиров, В. Н. Манцев, В. И. Межлаук, А. И. Юлин, А. Н. Долгов, Г. И. Ломов, А. П. Чубаров). Этот президиум проработал с февр. 1924 г. по сентябрь 1926 г. Преодолев «ножницы» в области отпускных цен промышленности, ВСНХ переходит затем в 1925 г. к нажиму на розничные цены, стремясь рядом административных (напр. приказ 1 ноября 1925 г. о борьбе со спекуляцией) и экономических мероприятий овладеть рынком и занять на нем господств. положение. Всю работу промышленности ВСНХ направил под углом смычки города с деревней. К этому времени общее положение нар. хозяйства начинает выправляться. Единый с.-х. налог объединил все падающие на крестьянск. хозяйство налоги, а 11 дек. 1923 года СНК постановил прекратить взимание с.-х. налога натурой. Подготавливавшаяся к этому времени денежная реформа была проведена декретом СНК 20 февраля 1924 г. о твердой валюте. Как пережиток эпохи военного коммунизма был ликвидирован Наркомпрод и заменен был организацией Наркомвнуторг (Постановление ЦИК СССР от 9 мая 1924 г.).

Параллельно с перестройкой управления промышленностью на началах коммерческого расчета ВСНХ стал перестраивать всю систему сбыта промышленных изделий и заготовки сбыта своих предприятий. Если в 1921 г. в ВСНХ был единый снабжающий аппарат—Совет снабжения и распределения (позднее—Центроснаб), который образовался путем слияния учетно-распределительных органов эпохи военного коммунизма (наковы: Продрасмет, Химснабжение, Главтоп, Комиссия использования и органы на местах—облснабы, губснабы), то они сначала сменились Центральным торговым отделом ВСНХ с губторгснабами на местах. А дальше, с развитием товарооборота, ростом производства, с разделением промышленного капитала на производственный, денежный (организация Промышленного банка ВСНХ в 1922 г.) и торговый, все эти органы заменяются торговыми объединениями самих трестов в виде синдикатов и торгов. ВСНХ

стал организовывать эти объединения в добровольной форме, но часть была объединена в полупринудительном порядке, каковы: Нефтяной синдикат, Соляной синдикат и др. Синдикаты сначала образовались в области легкой индустрии—текстильной, спичечной, соляной, кожаной, табачной, швейной и т. д. Синдицирование тяжелой индустрии началось позднее—с 1926 г.

Значение синдикатов для промышленности состоит в том, что они помогли упорядочить торговую деятельность предприятий, шире развернуть сбыт, организовать плановые заготовки сырья, увязать промышленность с зарубежными рынками. Но самое важное заключается в том, что ВСНХ при помощи синдикатов имел возможность собирать промышленность и значительно легче ею управлять уже не только путем приказов и запрещений, а в другой форме—связи экономическою, маневрируя в области сбыта, финансов и кредита, используя взаимную заинтересованность синдикатов и трестов. Весь этот процесс перехода от прежней главкистской централизации к новой централизации на синдикатских началах совершился на протяжении 1921—1924 годов. В декабре 1924 года ВСНХ созвал расширенное совещание президиумов ВСНХ союзных республик, советов нар. хозяйства и промбюро областей. На совещании были подведены итоги реорганизации торговой деятельности промышленности и взаимоотношений синдикатов с НКВнуторгом, был поставлен вопрос о поднятии производительности труда и признана необходимость разработки мероприятий по воспроизводству основного капитала. В лице расширен. совещания органов ВСНХ возродилась прежняя система съездов советов нар. хозяйства (III Съезд—в январе 1920 г., IV Съезд—в мае 1921 г.), и по своему значению оно м. б. названо V Съездом советов нар. хозяйства.

Уже с начала 1924 г. намечается исчерпание старого оборудования. Заканчивался восстановительный период в промышленности, и вставал вопрос о постройке новых заводов, о воспроизводстве основного капитала. Когда во второй половине 1923/24 г. обнаружилось оживление спроса и производственные программы на 1924/25 г. стали выработываться под углом зрения расширения емкости рынка и усиленного темпа промышленного развития, изношенность основного капитала промышленности и ее предельные производственные возможности, естественно, стали в центре внимания. Результаты законченного к тому времени пересмотра бездействующих предприятий показали, что они представляют весьма слабый резерв, на который нельзя возлагать больших надежд, и не позже чем к 1926/27 г. промышленность окажется в весьма затруднительном положении. Поэтому 27 марта 1925 г. при ВСНХ постановлением СТО СССР было организовано «Особое совещание по восстановлению и расширению основного капитала промышленности» (ОСВОК), к-рому были поручены: разработка перспективного плана развертывания промышленности, изучение производственно-технического состояния госпредприятий, разработка

вопросов организации новых производств, установление финансовых ресурсов, установление методов оценки основного капитала и общее наблюдение за проведением инвентаризации. В мае 1925 г. второе расширенное совещание президиума ВСНХ СССР с местными органами (к-рое можно назвать VI Съездом советов нар. хозяйства) утвердило порядок работ ОСВОК по выработке плана развертывания промышленности, и работа ОСВОК продолжалась до 1926 г., вылившись в пятилетние (1925/26—1929/30 годы) гипотезы развития промышленности (по отдельным отраслям издано 29 книг). Наряду с проблемой количественного увеличения промышленной продукции перед ВСНХ встал вопрос о качестве продукции. Здесь имелись уже нек-рые достижения. Из организационных мероприятий в области промышленности надо отметить изменение структуры ВСНХ. Постановлением ЦИК и СНК 12 июня 1925 г. ВСНХ дополнен новым Управлением металлург. промышленности, Управление делами реорганизовано в Админ.-финанс. управление, а Ред.-издат. отдел—в Центральное управление промышленной пропаганды и печати.

На протяжении 1925 г. ВСНХ совместно с профсоюзами развернул новую кампанию по поднятию производительности труда. Первые мероприятия были направлены по линии поднятия трудовой дисциплины, «создания воли к труду» и повышению интенсивности труда. Здесь были достигнуты большие результаты. Одновременно с этим началась работа по рационализации процессов труда. Был устранен целый ряд недостатков и несообразностей в производственной жизни предприятий, и в значительной мере было оздоровлено производство. Производственные совещания и сдельщина выявили и помогли изжить огромное количество дефектов, которых раньше не замечали, к которым привыкли. Проведен был и ряд мероприятий более крупного значения, имевших большой экономич. результат—сокращение ассортиментов, специализация предприятий, концентрация их. На ряде предприятий удалось изжить недостаточную нагрузку. Однако работа по поднятию производительности труда, чем дальше, тем становится сложнее, т. к. дальнейшее развитие упирается в необходимость технич. переоборудования. Крупные мероприятия по рационализации производства (см. ниже), на к-рые перенесен центр тяжести работы по повышению производительности труда, тоже требуют часто значительных затрат.

В связи с вопросом о поднятии производительности труда встал во весь рост вопрос о воспроизводстве квалифицированной рабочей силы. Рост и расширение производства начали обгонять поступление новых квалифицированных кадров в промышленность; ВСНХ в приказе от 28 февраля 1925 г. «О подготовке квалифицированной рабочей силы» наметил ряд мероприятий, которые должны были на основании пятилетнего, примерно, плана, по отраслям производства и по каждой специальности и профессии, выявить количество квалифицированной рабочей силы, необходимое для пол-

ной нагрузки предприятий, для полного удовлетворения потребности населения в продукции соответственного производства и для полного удовлетворения внутреннего рынка и экспортной программы-минимум. Работа по выявлению рабочей силы должна также значительно облегчить работу по выяснению потребного технического и руководящего персонала и сделать возможным анализ сети наших высших и средних технических уч. заведений под этим углом зрения (еще в 1920 г. ВСНХ предьявил Главпрофобру требование на 2 000 инженеров). Предварительная работа по определению основного типа инженера-экономиста и инженера-индустриалиста была уже выполнена ВСНХ в 1925 г. и передана на рассмотрение Гос. ученого совета. Вопрос о типе инженера для промышленности с этого времени не перестает занимать ВСНХ до самого последнего времени, и летом 1928 г. привел к передаче части втузов из Наркомпроса в ведение ВСНХ (ср. ниже). В интересах повышения качества продукции и поднятия производительности труда была опубликована инструкция СТО от 20 июля 1925 года «О порядке приобретения гос. учреждениями и предприятиями патентов на изобретения», 2 августа 1925 года ВСНХ издал приказ «О мерах поощрения рабочего изобретательства на фабриках и заводах», а 15 сентября 1925 г. СТО утвердил два положения: «О К-те по стандартизации при СТО» и «О Центральном бюро по стандартизации при НКРКИ СССР». К-т по стандартизации руководит работой союзных ведомств по установлению стандартных форм, размеров, типов, спецификаций и технических условий для различных материалов и изделий, утверждает и публикует как обязательные, так и рекомендуемые стандарты, устанавливает связь с иностранными организациями по стандартизации и т. д. Бюро же производит предварительное согласование и рассмотрение работ по стандартизации, ведет наблюдение за исполнением постановлений К-та по стандартизации и выполняет все функции секретариата этого К-та. Промышленные стандарты разрабатываются в ВСНХ и утверждаются К-том.

IV. ВСНХ в период реконструкции промышленности и индустриализации всего нар. хозяйства.

Поворотным пунктом в развитии ВСНХ, как и в развитии всего народного хозяйства, были решения XIV партийного съезда (декабрь 1925 г.) об индустриализации страны, предписывающие: «вести экономическое строительство под таким углом зрения, чтобы СССР из страны, ввозящей машины и оборудование, превратить в страну, производящую машины и оборудование; чтобы т. о. СССР в обстановке капиталистич. окружения отнюдь не мог превратиться в экономич. придаток капиталистич. мирового хозяйства, а представлял собою самостоятельную экономическую единицу, строящуюся по-социалистически и способную, благодаря своему экономическому росту, служить могучим средством революционизирования рабочих всех стран и угнетен. колоний и полуколоний». Этот новейший период в истории

деятельности ВСНХ характеризуется окончательным завершением восстановительного процесса в промышленности и переходом ее на более высокую стадию развития—радикального переоборудования существующих и постройки новых ф-к и заводов, организуемых по последнему слову техники.

С течением времени в работе ВСНХ все больше и больше отводится места задачам плановой увязки отдельных отраслей промышленности между собою в их перспективном развитии, а равно и всей промышленности в целом, с остальными частями народного хозяйства. Таким обр. встала задача составления многолетних промышленных

технических ин-тов к нуждам промышленности и создаются новые ин-ты (ср. ниже).

Внутри самой гос. промышленности осуществляются мероприятия, которые должны обеспечить рост производительности труда, для чего проводится новая кампания по поднятию производительности труда. Начиная с 26 февраля 1926 года проводится режим экономии. СТО 18 мая 1926 года издает постановление о поднятии производительности труда в промышленности и на транспорте; ЦИК и СНК 11 июня 1926 г. издают постановление о режиме экономии для усиления внутренних ресурсов социалистич. накопления, дополненное постановлением

Табл. 2.—Положение промышленного экспорта в общей структуре экспорта (по всем границам).

Объекты экспорта	1923/24 г.		1924/25 г.			1925/26 г.			1926/27 г.		
	В тыс. р. по соврем. ценам	В % к итогу	В тыс. р. по соврем. ценам	В % к итогу	В % к пред. г.	В тыс. р. по соврем. ценам	В % к итогу	В % к пред. г.	В тыс. р. по соврем. ценам	В % к итогу	В % к пред. г.
Весь промышл. экспорт	158 278	30,3	216 206	38,7	136,6	247 521	36,6	121,1	298 839	38,8	120,7
В том числе: лес	70 436	13,5	72 689	13,0	103,2	58 240	8,6	80,1	79 777	—	137,0
нефть	37 345	7,2	66 612	11,9	178,4	75 969	11,2	114,0	89 213	—	117,4
марганец	14 366	2,7	17 891	3,2	124,5	21 285	3,2	119,0	24 090	—	113,2
сахар	6 560	1,3	13 964	2,5	212,9	18 962	2,8	135,8	4 215	—	—
изделия пр. пром. товары	9 538	1,8	16 871	3,0	176,0	30 302	4,5	179,6	31 195	—	—
Весь с.-х. экспорт	20 033	3,8	28 179	5,1	140,7	42 763	6,3	151,8	70 349	—	—
В том числе: хлеб	364 357	69,7	342 426	61,3	94,0	429 099	63,4	125,3	471 704	61,2	109,9
Итого	191 977	36,7	52 456	9,4	27,3	160 103	23,7	305,2	207 192	—	129,4
Итого	522 635	100,0	558 632	100,0	106,9	676 620	100,0	121,1	770 543	100,0	113,9

планов, в частности — пятилетнего плана развития промышленности, нашедшая первое выражение в работах ОСВОК. В этот же период ВСНХ закладывает и материально-технические основы индустриализации, начинает интенсивнейшим образом развращать внутреннее машиностроение, создает целый ряд новых производств и перестраивает внешнеорговые связи с различными рынками через специальные экспортно-импортные общества (Экспортлес, Промэкспорт, Химимпорт, Металлоимпорт,

18 июля 1926 года. К этой же группе мероприятий относятся приказы ВСНХ 17 июня 1926 г. о мерах к сокращению числа комиссий и совещаний и 10 июля 1926 г. об улучшении работы ВСНХ и устранении бюрократизма в работе органов промышленности.

Среди других задач, разрешенных в этот период, надо указать на реорганизацию всей остановки капитального строительства. Устанавливается порядок прохождения и утверждения проектов новых металлических заводов, учреждается Гипромет (Гос. ин-т

Табл. 3.—Положение промышленного импорта в общей структуре импорта (по всем границам).

Объекты импорта	1923/24 г.		1924/25 г.			1925/26 г.			1926/27 г.		
	В тыс. р. по совр. ценам	В % к итогу	В тыс. р. по совр. ценам	В % к итогу	В % к пред. г.	В тыс. р. по совр. ценам	В % к итогу	В % к пред. г.	В тыс. р. по совр. ценам	В % к итогу	В % к пред. г.
Весь промышл. импорт	366 579	83,4	470 925	65,1	128,5	590 503	78,1	125,4	607 758	85,3	102,9
В том числе: оборуд. пром.	18 980	4,3	50 387	7,0	265,5	84 265	11,1	167,2	150 403	21,1	139,8
потреб. трансп.	29 472	6,7	20 987	2,9	71,2	23 308	3,1	111,1	329 090	46,2	120,1
сырье	223 645	50,9	244 071	33,7	109,1	273 878	36,2	112,2	91 177	12,8	62,5
полуфабрикаты	75 994	17,3	112 927	15,6	148,6	145 922	19,3	129,2	5 584	0,8	150,3
топливо	6 330	1,4	837	0,1	13,2	3 715	0,5	443,8	31 504	4,4	53,0
потреб. сел. хоз. в том чис. с.-х. маш. и тракт.	12 158	2,8	41 716	5,8	343,1	59 413	7,9	142,4	23 794	3,3	48,7
Весь потреб. импорт	6 064	1,4	32 242	4,5	531,7	48 430	6,4	151,6	82 893	11,6	54,0
Прочие товары	68 563	15,6	240 395	33,2	350,6	153 492	20,3	63,8	22 040	3,1	51,9
Итого	4 230	1,0	12 181	1,7	288,0	12 337	1,6	101,3	712 691	100,0	94,2
Итого	439 372	100,0	723 501	100,0	164,7	756 332	100,0	104,5	712 691	100,0	94,2

Текстильторг и другие), чем подводится база под индустриализацию (см. табл. 2 и 3). Точно так же в интересах индустриализации проводится приспособление научно-

проектирования металлостроительных заводов), организуется научная экспертиза проектов, привлекается иностранная техническая помощь, создаются специальные строительные орга-

низации в разных отраслях промышленности и т. д. СТО 24 мая 1926 г. издает постановление «О проектах промышленного строительства, подлежащих утверждению ВСНХ СССР», СНК 12 июня 1926 г.—«О льготных условиях допущения иностранного капитала к производству строительных работ в СССР» и, наконец, ЦИК и СНК 24 июля 1926 года—«Об общем порядке утверждения промышленных строительных проектов, производимых ВСНХ и подведомственными ему предприятиями». Параллельно с задачей максимального бережного отношения и производительно использования всех имеющихся наличных средств ВСНХ ставит перед промышленностью задачу снижения себестоимости в целях создания внутри самой промышленности новых масс прибавочного продукта, опираясь на который, в самой промышленности можно было бы иметь базу для расширенного воспроизводства основного капитала. Здесь в основу положена целая система мер: а) всемерная рационализация производственно-технических процессов в промышленности, б) материальная заинтересованность предприятий в удешевлении себестоимости и в) намеченная реформа управления промышленностью снизу доверху путем его упрощения и улучшения на основе децентрализации управления при централизации планирования. Эта реорганизация ВСНХ проведена уже после смерти Ф. Э. Дзержинского новым составом президиума ВСНХ во главе с В. В. Куйбышевым (члены: Э. И. Квицинг, М. Л. Рухимович, А. П. Серебровский, В. Н. Манцев, А. Ф. Толоконцев, В. И. Межлаук, А. Б. Штерн, А. Н. Долгов).

Одним из последних намерений Ф. Э. Дзержинского было объединение ВСНХ и Наркомторга, создание объединенного Комиссарната торговли и промышленности. «Я не раз приходил,—сказал т. Дзержинский в последней речи,—к председателю СТО и СНК и говорил: дайте мне отставку или передайте мне Наркомторг, или передайте мне из Госбанка кое-что, или передайте мне и то и другое... я уверен глубочайшим образом, что, если бы Наркомторг был в одном комиссарнате с нами, мы гораздо скорее двинули бы дело снижения розничных цен и улучшения аппарата».

Последняя реорганизация центрального аппарата ВСНХ вызвана расширением и усложнением задач управления промышленностью. Те задачи, к-рые за последнее время стояли перед ВСНХ, к этому периоду можно было считать разрешенными. В процессе работы основных органов ВСНХ оформлено управление капиталами промышленности, разграничены взаимоотношения между трестами и предприятиями, синдикатами и торгами; выработаны правила отчетности трестов и синдикатов; организованы калькуляционные работы по всей промышленности, а также выполнен ряд других крупных работ в области использования экспортно-импортных планов, использования иностранных кредитов, руководства и регулирования политикой цен, увязки работы промышленности с кооперацией и т. д. По мере разрешения этих

задач поступательный ход развития промышленности и всего народного хозяйства СССР выдвигает новые, более широкие задачи, для разрешения которых существующая структура ВСНХ представляется уже не вполне пригодной. В процессе разрешения этих задач ВСНХ неоднократно приходилось производить некоторые изменения своего организационного аппарата. Но эти изменения носили частичный характер и не могли устранить несоответствий между новыми задачами народного хозяйства, поставленными XIV Съездом партии, и старыми организационными формами. Реорганизация аппарата ВСНХ в докладе председателя ВСНХ, т. Куйбышева, в СНК 24 августа 1926 года намечалась по трем основным линиям: по линии усиления функций планирования промышленности, по линии более широкого охвата руководством отдельных отраслей промышленности и, наконец, по линии расширения функций регулятивного органа ВСНХ, ведающего вопросами текущей промышленной политики. Опыт работы показал, что планирование выходит уже за пределы руководства только годовой плановой деятельностью предприятий и органически связывается с более отдаленными перспективами социалистического строительства. Госпромышленность практически подошла к исчерпанию своего основного капитала на 100%. Наряду с проблемой управления и улучшения существующих предприятий возникает проблема создания в плановом порядке новых промышленных предприятий, проблема капитальной реконструкции существующих, создания промышленных организмов такой мощи и качества, которые были бы достаточной базой социалистического преобразования страны. Задачи перспективного планирования и органич. претворения его в годовой текущей оперативной работе требуют соответственного аппарата промышленности, приспособленного для достижения этих целей. В связи с этим встает вопрос о преобразовании планово-отчетного управления в плановое управление, с выделением из него специальных отчетных и регулятивных функций и с передачей их другим управлениям. С другой стороны, плановое управление, как орган, имеющий целью планирование всей промышленности в целом и разработку перспективных планов промышленного развития, должно включать в круг своих задач общую увязку планов и контроль над их выполнением. Таким образом в состав планового управления должны входить секции: промышленных ресурсов, промышленной географии, энергетики, сельского хозяйства и учета. В связи с изменением функций планового управления основные задачи Главного экономич. управления, как регулятивного органа, решено было расширить и в составе экономич. управления образовать финансово-экономический отдел, которому передать, помимо общефинансовых вопросов, также общие вопросы в области промышленности и экономики. Пром.-экономический совет Главного эконом. управления (ГЭУ), который раньше ведал этими вопросами, по образованию

фин.-эконом. отдела упразднен, и в ГЭУ был создан самостоятельный транспортн. отдел. Т. о. ГЭУ включает следующие отделы: финансово-экономический, правовой, экономики труда, стандартизации и рационализации, комиссию по рабочему изобретательству, торговой политики, иностранный, профессионально-технического образования, кустарной и кооперативной промышленности, строительный, статистический, национальный и транспортный. Кроме ГЭУ и Промплана в аппарате ВСНХ организуются два управления: Научно-техническое и Отчетно-ревизионное. В области руководства отдельными отраслями промышленности перед ВСНХ встает новая задача—более широкого охвата всей промышленности. В результате двухлетней работы Цугпрома была выполнена задача создания единого управления предприятиями общесоюзного значения. ВСНХ выходит из замкнутого круга предприятий только общесоюзного значения и начинает вовлекать в орбиту своей планирующей и регулирующей деятельности всю промышленность, в том числе республиканскую и местную. Для выполнения этой задачи Цугпром был заменен системой главных управлений, охватывающих в совокупности все промышленные отрасли, подчиненные прежде Цугпрому. В окончательном виде реорганизация ВСНХ была намечена и проведена приказом по ВСНХ от 4 сентября 1927 г.

Общее руководство ВСНХ стало осуществляться председателем ВСНХ, к-рый руководит работой президиума в составе 11 членов (включая председателя и двух его заместителей) и Совета в составе 85 членов. В состав совета входят представители наиболее крупных отраслей промышленности, представители крупных промышленных и сырьевых районов и областей, представители Наркомторга, Наркомтруда, Центросоюза и ВЦСПС, персонально назначаемые СНК СССР.

Вопрос о долгосрочном кредитовании промышленности разрабатывался на большом протяжении времени, при чем первое оформление его в 1926 г. выразилось в учреждении Отдела долгосрочного кредитования промышленности (ОДК) при Промбанке. В третьем квартале 1927 года СНК издал постановление «О мероприятиях по организации долгосрочного кредитования и финансирования промышленности». К этой же группе мер относится выпуск, по постановлению ЦИК и СНК 24 августа 1927 года, государственного внутреннего займа индустриализации народного хозяйства, имевшего большой успех и покрытого с избытком. В 1923 году выпущен 2-й заем индустриализации на сумму 500 млн. руб. (в 2½ раза больше, чем первый), в задачу которого входит охват и сельского хозяйства.

В целях дальнейшего раскрепощения промышленной системы, 29 июня 1927 г. СНК было утверждено разработанное ВСНХ новое Положение о государственных промышленных трестах, устанавливающее организационные формы управления промышленностью в соответствии с новыми народнохозяйственными задачами. Определяя по-

нятие государственных промышленных треста, новое Положение упраздняет ранее действовавшую формулу о работе треста с целью извлечения прибыли, устанавливая, что деятельность треста протекает на основе коммерческого расчета в соответствии с плановыми заданиями. Усиливая т. о. плановое начало в управлении промышленностью, новое Положение вводит в то же время чрезвычайно важные изменения в организационные формы трестов. Положение расширяет права треста в области самостоятельного дооборудования, переоборудования, капитального ремонта предприятий и т. д. и распоряжения имуществом на основе утвержденного промышленно-финансового плана, в то же время ограждая тресты от мелочной опеки выше стоящих учреждений. Права учреждений, в ведении которых находятся те или иные тресты, ограничиваются общим руководством и планово-регулирующими функциями. Вне оговоренных в законе моментов тресты проводят свою оперативную и административную работу совершенно самостоятельно. Большая самостоятельность придана также и предприятиям, входящим в состав треста. Директор, непосредственно управляющий отдельным производственным предприятием, действуя на началах единоличия в пределах предоставленных ему правлением треста полномочий, имеет право открывать по данному предприятию на имя треста текущие счета в кредитных учреждениях, выдавать векселя и т. д. Положение особо подчеркивает, что никакие органы и лица, кроме тех, к-рым это право предоставлено действующими законами и уставом треста, не имеют права вмешиваться в административную и хозяйственную жизнь предприятия, входящего в состав треста, а также требовать сведений и отчетов. Существенное значение в новом Положении имеет пункт, устанавливающий, что полученная в результате деятельности предприятия (без понижения качества продукции) экономия, выражающаяся в разнице между себестоимостью продукции, установленной в наряде-заказе на основании предварительной калькуляции, и действительной себестоимостью, установленной на основе окончательной калькуляции,—в определенной части поступает в распоряжение директора. При этом, согласно Положению, особой инструкцией определяется, на какие цели и в каком порядке расходуются эта часть экономии. Этот момент, поднимая коллективную заинтересованность каждого производственного предприятия в общих результатах работы, тем самым является стимулом к всемерной рационализации производства. В области торговой деятельности треста новое Положение устанавливает, что товары, цены на которые не нормированы, отпускаются по ценам, устанавливаемым трестом по соглашению с покупателями или продавцами. Обязательные же для треста отпускные цены устанавливаются учреждением, в ведении к-рого находится трест, с соблюдением действующих законов. Государственное регулирование отпускных цен ограничивает т. о. право трестов самостоятельно устанавли-

ливать продажную цену, подчиняя их коммерческие интересы соображениям общественного порядка. Положением допускается занаряживание продукции треста в пользу гос. органов по ценам ниже рыночных, но не ниже себестоимости с начислением средней прибыли. Список общесоюзных предприятий был еще раз пересмотрен в целях наиболее целесообразного распределения их между союзным ВСНХ и ВСНХ союзных республик и утвержден постановлением ЦИК и СНК 6 июля 1927 г.

V. Новейший период: усиленной рационализации и сокращения рабочего дня.

Наконец, последним и важнейшим постановлением в области промышленности и работы ВСНХ, открывающим новую эпоху их развития, является манифест юбилейной сессии ЦИК СССР от 15 октября 1927 года: «В отношении производственных фабрично-заводских рабочих обеспечить на протяжении ближайших лет переход от восьмичасового рабочего дня к семичасовому рабочему дню без уменьшения заработной платы, для чего обязать президиум ЦИК и СНК СССР приступить не позже чем через год к постепенному осуществлению этого постановления по отношению к отдельным отраслям промышленности, в соответствии с ходом переоборудования и рационализации фабрично-заводских предприятий и ростом производительности труда». Для разработки вопроса о введении семичасового рабочего дня была образована 11 ноября 1927 года Правительственная комиссия. Трудности перевода заключаются в том, что за счет уменьшения продолжительности рабочего времени на $\frac{1}{8}$ нужно на такую же величину увеличить выработку (на $12\frac{1}{2}\%$), без чего не может быть сохранен прежний уровень заработной платы. Здесь уже с полной очевидностью выступает необходимость и неизбежность рационализации производственного процесса, и становится ясным значение экономного расходования средств, снижения себестоимости для расширения сбыта и т. п. мероприятий. В этом постановлении правительства под технич. реконструкцию подведена определенная экономич. база, а для техники дана принципиально новая установка (вне погони за голой прибылью) и поставлена сложнейшая, интереснейшая, но и благодарная задача, к-рая должна двинуть наше технич. развитие значительно дальше, в сравнении с состоянием его при капиталистическом строе.

Работавший в декабре 1927 г. XV Съезд партии конкретизировал задачи индустриализации народного хозяйства и наметил директивы по составлению нового пятилетнего народно-хозяйственного плана, где должно быть увязано развитие промышленности с возможно более быстрым темпом развития сельского хозяйства, современное положение которого таково, что в одной трети мелких крестьянских дворов из-за нерентабельности невыгодно содержание даже лошади, не говоря уже о том, что и для сельского хозяйства, как и для промышленности, действительным является закон о понижении себестоимости и затраты труда на

единицу продукта по мере укрупнения хозяйства. Здесь важно подчеркнуть, что коллективизация сельского хозяйства и создание крупных советских, в первую очередь — зерновых, хозяйств, контрактация крестьянских посевов и т. п. мероприятия по концентрации с.-х. производства, поднятие индивидуального крестьянского хозяйства на основе новейшей машинной техники и другие шаги, пре принятые в развитие положений XV Съезда партии, находят базу в том курсе, который уже был намечен раньше, еще на XIV Съезде, в направлении индустриализации страны, развития тяжелой индустрии и производства средств производства, так как без собственного машиностроения нельзя обеспечить нужный для страны темп развития товарности сельского хозяйства.

Согласно постановлению XV Съезда партии, основным орудием поднятия нар. хозяйства должна явиться «самая энергичная, самая напряженная работа по рационализации», — по рационализации индустрии, в первую очередь, — рационализации торгового аппарата, рационализации государственного аппарата и т. п.».

Работы по рационализации производства, которые по линии ВСНХ СССР находятся в ведении отдела рационализации и стандартизации Научно-технического управления (см. схему), вышли из стадии предварительных разрозненных начинаний отдельных предприятий и трестов и переходят в настоящее время в стадию широкой и плановой реконструкции промышленности. Это обстоятельство ставит на очередь вопрос о планомерном руководстве ими, об объединении их в стройную систему мероприятий, увязанных с общим перспективным планом развития промышленности. Среди наметившихся направлений в области рационализации советского промышленного хозяйства и в ряду крупных конкретных мероприятий д. б. названы следующие. Прежде всего организовано тщательное изучение состояния промышленности для определения главнейших потерь в производстве и для создания предпосылок к составлению плана узловых мероприятий по рационализации и реконструкции пром. хозяйства. До сих пор планы по развитию хозяйства обосновывались статистико-экономич. показателями количественного и качественного роста. Теперь, по определению XV Съезда партии, в планы д. б. включаемы показатели основных технико-производственных линий развития промышленности и показатели конкретных рационализаторских мероприятий. Планы должны стать фактором технической революции, должны говорить о способах повышения утилизации наличного оборудования, о рациональном использовании существующих и о нахождении новых видов сырья, топлива, материалов. В промышленности накопился уже достаточный опыт по научной разработке организационных вопросов: для хозяйственников и для трудящихся масс стало ясным и на опыте проверенным положение, что простая установка даже новейшего оборудования сама по себе еще не обеспечивает полного производственного эффекта и что последний

зависит от подготовки всей окружающей обстановки. С организационной точки зрения главной задачей промышленности является построение такой системы, чтобы производственные, снабженческие и распределительные предприятия работали, как единый механизм, согласованный с остальными отраслями народного хозяйства. Для разрешения этой проблемы начали в широком масштабе применяться, как более эффективные, методы серийного и массового производства, концентрация производства, отбор наиболее сильных и организационно-здоровых предприятий, специализация по продукции и районам, кооперирование, комбинирование предприятий, разделение труда между отдельными производствами и т. д. В связи со специализацией сильное развитие получила *стандартизация* (см.), которая облегчает переход на массовое производство, ведет к типизации изделий и сокращению товарных ассортиментов. Особенно большое значение и развитие получает, как основа для стандартизации всех остальных отраслей, стандартизация в отраслях производства средств производства. Промышленность играет в стандартизации доминирующую роль, сосредоточивая у себя разработку подавляющего большинства всех стандартов: так, из 323 утвержденных на 1 августа 1928 года общесоюзных стандартов—300 стандартов, т. е. 93%, разработаны и внесены промышленностью через ВСНХ СССР. (По количеству утвержденных стандартов СССР в настоящее время обогнал ряд капиталистических стран, уступая лишь Германии, С.Ш.А. и Англии, где работы начались раньше: в Англии с 1902 г., в Германии с 1917 г., и т. д.) Поставлены на очередь мероприятия против недостаточного рационального использования технических сил и оторванности их от новейшей техники и достижений З. Европы и Америки, а также для повышения уровня их технич. и организационных знаний.

Подчеркивая трудности работ по рационализации, Плечум ЦКК (сент. 1928 г.) замечает: «для создания на предприятиях условий, наиболее благоприятствующих развитию творчества и инициативы со стороны технического руководящего персонала, а также и широких рабочих масс, предложить органам ВСНХ, согласованно с ВЦСПС, проработать вопрос об узаконении в определенных пределах производства и рационализаторских мероприятий и системы премирования инженерно-технического персонала, отдельных рабочих и групп их за фактические достижения—в изыскании новых производственных методов, в сокращении расходов сырья и материалов, в проведении организационно-технических работ, обуславливающих: повышение производительности труда, увеличение выпуска, снижение себестоимости и улучшение качества продукции. При этом каждая премия должна назначаться за вполне конкретные, точно указанные достижения. Наряду с материальным премированием должен быть разработан вопрос о системе специальных карт, выдаваемых инженерно-техническому и руководящему персоналу, куда должны вноситься наилучшие их достижения в деле рационализации производства (профессиональный рекорд)». В. В. Куйбышев по этому поводу говорит: «Производственный риск должен быть допущен и даже поощряем, иначе мы неизбежно встанем перед консерватизмом научно-технич. мысли, перед излишней технической осторожностью, известным «застоем» в техническом прогрессе».

В промышленности имеются достижения по вопросам внутренней организации производства, по анализу и изучению существую-

щих форм управления промышленностью; имеются достижения и в области работ по улучшению технолог. процессов, по организации внутризавод. транспорта и контроля, по перестройке производства по принципу непрерывного потока (иногда в смысле частичного применения конвейерной системы—для отдельных частей производства по мере создания на месте организационно-технич. к тому предпосылок); по рационализации вспомогательн. и обслуживающих хозяйств (централизация инструментального дела, реорганизация складского хозяйства и снабженческ. дела, широкое применение новых приспособлений, улучшение транспортных средств); по рационализации энергетич. хозяйства (улучшение эксплуатации наличн. установок, упорядочение топливоснабжения, использование отбросов и отходов производства, комбинирование работы тепловых и силовых установок для повышения их эффективности); по введению целесообразн. и сравнимых форм калькуляции (для получения показателей эконом. состояния производства и отдельных его частей); по повышению качества бухгалтерского и техничesk. учета и его упрощению (доступность для широких кругов хозяйственников и производственников). С другой стороны, в области повышения производительности и улучшения условий труда в промышленности накоплен опыт по подготовке рабочей силы (введение научно-разработанных методов производственного обучения в соответствии с новыми условиями труда в производстве); по повышению трудовой дисциплины; по сокращению прогулов и простоев; по уменьшению текучести рабочего состава; по техничesk. нормированию (детальное изучение рабочего процесса, оборудования и обстановки труда, переход от суммарного нормирования к нормированию по отдельным операциям, усиление исслед. работы по технич. нормированию); по технике безопасности; по промышленной гигиене и санитарии; по охране труда; по борьбе с несчастными случаями (подготовка пятилетнего плана по оздоровлению условий труда, увязанного с планом развития промышленности).

Особое значение для развития работ по рационализации имеют: изучение достижений иностранной науки и техники, внедрение техничesk. и организационных знаний в среду работников промышленности, использование зарубежных командировок для повышения квалификации, заимствование иностранного опыта (путем привлечения иностранных специалистов, заключения договоров о технич. помощи, перенесения на наши предприятия опыта лучших концессий). Внешняя торговля и заграничн. связи и заказы используются с таким расчетом, чтобы попутно шло обучение наших инженеров и квалифицированных рабочих на соответствующих иностранных заводах, а нашими работниками приобретались знания в порядке инструктирования их монтерами и специалистами иностранных фирм при сдаче установок и в самом процессе эксплуатации. Но нельзя попросту заимствовать образцы из З. Европы и Америки. Надо их критически перерабатывать т. к. 1) большинство

машин и методов не допускает простого перенесения их в наши условия и 2) без переработки и самостоятельных творческих усилий работников нашей промышленности, она всегда будет зависеть от заграницы, а самое заимствование не даст требуемых результатов.

Рационализаторская работа оформлена в ряде специальных органов (бюро организации производства, плановое бюро, оргбюро, технико-нормировочн. бюро и т. п.) по отдельным отраслям промышленности. Эта работа опирается на производственные совещания, втягивающие широкие массы трудящихся и имеющие задачи организационно-технич. воспитания рабочих. Работа по содействию изобретательству, практика съездов, конференций и совещаний по конкретным вопросам рационализации, расширение участия печати в работе по рационализации, выявление через общую и специальную печать конкретных мероприятий по улучшению и рационализации производства,—все это текущие задачи дня. Ускорение темпа роста советского нар. хозяйства, наиболее быстрый переход СССР на высшую технико-организационную и культурную ступень требуют от промышленности, как от ведущего звена нар. хозяйства, скорейшего развития работ по социалистич. рационализации. Советский строй для этого имеет перед капиталистическим ряд преимуществ: плановость, отсутствие конкуренции, в качестве задачи—удовлетворение потребностей вместо извлечения голы прибыли и т. д., к-рыми фактически и пользуется наша промышленность. Однако следует подчеркнуть, что возможности социалистической рационализации у нас гораздо большие, чем полученные пока достижения.

К числу важнейших директив партийных, правительственных и профессиональных органов по вопросам реконструкции и рационализации промышленности надо отнести: 1) резолюции VII Всесоюзного съезда профсоюзов (6—18 декабря 1926 г.) по докладу: «О состоянии промышленности и ее перспективах»; 2) постановление ЦК ВКП(б): «Вопросы рационализации производства» (март 1927 г.); 3) письмо ВСНХ СССР и ВЦСПС: «Об организации экспертных комиссий и премирования за усовершенствования и изобретения на предприятиях» (март 1927 г.); 4) постановление IV Всесоюзного съезда советов по докладу: «О состоянии и перспективах промышленности» (апрель 1927 г.); 5) постановление ЦК ВКП(б): «Об устной и печатной агитации за рационализацию производства и о вовлечении масс в проведение этой кампании» (май 1927 г.); 6) постановление ЦК ВКП(б) о пропагандистской работе в связи с задачами режима экономии, рационализации производства, снижения себестоимости и цен (май 1927 г.); 7) обращение ВЦСПС ко всем профорганизациям: «О вовлечении масс в кампанию по рационализации хозяйства» (июнь 1927 г.); 8) постановление СТО от 6 сентября 1927 г. о себестоимости продукции в 1926/27 г.; 9) циркуляр ВСНХ и ВЦСПС о рационализации производства в текстильной промышленности (январь 1928 года); 10) резолюция объединенного пленума ЦК и ЦКК ВКП(б) (6—11 апреля 1928 г.); «О привлечении иностранных специалистов и о командировании за границу молодых специалистов»; 11) «Организация рационализаторских работ»—приказ ВСНХ СССР от 1 августа 1928 г.; 12) резол. III Пленума ЦКК ВКП(б) «Об итогах рационализации промышленности СССР» (сентябрь 1928 г.).

Интересно отметить величины инж.-техн. прослойки промышленности в СССР и в капитал. странах. Общее количество инженерно-техническ. персонала в промышленности союзного значения—24 600 чел., т. е. 2,31% от занятой здесь рабочей силы. Из всего

Табл. 4.—Число специалистов в промышленности (на каждые 100 рабочих).

Страны Отрасли промышленности	СССР *		Германия	С. Ш. А.
	Лиц с высшим образованием	Всего (с образованием высшим, средним и практиков)		
Каменноугольн.	0,47 (866 ч.) **	1,45 (2682 ч.) **	4,25	24,0
Химическая . .	1,97 (604 ч.) **	5,69 (1745 ч.) **	до 31	—
Металлургич. . .	0,86 (1986 ч.) **	3,04 (7029 ч.) **	5,7	—
Электротехнич. .	2,44	6,03	—	19,0

* В пром. союзн. значен. ** В скоб.—абсол. числа.

числа таких работников по СССР (в 50 тыс. чел.) лиц с высшим образованием имеется 30,4%, (в т. ч. членов ВКП(б)—231 чел.), со средним—30,4% и 39,2% практиков, не получивших ни высшего, ни среднего образования. Табл. 4 показывает сравнительные данные для СССР, Германии и С. Ш. А.

Этим еще более оттеняется значение техники для развития промышленности и сельского хозяйства; это же объясняет то исключительное внимание, которое июльский (1928 г.) пленум ЦК и ЦКК уделил вопросам среднего и высшего, в особенности высшего технического, образования. Центр тяжести вопроса не в том, в чем ведении будут находиться высшие технич. учебные заведения, а в том, чтобы «в относительно минимальный срок нагнать, а затем и превзойти уровень индустриального развития передовых капиталистич. стран». «Это (говорится в постановлении июльского пленума) требует всемерного внедрения в наше производство высших достижений не только наших, но и заграничных науки и техники. Для осуществления этой задачи, неразрывно связанной с перестройкой промышленности на высшей технич. основе и с социалистич. ее рационализацией, необходима теснейшая связь науки, техники и производства. Необходимо решительное приближение научной работы к разрешению задач, стоящих перед промышленностью, транспортом и сельским хозяйством, и их обеспечение достаточными кадрами соответственно подготовленных технических сил». Поэтому, по указанному пленуму, самое финансирование капитальных работ по высшим и средним технич. учебным заведениям (постройка новых заведений и расширение существующих, постройка лабораторий и т. д.) должно быть приравнено к финансированию капитальных работ в области народного хозяйства, с перенесением значительной части затрат по этим статьям на общесоюзную часть бюджета.

В связи с этим особое и совершенно исключительное значение для промышленности получает работа Научно-технич. управления (НТУ), как органа, через к-рый ВСНХ воздействует на все нар. хозяйство в целом в направлении его реконструкции, рационализации, машинизации и повышения технич. уровня в соответствии с основными задачами социалистического строительства. Перед НТУ стоят следующие задачи: создать необходимую сеть научно-технич. учреждений, обеспеченную достаточн. кадрами научных

работников, а затем изучить и дать способы улучшения существующих процессов производства, увеличения производительности наличного оборудования; дать, на основе научно-технических достижений наших ин-тов и лабораторий и з.-европ. и америк. техники, новейшие, более совершенные методы и процессы производства, новые конструкции и аппараты, способы наилучшего использования сырья; вовлечь в обиход промышленного использования новые сырьевые источники, новые металлы и т. п.; создать необходимую технически более высокую базу для перестройки всей нашей промышленности и при новом строительстве осуществлять важнейшую задачу экспертизы проектов с технической точки зрения.

Основными органами, осуществляющими стоящие перед НТУ задачи, являются научно-технические ин-ты, лаборатории центрального значения и т. п. учреждения. В результате включения за последний год в сеть НТУ ряда учреждений, вне его стоявших, в настоящее время структура НТУ охватывает 33 ин-та общесоюзного значения. По отраслям промышленности эти институты и учреждения распределяются следующим образом.

I. По топливу и теплотехнике: 1) Теплотехнич. институт, 2) Торфяной ин-т (Инсторф), 3) Гос. исследовательский нефтяной ин-т (ГИНИ), 4) Бюро металлургич. и теплотехнич. конструкций.

II. По горно-рудной промышленности: 1) Ин-т цветной металлургии и прикладной минералогии, 2) Ин-т механич. обработки полезных ископаемых (Механобр), 3) Ин-т прикладной геофизики, 4) Ин-т Севера (частично относится к этой группе).

III. По химической промышленности: 1) Химический ин-т имени Л. Я. Карпова, 2) Ин-т чистых химических реактивов (ИРЧА), 3) Гос. ин-т прикладной химии (ГИПХ), 4) Химико-фармацевтич. ин-т.

К этой группе следует отнести и Ин-т по удобрениям, работа которого охватывает собой фосфато-туковую промышленность, калийные и азотные удобрения.

IV. По силикатной и керамической промышленности: 1) Ин-т силикатов, 2) Керамический ин-т.

V. По строительств. промышленности: Институт гражданских и промышленных сооружений.

VI. По сел.-хоз. промышленности: 1) Ин-т с.-х. механики, сюда относится 2) и выше названный Ин-т по удобрениям, 3) Северокавказский (бывший Кубано-Черноморский) промышленный ин-т, 4) Центральный ин-т опытного табаководения.

VII. По текстильной промышленности: Текстильный ин-т.

VIII. По металлической промышленности: Ин-т металлов.

IX. По электропромышленности: 1) Государственный экспериментальн. электротехнический ин-т (ГЭЭИ), 2) Центральная физико-техническая лаборатория в Ленинграде (ЦФТЛ), 3) Нижегородская радиолaborатория имени В. И. Ленина, 4) Ленинградская экспериментальная электротехническая лаборатория (ЛЭЭЛ).

X. По авиа- и автостроению: 1) Центральный аэрогидродинамическ. ин-т (ЦАГИ), 2) Научный автотормозный институт (НАМИ), 3) Ленинградская лаборатория тепловых двигателей.

XI. По гидротехнике: 1) Лаборатория гидравлич. установок (ЛАГУ), 2) Гос. бюро водопроводных и санитарно-технич. сооружений («Нэптун»).

XII. По полиграфической промышленности: Гос. картографич. ин-т.

На очереди создание еще ряда новых институтов: сахарной и кожевенной промышленности, угля, переработки древесины.

Отдельно стоят два крупных центральных учреждения всесоюзного значения: Главная палата мер и весов, сочетающая функции разностороннего научно-технического учреждения с обслуживанием поверочного дела, и Комитет по делам изобретений.

Централизация научно-технич. опытного дела диктуется в первую очередь недостатком сил, средств и оборудования. Единственно возможным и необходимым в наших условиях явилось создание центральных мощных лабораторий и научно-исследовательских учреждений, концентрирующих и научные силы и технич. возможности, обслуживающих целые отрасли промышленности и даже ряд их. Отсутствие административно-хозяйственной зависимости от главных управлений дает ин-там объективную возможность соблюсти в работе интересы дела в целом (отвлекаясь от специальной заинтересованности того или другого главного управления), а также являться в целом ряде случаев арбитром в технических спорах между отдельными управлениями или между последними и органами других наркоматов.

Из достижений НТУ, преимущественно в области создания новых производств, организуемых без крупных расходов по импорту и вне зависимости от заграницы, м. б. названы: металлч. самолетостроение (ЦАГИ), производство желтого фосфора, буре, борной кислоты из борокальцитов, бертолетовой соли, желтого синькалии непосредственно из сапропеля (ГИПХ), ускоренная сушка гидроторфа, производство карболита, новый способ производства ихтиола, ведущая к получению искусственных нефтяных продуктов работа по переработке сибирских богшедов, работы по катализации, изучение роли ферментов в культуре злаков и технич. с.-х. растений (Хим. ин-т им. Л. Я. Карпова), разработка методов производства 59 главных препаратов химико-фармацевт. промышленности (из которых 30 переданы Госмедторгпрому и 14 получили заводское осуществление), получение эфирных масел, получение иода из буровых вод (Химико-фармацевтич. ин-т), создание тонкого реактивного производства, разработка методов производства свыше 225 отдельных названий химически чистых препаратов, не изготовлявшихся ранее в Союзе (ИРЧА), производство фтористых солей, получение серы из газов медноплавильных заводов, новые методы использования асбеста и слюды (Ин-т прикладной минералогии), важные работы по механич. обогащению полезных иско-

паемых, новые способы добычи и промывки соли на Баскунчаке, новые способы обогащения и разделения сложных полиметаллич. Садонских руд (Механобраб), создание необходимой базы для фосфато-туковой промышленности, новый способ получения фосфорной к-ты термическим путем из фосфоритов (Научный ин-т по удобрениям), ряд важных конструкций в области связи (проволочной и беспроволочной), крупнейшие достижения в области катодных ламп, мировые рекорды на коротких волнах, ряд конструкций в области электромашиностроения (ГЭИ, Нижегородская радиолaborатория и ЛЭЭЛ), создание авиационных моторов и автомобилей советской конструкции (НАМИ), новые совершенные типы металлургич. печей (Бюро металлургич. и теплотехнич. конструкций), крупные достижения в области экономич. сжигания топлива на районных станциях, в топках железнодорожных паровозов, экономичное сжигание подмосковного угля (Теплотехнический ин-т), новая, сулящая произвести революционный переворот в кабельном деле и в электромашиностроении, электрическая изоляция акад. А. Ф. Исффе (ЦФТЛ) и т. д.

Что касается работы научно-технич. советов по отраслям промышленности, то они осуществляют в настоящее время важнейшую задачу научно-технической экспертизы нового промышленного строительства и становятся центром научно-технич. мысли в каждой данной отрасли промышленности. Всего организовано 36 советов центральных и периферийных, из которых можно отметить Центральный науч.-технический совет горно-топливной промышленности и советы: горно-рудный, нефтяной, угольный, топлива и теплотехники; Центральный н.-т. совет металлург. промышленности и советы: черной металлургии, металлообработывающей промышленности, цветной металлургии; Центральные науч.-технич. советы: химической, с.-х., текстильной промышленности, с соответствующими советами по отраслям, Центр. электротехнический совет и др.

Экспертная работа н.-т. советов внесла значительное оздоровление в самое дело проектирования, а равно в дело обоснования представляемых проектов. Экспертиза специально фиксировала свое внимание на выборе оборудования и процессах производства, на эффективности нового строительства, на выявлении экономич. результатов и на строгом обосновании вариантов строительства, выбираемых из ряда возможных.

Одной из центральных задач Научно-технич. управления является плановая увязка работ ин-тов с заводскими лабораториями и всемерное развитие последних. В 1926 г. им было проведено детальное обследование заводских лабораторий Сев.-западной области. Обследование охватило 140 заводских лабораторий почти всех отраслей промышленности, установило их состояние, условия работы, степень обеспечения научными работниками, а также необходимые мероприятия к развитию этих лабораторий. Проводится дальнейшее обследование и учет работ заводских лабораторий по крупнейшим отраслям союзной промышленности.

В области изучения производительных сил и естественных богатств страны в качестве органа, обслуживающего промышленность в техническом отношении, одно из первых мест принадлежит Геологическому комитету ВСНХ СССР. Геологический комитет существует уже 45 лет. Задачей его было составление геологической карты России в масштабе 10 верст в дм. После революции Геологический к-т стал объединять все геологические работы. С 1924 г. к Геологическому к-ту присоединено Центральное управление промышленных разведок.

В задачи Геологического комитета входит: изучение геологического строения территории СССР, его минеральных богатств и подземных вод, ведение соответствующих геологических и геолого-разведочных работ государственного значения и учет минеральных и водных ресурсов. Геологический комитет входит составной частью в Главное управление горно-топливной промышленности ВСНХ. Среди достижений по систематическому изучению геологического строения Союза имеются работы: по общей геологической карте всего Союза, затем Кавказа (масштаб 1:200 000), Урала (1:200 000), Украины (1:126 000), рудного Алтая (1:126 000), Крыма (1:42 000). Для отдельных, важных в промышленном отношении, областей—масштаб взят более крупный.

Работы в области изучения месторождений полезных ископаемых идут в двух направлениях: 1) по металлам—железу, марганцу, никелю, меди, полиметаллическим рудам, радиевым рудам, висмуту, олову, золоту и платине; 2) по нерудным ископаемым—асбесту, слюде, бокситу, сере, калию (разведки на калиевые соли в Соликамске, давшие совершенно исключительный эффект: все 11 скважин, разбросанные на пространстве 15 км², встретили калий; скважины в Березниковском районе также встретили калий; несмотря на то, что залежь еще не оконтурена и не известны еще пределы ее распространения, соликамские запасы уже удвоили мировые; средняя мощность рабочих участков—46 м, что дает на 1 км² запас в 11½ млн. т), по огнеупорным глинам, фосфоритам, строительным материалам, радио, углю, нефти—детали по этим вопросам см. под соответствующими словами.

Для работ по региональной геологии на протяжении 1917—1927 гг. было образовано 486 партий, а за этот же период по разведочным работам—696 партий. В области разведок надо отметить новые приемы исследования, введенные в практику Геологич. к-том (колонковое бурение, геофизические методы поисков и разведок, среди которых интересны электрические: изопотенциальные и индукционные, а также гравиметрические, метод искусственных землетрясений—в районе Курской аномалии и др.). Одновременно с учетом всех полезных ископаемых составляются соответствующие карты с характеристиками месторождений. Количество зарегистрированных месторождений на 1 янв. 1918 г. было 271, а количество поступившего описательного материала было 445 печатных листов. Соответствующие цифры для 1926 г.: 13 824 месторождения и

8 746 печ. листов. Геологич. к-т к 10-летию советской власти выпустил очерки «Обзор минеральных ресурсов СССР», по образцу американских, объемом ок. 700 стр., и отдельный том статистических данных.

Для обслуживания союзных республик и областей Союза и приближения геолого-разведочных работ к источникам месторождений работы ведут также следующие восемь отделений Геологического комитета: 1) московское для Центрального района и Белоруссии; 2) украинское в Киеве, 3) северо-кавказское в Ростове-на-Дону, 4) средне-азиатское в Ташкенте для средне-азиатских республик и южной части Казакстана, 5) уральское в Свердловске—для Уральской области, Башкирской республики и области Коми, 6) западно-сибирское в Томске—для Сибиряка и северн. части Казакстана, 7) восточно-сибирское в Иркутске—для Якутской и Бурято-Монгольской республик и прилегающих частей Сибиряка и Далькряя и 8) дальневосточное во Владивостоке—для Далькряя.

Постановлением президиума ВСНХ СССР Геологический к-т получает представительство в Промплане ВСНХ СССР, а также в Госплане СССР по предметам своего ведения. Характерным является приказ по ВСНХ СССР за № 881 от 25 июня 1927 г., требующий, чтобы при строительстве новых предприятий обеспеченность их запасами была подтверждена Геологическим к-том.

К числу органов, несущих технич. службу по отношению к промышленности и нар. хозяйству, относится и Высшее геодезическое управление ВСНХ. До учреждения ВГУ не было органа, удовлетворяющего топографо-геодезич. и картографич. нужды народного хозяйства и промышленности, поскольку эти потребности выдвигаются при изучении, обследовании и эксплуатации естественно-производительных сил страны.

Единственным учреждением, к-рое своей работой отчасти восполняло этот существенный пробел, являлся Корпус военных топографов, к-рый за период своей столетней деятельности, наряду со специально возложенной на него работой для нужд обороны страны, нес в известной степени и общегосударственную топографо-геодезич. службу; основными результатами последней, в оригинальном или несколько дополненном и исправленном виде, мы пользуемся и до настоящего времени, зачастую как единственным материалом по топографии и картографии той или иной части территории СССР.

ВГУ учреждено декретом СНК от 15 марта 1919 г. По этому декрету (который был составлен самим В. И. Лениным) ВГУ создано «для изучения территории РСФСР в топографическ. отношении, в целях поднятия и развития производительных сил страны, экономии технич. сил, денежных средств и времени». Интересы эксплуатации промышленных участков, интересе землеустройства, лесоустройства, мелиорации, инженерно-строительного дела, научно-технических изысканий и обследований требуют в большинстве случаев густой сети опорных пунктов, хорошо и надежно закрепленных на местности, как исходных для развития и

обоснования специальных работ. В соответствии с этим ВГУ объединяет и согласует геодезич. деятельность всех комиссариатов и учреждений Союза, производит в общегосударственном масштабе основные геодезич. работы (тригонометрические, астрономические и по точному нивелированию), делает сплошные систематические топографические съемки, разрабатывает и утверждает положения об организации работ и технич. инструкции и правила, устанавливающие единство методов и приемов работ, вычислений, изготовления и издания карт и планов, и издает их; организует научные работы в области геодезии, астрономии, оптики, картографии, инструментоведения и вообще съемочного дела и ведет подготовку молодых научных сил. ВГУ, как и все органы ВСНХ, на протяжении последних лет претерпело ряд изменений: в структуре ВСНХ 1925 г. оно превратилось в Гл. геодезическое управление; в 1928 г. (см. схему) оно было перестроено в Главн. геодезический комитет.

На протяжении 1927/28 года организация ВСНХ претерпела нек-рые дополнительные изменения; в частности, Планово-отчетное управление вновь слилось с Главным экономическ. управлением, образовав Планово-экономическ. управление. 18 августа 1928 г. Научно-технические советы, находившиеся до того в ведении НТУ, приказом № 969 по ВСНХ СССР переданы в ведение Главных управлений и комитетов по отраслям промышленности. В августе же 1928 г. в ВСНХ образовано новое Главное управление по машиностроению (Главмашинострой). Эти последние два изменения в схему ВСНХ 1928 г. не успели войти.

Задуманный как орган общехозяйственного регулирования с широчайшими правами (охватывавшими в значительной части компетенцию современных СТО и Госплана), ВСНХ постепенно переходит на положение Комиссариата промышленности. Однако в обстановке индустриализации страны и форсированного капитального строительства даже эта суженная область регулирования вопросов промышленности и управления государств. промышленностью возлагает на ВСНХ величайшие задачи. Достаточно указать, что в настоящее время (1928 год) ВСНХ в общей совокупности объединяет около 80 трестов общесоюзного значения, 70 трестов республиканского значения по РСФСР, 17—по УССР, 10—по БССР, 15—по ЗСФСР и около 400 трестов местного значения. Общее число рабочих и служащих гос. ценовой промышленности определяется, по контрольным цифрам на 1927/28 г., в 2,7 млн. человек, общая продукция—в 11 млрд. руб., стоимость основных фондов—в 7,8 млрд. р., капитальных вложений в год—1,3 млрд. р. (см. табл. 5).

VI. Современная структура ВСНХ (1928 г.).

Пленум ВСНХ СССР созывается 2—3 раза в год в составе около 100 человек. В качестве постоянно работающего органа действует президиум ВСНХ из 17—20 человек. Президиум возглавляется председателем ВСНХ, имеющим права наркома. Аппарат наркомата состоит из Административно-

финансового управления (АФУ), Главной инспекции, Планово-экономическ. управления (ПЭУ) и 18 управлений и к-тов по отраслям промышленности и отдельным видам промышленного хозяйства (см. схему). После решения июльского (1928 год) пленума ЦК и ЦКК о передаче в ВСНХ (шести) и в НКПС (двух) высших технич. уч. заведений и о мероприятиях по упорядочению их внутренней жизни, в ВСНХ СССР (14 июля 1928 г.) образовалось специальное Главное

управление по отраслям промышленности осуществляют руководство по соответственным отраслям промышленности и управлению подведомственными им предприятиями союзного значения. Комитеты по отдельным отраслям промышленности осуществляют функции главных управлений, за исключением относящихся непосредственно к управлению промышленностью. Строительный комитет ведает общим направлением работы главных управлений ВСНХ СССР и ВСНХ

Табл. 5.—Капитальные вложения в основные фонды (в строения, сооружения и оборудование) народного хозяйства (по ценам 1925/26 г.).

Объекты вложений	1924/25 г.		1925/26 г.		1926/27 г.		1927/28 г.	
	млн. р.	%	млн. р.	%	млн. р.	%	млн. р.	%
Сельское хозяйство	1 460,4	52,0	1 426,9	39,3	1 511,0	34,4	1 677,9	31,6
Промышленность (включая жилищн. строительство)	410,3	14,5	871,7	24,1	1 095,0	24,9	1 370,9	26,0
Районные электрические станции	48,6	1,7	72,1	2,0	162,4	3,7	233,5	4,4
Транспорт (ж.-д., водный, воздушный)	313,4	11,1	407,9	11,3	537,6	12,2	742,9	14,3
Связь (почта, телеграф, телефон, радио)	20,8	0,7	28,5	0,8	34,9	0,8	42,2	0,8
Торгово-складское дело	161,6	5,8	207,1	5,8	244,5	5,5	211,5	4,1
Административные и социально-культурные нужды (школы, больницы и т. д.)	84,1	3,1	128,7	3,6	171,9	3,9	237,0	4,4
Коммунальное хозяйство (трамвай, водопровод, освещение и т. д.)	99,2	3,6	153,2	4,1	172,0	3,9	209,6	4,0
Жилщ. фонд в городах (без промышлен. жил. фонда)	209,7	7,5	329,4	9,0	471,2	10,7	567,0	10,4
Всего	2 808,1	100,0	3 625,5	100,0	4 400,5	100,0	5 292,5	100,0

управление по втузам. Новый главк, кроме непосредственного управления и руководства работой учебных заведений, переданных в ведение ВСНХ, будет также осуществлять активное влияние ВСНХ на работу всех высших технических учебных заведений, которые находятся в ведении Наркомпроса и которые в значительной степени обслуживают промышленность.

Что касается пределов компетенции отдельных частей современного ВСНХ, то главная инспекция ведает: инспектированием и проверкой деятельности учреждений ВСНХ, ревизией деятельности подведомственных ВСНХ СССР предприятий, а также проверкой состояния и использования капиталов, вложенных промышленностью в акц. об-ва. В круг ведения Административно-финансового управления входит: административно-хозяйственный бюджет наркомата и управление имуществом и средствами президиума ВСНХ СССР; комплектование, учет и оформление личного состава наркомата и органов ВСНХ СССР; общее руководство военизированной и противопожарной охраной по учреждениям ВСНХ и предприятиям, ему подведомственным. Планово-экономическое управление, к-рое образовалось 5 мая 1927 года путем слияния Планового управления с Главным экономич. управлением, состоит из коллегии и функциональных отделов: экономического, финансовой политики, торговой и сырьевой политики, промышленной географии, экономики труда и профессионального технического образования, иностранной политики, отчетного (центральная бухгалтерия), статистики и правового. Основная задача Планово-экономического управления—осуществление общеплановых регулирующих арбитражных функций в области промышленности. Главные управле-

союзных республик в области строительства и производства строительных материалов минерального происхождения, руководит деятельностью подведомственных строительных предприятий, инспектирует отдельные крупные строительства промышленности и дает заключения по технич. проектам в строительной части. Научно-технич. управление ведает организацией научно-исследовательских учреждений ВСНХ СССР, руководит ими, заботится об издании соответствующей литературы и осуществляет экспертную оценку капитального строительства промышленности в технологическом отношении, содействует изобретательству и ведет общее наблюдение за работами по стандартизации и рационализации производства. Кроме того, при президиуме ВСНХ состоит редакция «Торгово-промышленной газеты».

Эта общая схема организации и структуры ВСНХ СССР лежит также в основании и существующего построения аппаратов ВСНХ союзных республик, с принятием II Съездом советов СССР союзной конституции, ВСНХ действует на основании ст.ст. 49 и 52 Основного закона и, подчиняясь СНК и ЦИК СССР, ведает: содействием и проведением мероприятий по развитию промышленности на территории СССР; планированием и регулированием промышленности; организацией госуд. предприятий, трестов, синдикатов, промышленных акционерн. об-в и торг. управлением и руководством подведомственными предприятиями. В области регулирующих функций ВСНХ СССР, на основании положения от 12 ноября 1923 г., является лишь частью общей планово-регулирующей системы, объединяемой СТО и его комиссией (Госпланом) и местными органами—областными экономическими советами. ВСНХ союзных республик непо-

средственно подчиняются соответственным СНК и ЦИК, но руководствуются в своей деятельности директивами ВСНХ СССР. В их компетенцию входит: а) общее регулирование и управление промышленностью республики и б) управление, по поручению ВСНХ СССР (мандатное управление), промышленностью союзного значения, расположенной на территории республики. В свою очередь, ВСНХ союзных республик дают руководящие директивы первич. органам—областным и губернским советам народного хозяйства, а также и губернским отделам местн. хозяйства (поскольку в данных районах отсутствуют советы народн. хоз.). В частности, ВСНХ РСФСР по вертикальной линии подчинения подведомственны: 5 областных и краевых советов нар. хоз. (Сев.-западный, Северо-Кавказский, Сибирский, Дальневосточный и Уральский), 7 центральных, действующих на правах областных советов в национальных республиках (Казахстан, Татарстан, Башкортостан, Карелия, Автономная ССР немцев Поволжья), 18 губернских советов и 45 отделов местного хозяйства.

В заключение необходимо отметить международное значение опыта, проделанного ВСНХ на всем протяжении, начиная с 1917 г.—опыта, который должен быть и будет учтен при построении как ВСНХ для отдельных стран, так и будущего мирового Совета народного хозяйства.

См. *Рационализация, Государственная плановая комиссия, Индустриализация, Научная организация труда.*

Лит.: Ленин В. И., Собрание соч., тт. 15—17, т. 18, ч. I и II, М., 1922—25; Бухарин Н. И., Экономика переходного периода, М., 1926; его же, Новый курс экономической политики, М., 1921; Куйбышев В. В., Промышленность СССР на 1926/27 г., М., 1927; его же, Система промышленного управления, М.—Л., 1927; его же, Итоги и перспективы хоз. строительства СССР, М.—Л., 1927; Рыков А. И., Статьи и речи, т. 1 (1918—20), М.—Л., 1927, т. 2 (1921—23), М.—Л., 1928; Держинский Ф. Э., Промышленность СССР, ее достижения и задачи, М.—Л., 1925; его же, Три последние речи, М.—Л., 1926; Крицман Л., Единый хоз. план и Комиссия использования, М., 1921; его же, Героический период великой русской революции, 2 издание, М.—Л., 1926; Сарабьянов В., Экономика и экономич. политика СССР, 2 изд., М.—Л., 1926; Милотин В. П., История экономии, развития СССР (1917—27), М.—Л., 1928; Гинзбург А. М., Экономика промышленности, ч. I, М.—Л., 1925, т. 2, 2 изд., М.—Л., 1928; Савельев М. А., Директивы ВКП(б) в области хоз. политики за 40 лет (1917—27), М.—Л., 1928; Струмилин С. Г., Очерки советской экономики. Ресурсы и перспективы, М.—Л., 1928; Гарицкий Ю. и Крицман Л., Очерки хоз. жизни и организация нар. хоз. в Советской России, М., 1920; Святцкий Н. В., Организация рос. гос. промышленности, М., 1924; Розенфельд Я. С., Промышленная политика СССР, М., 1926; Милонов Ю., Путеводитель по резолюциям Всерос. съездов и конференций проф. союзов, М., 1924; Мицкис Я. Е., Командный состав промышленности, транспорта и с. х., М., 1926; Сабосвич Л. М., Организация промышленности, М.—Л., 1926; Вольф М. Б., Географическое размещение русской промышленности, М.—Л., 1927; Панкратова А., Фабзавкомы России в борьбе за социалистич. фабрику, М., 1923; Квининг Э., Перспективы социалистич. промышленности на 1927/28—1931/32 гг., «Красная Новь», М., 1928, 5; Рухимович М. Л., Основные показатели и задачи промышленности СССР, Москва, 1927; его же, Пятилетний план и подготовка кадров, М., 1928; Рубинштейн Я. Е., Капитальное строительство в СССР, М., 1927; Кантальн А. М., Трудности социалистического строительства, М.—Л., 1928; Айхенвальд А. Ю., Советская экономика, М.—Л., 1927; Романов В. и Грановский Е., Основные вопросы перехода на семичасовой рабочий

день, М.—Л., 1928; Маркус Б. Л., Семичас. рабочий день, М.—Л., 1928; Попов Н. Н., Очерк истории ВКП(б), 6 изд., М., 1928; Уваров В. и Черномордик Д., Промышленность (серия сб. реш. и пост. ВКП(б) и сов. власти, вып. 1), М., 1927; Зима и Л., Развитие нар. хоз. СССР за 1923—28 гг. в диаграммах, 3 издание, М., 1928; Сб. декретов и постановлений по нар. хоз., вып. 1—25/X 1917 по 25/X 1918, М., 1918, вып. 2—25/X 1918 по 15/III 1919, М., 1920, вып. 3—15/III 1919 по 1/X 1919, М., 1920; Стенографич. отчеты съездов ВКП(б): VIII—XV, М., 1919—28; Стенографич. отчеты съездов проф. союзов СССР: VI, М., 1925, VII, М., 1927; Стенографич. отчеты съездов советов: РСФСР, VIII—X, М., 1920—23, СССР, II—IV, М., 1924—27; Манифест Юбилейной сессии ЦИК СССР от 15/X 1927, М., 1927; Труды Всерос. съездов советов нар. хоз.: I, М., 1918, II, М., 1919, III (материалы), Омск, 1920; Резолюции III Всерос. съезда советов нар. хоз. М., 1920; Труды IV Всерос. съезда советов нар. хоз., М., 1921; Материалы расширенных совещаний президиума ВСНХ с местными органами (декабрь 1924 и май 1925), М., 1926; Внешняя торговля Союза ССР за десять лет, М., 1928; Промышленный экспорт. Итоги и перспективы, М., 1928; Контрольные цифры нар. хоз. СССР на 1925/26 г., М., 1925, на 1926/27 г., М., 1927, на 1927/28 г., М., 1928; Материалы по пятилетнему плану развития промышленности СССР (1927/28—1931/32 гг.), М., 1928; Промышленность и нар. хоз., сборник, М., 1927; Год работы правительства СССР. Материалы к отчетам: за 1924/25 г., М., 1926, за 1925/26 г., М., 1927, за 1926/27 г., М., 1928; Русск. промышленность в 1921 г. и ее перспективы, М., 1921; Русская промышленность в 1922 г., М., 1922; Промышленность СССР в 1923 г., «Ежегодник ВСНХ», М., 1924; Промышленность СССР в 1924 г., там же, 1925; Промышленность СССР в 1925 г., там же, 1926; Промышленность СССР в 1925/26 году, там же, 1927; Материалы к I пленуму ВСНХ СССР, февраль 1927 г., М., 1927; Президиум ВСНХ СССР, Капитальное строительство промышленности. Перечень выстроенных новых ф-н и зданий и крупных капитальных работ, М., 1928; ВСНХ СССР, Сводный производственный финансовый план промышленности СССР на 1927/28 г., М., 1928; Приложение к нему: 1. Капитальные работы 1927/28 г. по республикам и отраслям. 2. Титульный список капитальных работ по нов. строительству и главы работ по реконструкции, М., 1928; Хоз. итоги за 1923/24 г. и перспективы на 1924/25 г., Л., 1925; Хоз. итоги за 1924/25 г. и перспективы на 1925/26 г., Л., 1927; Рационализация промышленности СССР. Доклад Президиума ВСНХ СССР, М.—Л., 1928; журналы: «Пути индустриализации», М.; «Плановое хозяйство», М.; «Экономическое обозрение», М.; «Вестник стандартизации», М.; «Социалистическое хозяйство», Москва; «Техника управления», Москва; «Система и организация», Москва; «Предприятие», Москва.

П. Троицкий.

ВЫСЫХАЮЩИЕ МАСЛА, группа растительных масел, отличающихся способностью «высыхать», находясь на воздухе, т. е. образовывать твердую прозрачную, эластичную пленку, нерастворимую в воде и спирте и мало растворимую в эфире. Нагревание, продувка воздуха, присутствие окислов некоторых металлов (свинца, марганца и друг.) ускоряют процесс высыхания (см. *Вареное масло* и *Олифа*). Высыхающие масла состоят главным образом из глицеридов сильно ненасыщенных кислот—льняной, линоленовой, изолиноленовой и других—и отличаются высоким iodным числом. Наиболее важными высыхающими маслами являются: льняное, древесное (тунговое), конопляное, маковое, ореховое и подсолнечное. Второстепенное значение имеют следующие масла: кадукувовое, сафлоровое, табачное, нигеровое, изановое, аргемонное, а также масла из семян хвойных деревьев (сосны, ели, пихты) и лиственных (акация, лабра, земляничного дерева).

Л. Лялин.

ВЫТРАВКА, один из способов узорчатой расцветки хл.-бум., шерстяных и шелковых тканей путем уничтожения на местах, соответствующих желаемому рисунку, готовой окраски или протравы. С помощью вытравки можно получить по цветному фону белый

или цветной узор. Соответственно с этим различают вытравную «бель» и цветную В. В первом случае ставится целью только разрушение окраски, во втором, кроме того, фиксирование на вытравленном месте новой окраски путем введения в вытравную краску красителей или протрав, на к-рые В. не действует и к-рые в условиях В. закрепляются на волокнах. По способу получения В. можно разделить на три категории: а) вытравки с помощью растворения красителя или протравы, б) вытравки окислительные и в) вытравки восстановительные.

В. с помощью растворения уже закрепленных на ткани красителей или протрав производится путем ручного или машинного печатания (см. *Ситцепечатание*) по окрашенной или протравленной ткани к-т или щелочей, дающих с фиксированными на ткани нерастворимыми в воде веществами растворимые соединения. Способ этот применяется: 1) Для В. по металлич. протравам. Немаслованный товар плюсоют раствором глиноземной, хромовой или железной протравы, сушат при возможно низкой t° и печатают по нему загущенный раствор какой-либо органической кислоты: лимонной или винной; затем пропускают на зрельник для закрепления протравы, при чем на набитых кислотой местах этого закрепления не происходит (вследствие образования растворимых винно- или лимоннокислых солей), желуют, промывают (при чем эти растворимые соли смываются) и красят, как обычно, протравным красителем, например ализарином. На местах, лишенных протравы, окраски не получается. 2) Для В. по *бланже железной* (см.), к-рая представляет собою фиксированную на волокне окись железа. Точно так же печатают органич. кислоту, запаривают и смывают образовавшуюся растворимую соль железа. 3) Для В. по готовому пунцовому ализариновому товару. Загущенный бриташгумом, декстрином или камедью крепкий раствор едкого натра печатают с примесью растворимого стекла и небольшого количества восстановителя, например хлористого олова; после печати и сушки производят короткую запарку в зрельнике. Едкая щелочь при нагревании разрушает ализариновый лак, переводя глинозем в алюминат натрия, а ализарин — в ализарат. Восстановитель помогает разрушению лака, переводя ализарин в его лейкосоединение. После запарки смывают, удаляя с вытравленных мест, все образовавшиеся растворимые вещества. Для получения синей В. по кумачу прибавляют в только что описанную вытравную окраску индиговой пасты, а самую ткань перед набивкой плюсоют раствором глюкозы или же в краску вводят ронгалит и индиго. В зрельнике, наряду с вытравлением, происходит закрепление индиго на набитых местах. Подобным же образом можно фиксировать и другие кубовые красители: индантеновый желтый, синий и др. Для желтой расцветки по кумачу прибавляют в вытравную краску окиси свинца, для зеленой берут смесь желтой и синей вытравных красок. После печати, запарки и пропуска на кипящий раствор силиката натрия обрабатывают

товар раствором хромпика и промывают. На набитых местах образуется желтый крон. 4) Для вытравки по танированному товару. По способу Биндера товар, протравленный танином и закрепленный рвотным камнем (см. *Винные кислоты*), после промывки и сушки, набивают тоже раствором едкого натра. После сушки и запарки в фикс-аппарате в течение 1 мин. (дубильно-сурьмяная соль разрушается, давая таннат и стибнат натрия) пропускают на серную кислоту, промывают и красят, как обычно, основным красителем. И здесь для расцветки можно применять кубовые красители с ронгалитом.

Окислительные В. 1) Наиболее часто встречается хлоратная В., основанная на том, что многие красители (индиго, сернистые, большинство основных и протравных) при нагревании (запаривании) окисляются хлорноватокалиевой или -натриевой солью в бесцветные растворимые в воде соединения. Печатная краска состоит из загущенного раствора бертолетовой или хлорноватонатриевой соли, часто с прибавкой хлорноватоалюминиевой соли и красного синькали. После печати запаривают и промывают. Для получения цветного узора прибавляют к печатной краске либо лаки, стойкие к окислению, либо минеральные краски в смеси с альбумином, либо некоторые основные же красители, на которые окислители не действуют. 2) По индиго применяют хроматную В. Печатают загущенную хромовощелочную соль с прибавкой щавелевой кислоты и после сушки проводят на горячий раствор слабой серной и щавелевой кислот. Освобождающаяся на набитых местах хромовая к-та окисляет индиго в изатин. Щавелевая кислота играет роль переносителя кислорода от хромовой кислоты к индиго. Для расцветки в печатную краску вводят альбуминные краски. По другому способу ткань перед печатью плюсоют щелочным раствором β -нафтола, а в печатную краску вводят какой-либо диазораствор. Тогда на вытравляемых местах образуются нерастворимые азокрасители. 3) По пунцовому ализариновому товару применялась раньше окислительная В. путем набивки загущенного раствора органич. к-ты (напр. лимонной), сушки и пропуска на холоду на крепкий раствор белильной извести. В набитых местах выделяется хлорноватистая кислота, окисляющая ализарин. Для желтой вытравки в краску вводят какую-либо свинцовую соль, а после прохода на белильную известь и промывки ткань обрабатывают хромпиком, для синей — к краске прибавляют раствор берлинской лазури в щавелевой кислоте. Все окислительные В. имеют тот недостаток, что легко ослабляют товар, окисляя клетчатку ткани в оксиделлюлозу. Поэтому применение их становится все реже. Только для основных и сернистых красителей они еще сохраняют значение.

Восстановительные В. наиболее распространены. С помощью их вытравляются: все азокрасители (субстантивные, ледяные — на хлопке, кислотные — на шерсти и шелке), индиго и другие кубовые красители, нек-рые сернистые, марганцовый бистр. В качестве восстановителей употребляют:

глюкоза с едким натром, хлористое олово, цинковая пыль с бисульфитом, но чаще всего применяются различные формальдегид-сульфоксилаты (см. *Гидросульфит*): ронгалиты, гидросульфит NF, гиральдиты и др., со щелочью действующие восстановительно при короткой запарке в зрельнике. В качестве катализаторов при восстановлении формальдегид-сульфоксилатами применяют антрахиноновую пасту или, реже, некоторые красители (сетопалин, индулиновый алай). Приведем несколько примеров.

По марганцовому бистру печатают загущенный раствор хлористого олова и лимонной кислоты, затем ткань развешивают на холодных вешалах и, по окончании восстановления, промывают. Для расцветки применяют основные красители, минеральные краски и лаки на альбумине.

По субстантивным окраскам на хлопке и кислотным на шерсти печатают смесь хлористого и уксуснокислого олова и уксусно-натриевой соли. Для расцветки служат основные красители, вводимые вместе с таннином в вытравную краску. После печати дают короткую запарку, пропускают на рвотный камень и промывают. Другой способ: печатают смесь цинковой пыли с бисульфитом натрия, загущенных камедью или декстрином, с прибавкой глицерина, раствора соды или аммиака. Во избежание забивания гравюры вала цинковой пылью, пользуются при набивке вращающейся щеткой (контр-щеткой). После печати следуют запарка, пропуск на разбавленную серную к-ту (для растворения цинка) и промывка.

По ледяным окраскам употребляют В. с оловянной солью, усиливая ее действие прибавкой глицерина, амилевого спирта, органич. кислот, леволиновой кислоты и других растворителей для красителей. Дальнейшая обработка—как при В. по субстантивным окраскам. Другой способ: ткань, окрашенную паранитралиновым красным, плюсоют раствором глюкозы, сушат, печатают крепкий раствор едкого натра в смеси с глюкозой и глицерином, запаривают в зрельнике и промывают. Расцветка—как при щелочных вытравках по ализариновому пунцовому (см. выше). Все без исключения азокрасители—кислотные, субстантивные и ледяные—вытравляются ронгалитом и другими формальдегид-сульфоксилатами. По хлопку их печатают в смеси с едким натром, по шерсти—с содой, поташом или углекислым аммонием. За печатью следует запарка в зрельнике и промывка. Азокрасители распадаются при восстановлении на смесь бесцветных и, в большинстве случаев, растворимых в воде аминов. Иногда для лучшей смывки аминов ткань пропускают на к-ту и промывают. Некоторые ледяные красители (α -нафтиламиновый бордо) трудно вытравляются даже ронгалитом. Тогда к вытравной краске прибавляют катализатор, напр. антрахинон. Для расцветки вместе с гидросульфитными В. удобно применять индиго и другие кубовые красители, вводимые в виде пасты в вытравную краску.

По индиго печатают смесь формальдегид-сульфоксилата, антрахинона, окиси цинка и лейкотропа W, т. е. сульфокислоты ди-

метилфенилбензиламмония; запаривают в зрельнике; лейкотроп образует при этом с получающимся белым индиго растворимый бензилсульфокислый эфир его, не способный окисляться обратно в индиго и растворимый в воде, следовательно, удаляемый при последующей промывке. Если вместо лейкотропа W взять лейкотроп O (несульфированный хлористый диметилфенилбензиламмоний), то образуется нерастворимый в воде желтый бензиловый эфир белого индиго, т. е. получается желтая расцветка. Подобно индиго вытравляются формальдегид-сульфоксилатами с лейкотропом и другие кубовые—как индигоидные, так и антрахиноновые, а также нек-рые сернистые (преимущественно синие и черные) красители. При всех восстановительных вытравках во время запаривания зрельник должен быть совершенно безвоздушным во избежание окисления ронгалита.

Лит.: Орлов Н. Н., Основные начала крашения и ситцепечатания, Киев, 1911; Чиликин М. Новое в химии индиго, «Известия об-ва для сод. улучш. и разв. мануф. пром.», 1911, т. 15, 2, стр. 105; Порай-Кошиц А. О химизме вытравок по индиго, там же, 3, стр. 147; Чиликин М., Исследования в области индиго, М., 1914; Луберг Е., Praktisches Handbuch d. Zeugdrucks, Lpz., 1901—40; Axmacher A., Praktischer Führer durch d. Zeugdruck, Hannover, 1918; Knecht E. a. Fothergill J. B., The Principles a. Practice of Textile Printing, 2 ed., L., 1924; Triepke E. W., Rongage du rouge turc par la méthode alcaline, Paris, 1893; «Färber-Zeitung», Berlin, 1894—95, p. 218, 282—284; *ibid.*, 1897, p. 149, 373; *ibidem*, 1903, p. 158; Schaposchnikoff W. G. und Michireff W., «Zeitschrift für Farben- und Textil-Chemie», Braunschweig, 1902; Prudhomme M., «Revue générale des matières colorantes», Paris, 1903, t. 7, p. 459, 482, 592.

А. Порай-Кошиц.

Техника безопасности. Значительный санитарно-гигиенич. интерес представляет печатание (расцветка) по черному анилину. Здесь в результате химическ. процесса—действия содержащейся в печатной краске окиси цинка или уксуснокислого натрия, которые дают связывание соляной к-ты, на местах наложения печатной краски освобождается анилин, к-рый улетучивается в воздух в довольно значительных количествах. Исследования, произведенные в московских ситцепечатных, показали, что если, например, при печатании анилином в 14 л воздуха ситцепечатной содержится 0,02—0,03 мг анилина, то при резервировании по анилину его содержится 0,1728 мг. Последнее количество настолько велико, что может служить причиной хронического отравления рабочих. Вопрос оздоровления этого процесса еще не разработан.

Лит.: Вознесенский, Гроздовский, Розенбаум А., Анилин в текстильной промышленности, «Гигиена труда», М., 1926, 11. **Н. Розенбаум.**

ВЫТРАВНЫЕ КРАСКИ, пасты, наносимые на окрашенные ткани с помощью ситцепечатной машины или ручных набивных форм, состоящие из загустителя и каких-либо веществ, способных при дальнейшей обработке разрушать или переводить в растворимое состояние краситель, находящийся на ткани. Сами по себе В. к. могут быть и бесцветны, но их часто подвешивают каким-нибудь красящим веществом, не фиксирующимся на ткани, чтобы легче было наблюдать за печатанием. Часто в В. к. входят и такие красители, к-рые фиксируются

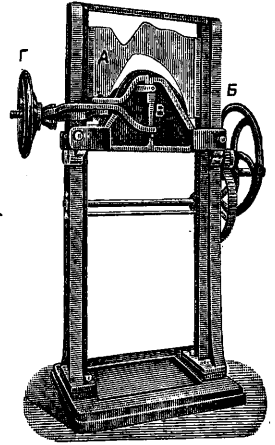
на ткани и в то же время не разрушаются теми вытравляющими веществами, которые входят в состав вытравных красок. См. *Вытравка, Ситцевечание*.

ВЫТЯЖКА, в прядильном производстве, последовательное вытягивание обрабатываемого волокна в целях утонения продукта: из холста в ленту, из ленты в ровницу, из ровницы в пряжу, а также в целях параллелизации волокон. В последнем случае вытяжка применяется одновременно со сдвиганием (дублированием) ленты. Наиболее простым вытяжным прибором для короткого волокна является система нескольких пар валиков, из которых каждая последующая пара валиков вращается со скоростью большей, чем предыдущая; при этом проходящая между валиками лента волокна последовательно утоняется. Расстояние между центрами валиков должно быть несколько больше наибольшей длины волокна, иначе, захвачен, одновременно двумя парами валиков, оно может быть разорвано. В последнее время большое применение начинают находить вытяжные аппараты с большими V . В них верхние валки имеют меньшую нагрузку и меньшее расстояние между валками, чем в первом случае. Волокно оказывается слабо зажатым первой парой валиков в то время, когда оно захватывается уже второю. Такая система дает возможность повысить параллелизацию волокон и величину V . Величина V определяется из соотношения окружных скоростей вытяжных валиков. Если окружная скорость первой пары $= v_1$, второй $= v_2$, то $E = \frac{v_2}{v_1}$. Для одного аппарата E обычно колеблется от 6 до 12 (см. *Прядение*).

В. Лянд.

ВЫТЯЖНОЙ ТОВАР, вытяжка (в кожевенном производстве),—мягкий красноватый товар, раскройный при помощи особых лекал (наметок), и содержащий в себе части, к-рые должны прикрывать без швов и разрезов подъем ноги. В узком смысле вытяжка обозначает крюк, соответствующий целому сапогу, в отличие от штаблета. В. т. подвергается для получения вытяжки ряду операций в следующей последовательности. Размочка в течение $1\frac{1}{2}$ —2 ч. и отжим; строжка для выравнивания выкройки и утонения шейки кройки, которая придется на выгиб формы; первая жировка (смесь ворвани, дегтя и сала), платировка — разглаживание и удаление стружек и избытка жира. Далее следует посадка — центральная операция производства вытяжки; выкрой смазывают салом (подсаливают) по бахтарме, чтобы он пристал к «ножке», и накладывают на ребро ножки, к-рая представляет собою вырезанную из доски форму ноги (до колена) с закругленным передним ребром. Затем при помощи особых инструментов (лопатка или собачка) кожу вытягивают и морщины ее разглаживают, пока выкрой не пристанет совершенно без складок к ножке. Наконец разглаживается подъем, и готовая вытяжка, «крюк», после снятия с ножки, отдстает на сушку. После сушки следует отделка, общая для всех видов кожаных товаров (см. *Кожевенное производство*).

Вместо ножки иногда применяют вытяжную машину. Поскольку вытяжка, как товар, в 3. Европе мало применима, а у нас посадное дело было распространено гл. образом в кустарных центрах, достаточно рациональной вытяжной машины пока не сконструировано. Лучшая конструкция ее показана на прилагаемой фигуре. Здесь A —подвижная металлическая доска, заменяющая ножку, B —маховичок, приводящий в движение доску, B —металлические щеки, расстояние между которыми изменяется вращением маховичка G . Выкрой кладется на щеки, в отверстие между ними и доской A , и движением последней посаживается на доску, как на ножку. Крюки, полученные при помощи вытяжной машины, требуют добавочной ручной обработки. Вытяжные машины наиболее пригодны для мелкого выкройки. Вытяжка идет главным образом для деревни и армии.



Лит.: Бебешины В. и А., Посадное производство, М., 1928. **Г. Поварнин.**

ВЫХОД, с машины-орудия или станка — количество годных полуфабрикатов или фабрикатов, получаемых в единицу времени.

Дневной выход зависит от: 1) производительности самого станка, качества материала и инструмента, технологич. условий работы, интенсивности труда рабочего и т.п.; 2) от % брака по данной работе; 3) от установочного времени; 4) от вспомогательного времени; 5) от потерь времени.

Расчет выхода в 1 смену. В общем случае определяют в часах продолжительность составляющих элементов времени (перечисленных выше в пп. 3, 4 и 5), обозначая соответствующее установочное время через x ч., вспомогательное время — через y ч., потери времени — через z ч., % брака на данной работе: $\alpha = \frac{100a}{b}$, где a — количество брака в штуках, b — количество годных изделий, т. е. выход. Обозначая часовую производительность станка в штуках через n , получаем дневной B за 8 часов из следующих соотношений:

$$a + b = n [8 - (x + y + z)]; a = \frac{ba}{100},$$

откуда

$$b = \frac{n[8 - (x + y + z)]}{\left(\frac{a}{100} + 1\right)} \text{ шт.}$$

Если известна норма выработки для данной работы в часах, то, обозначив количество изделий в 1 ч. по норме через m (штук), получаем условный B . (брутто) изделий за день: $b' = 8m$. Если p — возможный % переработки нормы и α — возможный % брака на данной работе, то B за 8-часовой день:

$$b = \frac{b' + b' \frac{p}{100}}{1 + \frac{a}{100}} = \frac{sm \left(1 + \frac{p}{100}\right)}{1 + \frac{a}{100}} \text{ шт.}$$

Расчет суточного выхода. При производстве, ведущемся в 3 смены, наблюдается значительно более скорый износ станков. Во второй и третьей смене интенсивность рабочего несколько понижается против первой смены, так как увеличиваются простои, ослабляется в ночное время внимание рабочего, что выражается в нек-ром возможном увеличении % брака. При переходе с односменной дневной работы к многосменной, возможный В. со станка надлежит подсчитывать для каждой смены в отдельности. При трехсменном производстве, при методах массовой фабрикации, падение В. значительно меньше, чем при методах серийной фабрикации, и это падение В. наиболее сказывается при единичной фабрикации (при прочих равных условиях). Принимая В. в первую смену равным 1, учитывают все указанные потери в остальных сменах коэфф-тами в сотых долях единицы и определяют ориентировочно В. за сутки: $V = b(3 - x - y)$ штук, где x и y — потери во второй и третьей смене в долях первой смены. Путем использования статистических отчетов за достаточно продолжительный период времени о реально получаемых В. по различным сменам на таких же или аналогичных производствах можно достаточно точно подсчитывать x и y .

Расчет месячного выхода. При этом расчете необходимо учесть простои станка: 1) из-за невыхода на работу рабочего, 2) из-за потребности в ремонте станка, 3) в праздничные и предпраздничные дни, 4) из-за неполучения должной нагрузки. Все указанные причины понижают месячный В. со станка. Подсчитав месячный В. по ранее определенному дневному В., в подсчет вводят соответствующие поправки, учитывающие понижение выхода от каждой из указанных причин.

Расчет квартального и годового выхода можно вести, исходя из полученного (по вышеуказанному) месячного выхода, принимая лишь во внимание наличие в летних кварталах отпуска рабочих, снижающего выход за соответствующий период времени.

Коэффициент выхода. Считаясь со степенью использования, состояния и качества всех средств производства, можно подразделить В. со станка на оптимальный, нормальный расчетный и фактический. Оптимальный В. получают при соблюдении всех наиболее благоприятных расчетно-проектных условий и требований, при наличии исправного оборудования и научно-рациональной организации производства. Нормальный расчетный В. со станка определяют, учитывая все особенности данного предприятия в момент подсчета: возможность использования всех наличных средств и их состояния, существующую степень организованности и рационализации, и в зависимости от этих факторов устанавливают вполне нормальные и благоприятные для состояния завода (в момент

подсчета) величины элементов, влияющих на выход. Фактический и дневной В. определяют, на основании отчетных данных о работе станка, как средний выход за достаточно продолжительный период времени. Называя через V_o , V_n , V_{ϕ} — оптимальный, нормальный расчетный и фактический В. с данного станка (за одинаковый промежуток времени), получим коэфф. фактического В.

$$K_{\phi} = \frac{V_{\phi}}{V_n}, \text{ коэфф. оптимальн. В. } K_o = \frac{V_o}{V_n}.$$

При правильн. подсчете выхода обычно K_{ϕ} меньше единицы, а K_o больше единицы. Величина отклонения K_{ϕ} от единицы м. б. уменьшена путем рационализации производства в соответствующих областях. Следя за изменением K_{ϕ} , можно судить как о ходе, так и о результатах подобных рационализаторских работ. Величина отклонения K_o от единицы м. б. уменьшена путем углубленной систематической рационализации производства в целом, приближения всех факторов его к оптимальному состоянию. Чем меньше промежуток времени, для которого подсчитывают коэфф. В. (напр. при В. за 1 ч.), тем больше на нем отражаются конструкция станка, схема работы и технич. процесс. Чем больше подобный промежуток (напр. месяц, квартал), тем значительно отражаются на коэфф. выхода факторы администрирования и общеорганизационного состояния (обслуживания, распределения работ и т. п.).

Вышеуказанные соображения велись в предположении, что станок в течение дня занят обработкой одних и тех же изделий (массовые и крупно-серийные производства), в противном случае, при единичных производствах и некоторых серийных производствах, сопоставление коэффициентов выхода и анализ работ более затруднителен, и к выводам приходится подходить с особой осторожностью. Определение В. с машин-орудий и аппаратов, как характеризующее в конечном результате производительность предприятия в целом, носит особо ответственный характер при проектировании предприятий или установке новых производств. В зависимости от подсчитанных В. определяются размеры оборудования, а следовательно, и потребность в производственных и обслуживающих площадях и другие главные элементы капитальных затрат. В. Якимчик.

ВЫЦВЕТАНИЕ КРАСОК, изменение цвета красок при действии на них лучей солнца или вообще лучистой энергии, при чем в большинстве случаев цвет красок делается менее насыщенным, более белесоватым. Громадное большинство красок органическ. происхождения выцветает на солнечном свете в течение нескольких месяцев, недель или даже часов; краска при этом резко изменяет свой цвет. Это можно легко заметить, если выставить на солнечный свет полоски окрашенной бумаги, наполовину закрыв их непрозрачным для лучей экраном.

Среди органич. красок есть такие, к-рые показывают чрезвычайно быстрое выцветание, приближающееся к процессу, наблюдаемому при фотографировании. К таким краскам принадлежат: цианин, ортохром,

пинахром, пинавердол, пинацианол и дицианин. Благодаря своей способности легко выцветать эти краски могут служить сенсбилизаторами для фотографических процессов (см. ниже). Металлич. краски гораздо более стойки, и только немногие из них изменяют свой цвет на свету; к последним принадлежат нек-рые соединения железа. Большинство неорганических красок являются стойкими соединениями, и изменения цвета в них не зависят от фотохимического процесса.

Одним из удобных методов для получения В. к. как в видимой части спектра, так и в части ультрафиолетовой является исследование их в прозрачных средах (коллодий, желатина, спирт, вода, сахарные растворы), при чем В. к. исследуется либо оптически (спектрофотометрически) либо фотографически. В. к., осажденных на волокне, можно изучать по спектру отражения этих красок; этот способ, как и способ прозрачных сред, дает весьма точные результаты.

Изучение фотохимическ. процесса в красках показывает, что если вещество имеет простую полосу поглощения, без вторичных максимумов, то разложение происходит пропорционально количеству поглощенной энергии E , и изменение концентрации вещества c выражается формулой: $-\frac{dc}{dt} = \alpha E$,

где α — постоянная. Если полоса поглощения будет сложной, состоящей из нескольких налегающих друг на друга полос, то скорость выцветания в каждой полосе может быть различна, и таким образом можно получить весьма сложный эффект от действия лучистой энергии.

Выцветание в большинстве случаев является процессом, зависящим от окисления красок; это можно доказать, пропуская кислород над освещенной и выцветающей краской. В результате такого выцветания образуются углекислота и вода. Т. о. здесь происходит процесс медленного окисления. При разложении краска дает стойкие продукты, не превращающиеся обратно в первоначальное красящее вещество. Подобный процесс окисления встречается у преобладающего числа органич. красителей. В. к. является процессом, сильно зависящим от среды, в которой краска помещена. Так, напр., если мы растворим цианин в коллодии, оболем полученной смесью стекло и получим тонкую, прозрачную, окрашенную пленку, то такая пленка сохраняется без изменения в течение многих месяцев в темноте, но на свету коллодионная окрашенная пленка быстро изменяет свой цвет, давая быстрое выцветание. Если приготовить спиртовой раствор того же цианина, то такой раствор, имея ту же полосу поглощения в спектре, как твердая коллодионная пленка, практически не выцветает, — во всяком случае выцветание его во много раз медленнее, чем в твердом коллодии. Прибавление к спирту коллодия вызывает небольшое изменение скорости реакции; но достаточно прибавления небольшого количества азотной кислоты или продуктов фотохимич. реакции, чтобы реакция пошла с значительной скоростью. Так. обр. среда оказывает огромное влияние на самый процесс выцветания красок.

Влияние кислорода окружающей среды или кислорода, поглощенного слоем растворителя краски, весьма значительно; при наблюдении окисления краски, расположенной в виде тонкого слоя на неорганической подкладке (стекло, кварц) и в присутствии кислорода, легко заметить, что уменьшение количества кислорода над краской замедляет процесс и, при концентрации кислорода, практически равной нулю (при давлении в 0,001 мм ртутного столба), процесс останавливается. Совершенно другая картина наблюдается в том случае, если краска находится в органической среде, которая может легко отдавать свой кислород, производя окисление краски. Такой средой является, например, коллодий. В этом случае процесс в абсолютной пустоте продолжается за счет кислорода среды, в которой растворена краска, и краска продолжает выцветать при давлениях, меньших 0,001 мм. У вышеуказанной группы красок процесс выцветания представляется в достаточной мере простым, при чем явление выцветания иногда сопровождается вторичными реакциями, зависящими от присутствия среды.

Все описанные выше процессы В. к. являются процессами необратимыми. Особняком стоят некоторые краски, которые показывают реакцию гораздо более сложного характера. К таким краскам принадлежит, например, метиленовая синька (Methylenblau). Если поместить эту краску в виде окрашенной желатинной пленки на свет, то происходит побеление пленки; в темноте пластинка снова приобретает свой прежний цвет. Т. о. может казаться на первый взгляд, что здесь происходит обратимая фотохимическ. реакция, на самом же деле ее нет. Если исследовать точным способом спектр пленки до выцветания, после выцветания и после восстановления продуктов на воздухе, то можно заметить, что в крайних красных лучах получается изменение поглощения после восстановления краски; в большей же части спектра поглощение метиленовой синьки и продуктов ее восстановления получается одинаковое. Если устранять кислород, заклеивая слой краски стеклянкой пластиной при помощи канадского бальзама, то можно видеть, что под закрытой частью выцветание метиленовой синьки происходит быстрее, чем в части открытой.

Наконец, надо отметить, что существуют краски, которые могут обнаруживать изменение цвета на свету в атмосфере водорода и к-рые т. о. показывают явления восстановления при действии света. Путем восстановления можно получить из нек-рых красок их так. назыв. бесцветные основания — л е й к о б а з ы. Достаточно легко получают лейкобазы для метиленовой синьки. При действии кислорода воздуха лейкобазы чрезвычайно легко переходят опять в краску; поэтому их приходится держать в атмосфере угольной кислоты в запаянных сосудах. В общем случае получение такой лейкобазы фотохимическим путем невозможно, и для этой цели применяется обычный процесс восстановления. Только у красок, указанных выше, можно получить продукты их восстановления фотохимическим путем.

Совершенно так же, как видимый спектр, действуют на краски ультрафиолетовые лучи, при чем в некоторых случаях, при действии определенной группы волн, получается более сложный процесс. В самом деле, можно показать, что краски легко изменяются под влиянием озона—озон оказывается сильно белящим веществом. Как известно, ультрафиолетовые лучи с длиной волны короче 200 *mμ* (вероятно, ок. 193 *mμ*) вызывают образование озона, а с длиной волны от 209 до 287 *mμ*—разрушение озона; поэтому, действуя определенным комплексом ультрафиолетовых лучей (короче 200 *mμ*) на краску, мы вызываем процессы двойного рода: 1) сама краска может разложиться под влиянием ультрафиолетовых лучей и 2) образующимся в ультрафиолетовом спектре озоном можно вызвать белящее действие.

Изучение В. к. в лучах Рентгена показывает, что если эти процессы и существуют, то являются совершенно ничтожными, и попытка произвести В. к. в течение нескольких часов не дает никакого эффекта. Отсутствие эффекта получается и при действии лучей радия на чистые краски.

Из сказанного вытекает целый ряд практических приемов для защиты предметов от выцветания. Прежде всего нужно устранить попадание прямых солнечных лучей на легко выцветающие предметы; для этого такие предметы приходится или совершенно защищать от лучей света, гл. обр. летом, или стараться отфильтровать сильно действующие на краски ультрафиолетовые лучи, вызывающие образование озона. Отфильтровывание легче всего производится при помощи стекол. Т. о. застекление картин, нарисованных акварелью или масляными красками, в состав которых входят анилиновые краски, может предохранить их от выцветания. Способность красок легко выцветать является основанием для применения их в фотографии. Как известно, фотографическая пластинка чувствительна гл. обр. к синим и фиолетовым лучам и мало чувствительна к лучам красным, желтым и зеленым. Чтобы сделать фотографическ. пластинку чувствительной к соответствующим частям спектра, ее прокрашивают нек-рыми легко разлагающимися красками, и тогда пластинка делается фотохимически чувствительной в той области, в которой имеются полосы поглощения красок. Так, прокрашивая пластинку цианином, мы можем сделать ее чувствительной для красных, желтых и зеленых лучей. Этот процесс с е н с и б и л и з а ц и и имеет огромное практич. значение как в технике, так и в явлениях природы вообще: процесс нашего зрения, процесс ассимиляции углерода растениями являются своеобразными процессами сенсбилизации. Применяя комбинацию нескольких красок, имеющих поглощение в разных частях спектра, можно получить такую смесь, которая при действии света будет давать цветные отпечатки,—на этом основан способ т. н. фотографии через выцветание. Одной из трудных задач этого способа является фиксирование полученного изображения без изменения окраски, которую первоначально имело полученное через выцветание изображение. Этот способ цвет-

ной фотографии развит в целом ряде работ и, несомненно, представляет очень большой практический интерес.

Лит.: О г л о б л и н В. Н., Выцветание пигментов, фиксированных на хл.-бум. волокне, гл. 1 и II, «Ж. Р. Ф. Х. О.», СПб, 1894, т. 26, отд. 1, вып. 3, 1895, т. 27, отд. 1, вып. 2 (дана общая качественная сводка большого количества выцветающих красок на волокне); Л а з а р е в П. П., Выцветание красок и пигментов в видимом спектре, «Известия Московского высшего технического училища», Москва, 1911 (количественные законы выцветания); е г о ж е, статьи в «Annalen der Physik», Lpz., 1907, V. 24, p. 661, 1912, V. 37, p. 812; е г о ж е, «Ztschr. f. physik. Chemie», Lpz., 1912, V. 78, p. 657, Atlas d. spectres d. substances colorantes, Leningrad, 1927 (издан Академией наук СССР, под ред. акад. П. П. Лазарева; дает ориентировку в спектрах красок). П. Лазарев.

ВЫЦВЕТЕНИЕ КРАСЯЩИХ ВЕЩЕСТВ

на окрашенном волокнистом материале известно уже с древних времен, однако до сих пор еще не выяснены все происходящие при этом химические реакции. На светопрочность красителей влияют следующие факторы: 1) источник света, 2) окружающая атмосфера (см. *Выцветание красок*) и 3) природа окрашенного материала. Различные химическ. группы красителей обладают различной степенью прочности к свету, и даже часто красители одной и той же химич. природы показывают неодинаковую светопрочность. Однако при всех процессах выцветания присутствие влаги играет очень большую роль, т. к. большинство красителей в абсолютно сухом воздухе не выцветает. Влажность воздуха имеет настолько важное значение, что В. к. в. на юге, при обильном солнце, но при меньшей относительной влажности воздуха, меньше, чем на севере, где солнечный свет отличается сравнительно меньшей интенсивностью, но зато относительная влажность воздуха большая. Большинство красителей не выцветает даже в атмосфере абсолютно сухого кислорода. Влияние самого волокнистого материала на В. к. в., изученное Гебгардом и другими исследователями, огромно; например, при сравнительных испытаниях на светопрочность одного и того же красителя на хлопке и на шерсти, краситель на хлопке выцветает обычно быстрее. Еще нужно заметить, что отраженный солнечный свет также вызывает В. к. в.; напр., если выставить на прямой и отраженный солнечный свет одинаково окрашенные образцы, то в первое время выгорание образца, выставленного на отраженный свет, сильно отстает от выгорания образца на прямом солнечном свету, но если образец перенести из отраженного света на прямой солнечный свет, то выцветание обоих образцов быстро выравнивается.

Для объяснения сложн. процессов В. к. в. было предложено несколько теорий, а именно: 1) кислородная теория, объясняющая В. к. в. медленным окислением красителя в присутствии кислорода; 2) озонная теория, по которой разрушение красителя происходит вследствие присутствия в воздухе озона и перекиси водорода; 3) восстановительная теория: краситель восстанавливается на свету в присутствии волокна аналогично восстановлению нитробензола в спиртовом растворе до анилина под действием света; 4) теория внутри молекулярного изменения,

примером чего служит образование под действием света из спирта и хинона уксусн. альдегида и гидрохинона; 5) теория прямого действия световых волн, по к-рой колебание электронов молекулы красителя может быть синхронным с колебанием световых волн, вследствие чего последние могут раскачать электроны молекулы и выбросить их из сферы ее влияния; 6) теория Гебгарда, по к-рой краситель сначала окисляется в перекись, последняя же разрушается волокном; 7) теория Витта, наиболее достоверная, по к-рой В. к. в. происходит вследствие совокупности процессов окислительного и восстановительного характера (см. *Выцветание красок*). Светопрочность красителей, применяемых для крашения текстильных материалов, оценивается по 8-балльной системе, выработанной германской комиссией (D. Echtheitskommission), и зависит в значительной степени от концентрации красителя на волокне. При малой концентрации выцветание красящих веществ вообще больше, чем при насыщенных тонах. Самыми светопрочными красителями являются индиготроновые красители и некоторые протравные красители, например ализарин. Сернистые красители обладают удовлетворительной светопрочностью. Протравные красители на шерсти обыкновенно имеют хорошую светопрочность, лучшую, чем кислотные красители, среди которых, например, ланафуксин и формилорый фиолетовый чрезвычайно непрочны к свету. Субстантивные красители без обработок обладают малой светопрочностью; обработка же на волокне солями металлов значительно увеличивает их светопрочность. Основные красители являются наименее светопрочными красителями, что сильно сокращает применение их для крашения волокнистых материалов. См. *Инсоляция*.

Лит.: B o l i s, «Journal of the Soc. of Dyers and Colourists», L., 1910; J o n e s, ibidem, 1910; G e b h a r d, ibid., 1913; H a r r i s s o n, ibidem, 1912, p. 225; G e b h a r d, «Färber-Ztg», Berlin, 1911, p. 26; H a l l e r, «Melland's Textilberichte», Mannheim, 1924, p. 541; H e e r m a n n P., Färberei- u. Textilchemische Untersuchungen, B., 1923. А. Меев.

ВЫЦВЕТАНИЕ СЕРЫ, перемещение избытка свободной серы в вулканизированной резиновой смеси на поверхность готовых изделий. Такое перемещение происходит во всех случаях, когда количество свободной серы в смеси выше величины растворимости серы в каучуке, равной 1% при 25°; выцветает сера в ромбических кристаллах. Выцветание уменьшается в смесях, составленных с ускорителями *вулканизации* (см.), которые позволяют иметь общее количество серы в 3—4 раза меньше, чем в смесях без ускорителей.

Лит.: E n d r e s H. A., «India Rubber World», N. Y., 1923, July; R o s e n b a u m, «India Rubber Review», Akron, Ohio, 1923, January.

ВЫЧИСЛЕНИЯ ПРИБЛИЖЕННЫЕ. Опытные данные дают всегда для измеряемой величины только приближенное значение (в пределах ошибки измерения); поэтому и все вычисления в прикладной математике имеют характер приближенный. Весьма важно уметь получить хорошее приближение наиболее коротким путем; правила для этого даются теорией приближенных вычислений.

Пусть величина A (к-рую будем считать положительной) приближенно измеряется числом a ; если $a < A$, то a есть приближение по недостатку, если $a > A$, то—по избытку. Разность $|A - a| = \alpha$ называется истинной, абсолютной погрешностью приближения. Отсюда $A = a \pm \alpha$. Обыкновенно α нам в точности не известно, но часто мы знаем, какое число α не может превосходить, напр., при измерении длины $\alpha < 0,01$ см. Относительная погрешность ε —отношение абсолютной погрешности α к приближенному значению a величины: $\varepsilon = \frac{\alpha}{a}$ (относительная погрешность часто дается в %). Так как результаты измерений обычно бывают выражены в десятичной системе, то практически абсолютная погрешность дает возможность судить, какие цифры являются «верными»; мы говорим, что число a есть приближенное значение с n верными знаками, если абсолютная погрешность не превосходит одной единицы последнего n -го разряда (считая только значащие цифры). Пусть

$$a = k_0 10^{p-n} + k_1 10^{p-2} + \dots + k_{n-1} 10^{p-n},$$

где $0 < k_0 < 10$, $0 \leq k_1 < 10, \dots, 0 \leq k_{n-1} < 10$; все n знаков верны, если $\alpha < 10^{p-n}$. Иногда можно выбрать между приближенным значением по недостатку и избытку так, чтобы $\alpha < \frac{1}{2} \cdot 10^{p-n}$; так, если нам известна $(n+1)$ -я цифра k_n , то при определении n верных цифр с точностью до $\frac{1}{2} \cdot 10^{p-n}$ следует оставить k_{n-1} без изменения, если $k_n < 5$, и увеличить k_{n-1} на 1, если $k_n \geq 5$ (правило дополнения). Выясним связь относительной погрешности ε с числом верных цифр n ; если $\alpha < 10^{p-n}$, то

$$\varepsilon < \frac{10^{p-n}}{k_0 10^{p-1}} = \frac{1}{k_0 10^{n-1}};$$

во всяком случае, $\varepsilon < \frac{1}{10^{n-1}}$; в случае применения правила дополнения, максимальная относительная погрешность вдвое меньше. Обратное: если для a максимальная относительная погрешность $\varepsilon < \frac{1}{10^m}$, то a содержит m верных цифр.

Пример. $\pi = 3,14159\dots$; значения с 4 верными знаками: по недостатку 3,141, по избытку 3,142, с абсолютной погрешностью $< 0,001$; по правилу дополнения, 3,142 с абсолютной погрешностью $< 0,0005$; в последнем случае абсолютная погрешность

$$\varepsilon < \frac{1}{2} \cdot \frac{0,001}{3}$$

т. е.

$$\varepsilon < \frac{1}{6000} < 0,02\%.$$

С л о ж е н и е. Из равенства

$$A_1 + A_2 = a_1 + a_2 \pm \alpha_1 \pm \alpha_2$$

следует, что абсолютная погрешность суммы \leq сумме абсолютных погрешностей слагаемых; если наибольшая абсолютная погрешность каждого слагаемого $< \frac{1}{10^m}$ и число слагаемых не больше 10, то абсолютная погрешность суммы $< \frac{1}{10^{m-1}}$; чтобы получить в сумме m верных знаков, достаточно взять

слагаемые с $m+1$ верными знаками. Заметим еще, что относительная погрешность суммы не превышает наибольшей относительной погрешности слагаемых.

Вычитание. Абсолютная погрешность разности \leq сумме абсолютных погрешностей уменьшаемого и вычитаемого; но если разность мала, ее относительная погрешность может значительно превосходить погрешности данных чисел.

Умножение и деление. Пусть для чисел A и B имеем приближенные значения a и b ; $A = a \pm \alpha$, $B = b \pm \beta$. Абсолютная погрешность произведения AB равна

$$|AB - ab| = |\beta\alpha + a\beta + \alpha\beta|.$$

Относительная погрешность

$$\epsilon = \pm \frac{\alpha}{a} \pm \frac{\beta}{b} \pm \frac{\alpha\beta}{ab};$$

так как обыкновенно относительные погрешности малы, то последним слагаемым можно пренебречь и считать $\epsilon \leq \frac{\alpha}{a} + \frac{\beta}{b}$. т. е. относительная погрешность произведения не м. б. заметно больше, чем сумма относительн. погрешностей множителей. В случае деления абсолютная погрешность частного $\frac{A}{B}$ равна

$$\left| \frac{A}{B} - \frac{a}{b} \right| = \left| \frac{\pm b\alpha \mp a\beta}{Bb} \right|;$$

относительная погрешность частного

$$\epsilon = \pm \frac{b\alpha \mp a\beta}{Bb} : \frac{a}{b} = \pm \frac{b}{B} \cdot \frac{\alpha}{a} \mp \frac{\beta}{B};$$

так как b близко к B , опять имеем приближенно: $\epsilon \leq \frac{\alpha}{a} + \frac{\beta}{b}$. Т. о. после каждого умножения и деления относительные погрешности складываются; если a и b имели по n верных цифр, то $\frac{\alpha}{a}$ и $\frac{\beta}{b} < \frac{1}{10^{n-1}}$; после умножения или деления получим: $\epsilon < \frac{2}{10^{n-1}} < \frac{1}{10^{n-2}}$.

Следовательно, чтобы получить в результате умножения или деления (или ряда этих действий, числом не более 10) m верных цифр, достаточно иметь данные числа с $m+2$ верными цифрами. Эта оценка, однако, в большинстве случаев слишком груба; б. ч. мы получаем более точный результат.

Пример. Требуется вычислить $\pi\sqrt{2}$, если множители даны с 4 верными знаками, и найти абсолютную погрешность произведения. Имеем: $\pi \cong 3,142$; $\sqrt{2} \cong 1,414$ (по правилу дополнения). Произведение $\cong 4,442788$.

Относит. погрешность множимого $< \frac{1}{3 \cdot 2000}$, множителя $< \frac{1}{2000}$; относительная погрешность произведения $< \frac{1}{6000} + \frac{1}{2000} = \frac{1}{1500}$; абсолютная ошибка произведения $< 5 \cdot \frac{1}{1500} = \frac{1}{300} < 0,004$. Следовательно, $\pi\sqrt{2} \cong 4,443$ с ошибкой $< 0,05$, т. е. с 3 верными знаками. Мы видим, что последние 3 цифры произведения не играют в результате почти никакой роли, так как с избытком покрываются возможной абсолютной погрешностью; поэтому для экономии времени их не стоит вычислять. Существует такой прием упрощенного умножения приближенных чисел: оставляя в множимом и в множителе

одинаковое число верных цифр, подписываем множитель под множимым в обратном порядке; затем умножаем множимое на цифры множителя, начиная слева, отбрасывая при этом во множимом те цифры, к-рые стоят правее цифры множителя, на которую производится умножение; результаты умножений подписываем так, чтобы правые цифры стояли в одном столбце, и складываем по столбцам. В нашем примере вычисления расположатся так:

3 142
4 141
3 142
1 256
31
12
4 441

Таким образом опять получаем 3 верных цифры: $\pi\sqrt{2} \cong 4,44$.

Интерполяция. Задача интерполяции состоит в следующем: известны значения функции $f(x)$ для значений аргумента $x_0, x_1 = x_0 + h, x_2 = x_0 + 2h, \dots$, и пусть $f(x_0) = y_0, f(x_0 + h) = y_1, f(x_0 + 2h) = y_2, \dots$, где h — данное число; требуется вычислить (приближенно) значение $f(x)$ для промежуточных значений x . Простейший метод интерполяции есть линейная интерполяция. Мы допускаем, что в (малом) промежутке длины h изменение y пропорционально изменению x ; пусть $x_0 + kh < x < x_0 + (k+1)h$; тогда, по нашему допущению,

$$\frac{y - y_k}{y_{k+1} - y_k} = \frac{x - (x_0 + kh)}{h},$$

или

$$y = y_k + \Delta y_k \cdot \frac{x - x_k}{h};$$

$\Delta y_k = y_{k+1} - y_k$ называется первой разностью функции $f(x)$; если функция задана таблицей, то Δy_k есть табличная разность, и наша ф-ла выражает правило пропорциональных частей. Если первые разности в таблице быстро изменяются, эта ф-ла оказывается недостаточно точной, и надо прибегнуть ко вторым (и более высоким) разностям; 2-я разность

$$\Delta^2 y_k = \Delta y_{k+1} - \Delta y_k;$$

аналогично определяется 3-я разность, и т. д. Для интерполяции служит ф-ла Ньютона:

$$y = y_k + \frac{\Delta y_k}{h}(x - x_k) + \frac{\Delta^2 y_k}{1 \cdot 2 \cdot h^2}(x - x_k)(x - x_{k+1}) + \frac{\Delta^3 y_k}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot h^3}(x - x_k)(x - x_{k+1})(x - x_{k+2}) + \dots$$

Ограничимся вторыми разностями и преобразуем формулу, полагая $\frac{x - x_k}{h} = u$, тогда

$$\frac{x - x_{k+1}}{h} = \frac{x - x_k}{h} - \frac{x_{k+1} - x_k}{h} = u - 1$$

и

$$y = y_k + u \cdot \Delta y_k + \frac{u(u-1)}{1 \cdot 2} \Delta^2 y_k.$$

Пример. Требуется найти $\lg \sin 0^\circ 10' 24''$. Находим из таблиц значение функции и вычисляем 1-е и 2-е разности.

x	lg sin x	Δy	Δ²y
0°10'	3,46373		
0°11'	3,50512	0,04139	
0°12'	3,54291	0,03779	-0,00360

Имеем: $x - x_k = 24''$; $h = 1' = 60''$; $u = \frac{24}{60} = 0,4$; $u-1 = -0,6$.
Получаем:

$$\begin{aligned} \lg \sin 0^\circ 10' &= \overline{3,46373} \\ u \Delta y &= 0,01656 \\ \frac{u(u-1)}{1 \cdot 2} \Delta^2 y &= 0,00043 \end{aligned}$$

$$\lg \sin 0^\circ 10' 24'' = \overline{3,48072}$$

Приближенное решение ур-ий. Дано ур-ие $f(x)=0$. Вычисляя значения $f(x)$ (напр. по таблицам), находим 2 таких значения x_1 и x_2 , что $y_1=f(x_1)$ и $y_2=f(x_2)$ имеют разные знаки. Это значит, что кривая $y=f(x)$ пересекает ось x между x_1 и x_2 .

1-й способ. Чтобы приближенно найти точку пересечения, заменяем кривую прямой, соединяющей точки (x_1, y_1) и (x_2, y_2) , и ищем x_3 —абсциссу ее точки пересечения с осью x (ордината $y_3=0$). Имеем:

$$\frac{x_3 - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{-y_1}{y_2 - y_1},$$

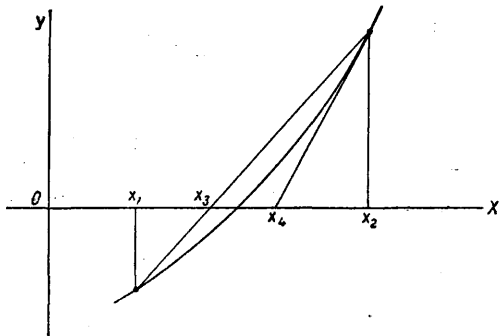
или

$$x_3 = x_1 - \frac{y_1(x_2 - x_1)}{y_2 - y_1}.$$

Пример. Вычислить корень уравнения $3^x = 5x$, находящийся между 2 и 3. Предварительно логарифмируем ур-ие, получаем: $x \lg 3 - \lg x - \lg 5 = 0$. Вычисляем по таблицам y_1 (значение левой части при $x=2$) и y_2 (значение при $x=3$). Имеем: $y_1 = -0,04576$; $y_2 = +0,25527$. Далее: $x_1=2$; $x_2-x_1=1$ и $y_2-y_1=0,30103$; отсюда

$$x_3 = 2 - \frac{-0,04576}{0,30103} = 2,152.$$

2-й способ (способ Ньютона). В промежутке между x_1 и x_2 заменяем кривую касательной в той из крайних точек, где отношение $\frac{f'(x)}{f(x)} > 0$. Абсцисса x_4 точки пересечения этой касательной с осью x и дает приближенное значение корня. При этом геометрически ясно, что истинное значение корня лежит между значениями, получаемыми этим методом и предыдущим (см. фиг.).



Приведем формулу для этого способа. Пусть точка x_2 удовлетворяет вышеприведенному условию; обозначим значение производной в этой точке через y_2' . Ур-ие касательной: $y - y_2 = y_2'(x - x_2)$; при $y=0$, $x_4 = x_2 - \frac{y_2}{y_2'}$ (для точки x_1 имели бы аналогично: $x_4 = x_1 - \frac{y_1}{y_1'}$).

Пример. Берем то же уравнение:

$$y = x \lg 3 - \lg x - \lg 5; \quad y' = \lg 3 - \frac{1}{x}.$$

Неравенству $\frac{y''}{y'} > 0$ удовлетворяет точка $x_2 = 3$; $y_2' = 0,47712 - \frac{0,48429}{3} = 0,33236$; $x_4 = 3 - \frac{y_2}{y_2'} = 3 - \frac{0,25527}{0,33236} = 3 - 0,768 = 2,232$. Итак,

истинное значение корня заключается между 2,15 и 2,23. Для лучшего приближения надо взять более близкие между собою значения x_1 и x_2 . Для приближенного решения алгебраическ. уравнений существует весьма удобный метод Грегге (см. *Грегге метод*).

Приближенное дифференцирование. По определению производной, $f'(x) =$

$$= \lim_{\Delta x} \frac{\Delta y}{\Delta x},$$

за приближенное значение можно взять отношение $\frac{\Delta y}{\Delta x}$; теоретически это отношение тем ближе к производной, чем меньше Δx ; но на практике, если функция задана таблицей, при малых разностях, относительная погрешность увеличивается (см. выше), так что невыгодно брать самые малые из возможных по таблице приращений.

Пример. Вычислить $\frac{d \sin x}{dx}$ при $x = 5^\circ$. Из таблиц имеем: $\Delta y = 0,00289$; $\Delta x = 10' = \frac{\pi \cdot 10}{180 \cdot 60} =$

$$= \frac{\pi}{1080}. \text{ Вычисляем с помощью логарифмов: } \lg \Delta y = \overline{3,46090}; \lg \Delta x = \lg \pi - \lg 1080 = \overline{3,46373}; \lg \frac{\Delta y}{\Delta x} = \overline{1,99717}; \frac{\Delta y}{\Delta x} = 0,9935.$$

Приближенное вычисление определенных интегралов. Т. к.

$\int_{x_0}^{x_1} y dx$ измеряет площадь криволинейной трапеции, то его приближенное значение получится, если мы заменим искомую площадь прямолинейной трапецией:

$$\int_{x_0}^{x_1} y dx \cong h \frac{y_0 + y_1}{2}.$$

Погрешность дается выражением $\frac{h^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} \cdot \frac{y''}{1 \cdot 2} (y''$ — значение 2-й производной от y в нек-рой средней между x_0 и x_1 точке); она, вообще говоря, тем меньше, чем меньше h ; поэтому,

если дан $\int_a^b y dx$, где интервал $b-a$ не очень

мал, вводим промежуточные точки деления: $a = x_0, x_1, x_2, \dots, x_n = b$ на равных расстояниях $h = \frac{b-a}{n}$; обозначая значение y при $x = x_i$ через y_i ($i=1, 2, \dots, n$), получаем формулу трапеций:

$$\int_a^b y dx \cong h \left\{ \frac{1}{2} y_0 + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} + \frac{1}{2} y_n \right\}.$$

Погрешность дается выражением $\frac{1}{n^3} \cdot \frac{(b-a)^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} \cdot \frac{y''}{1 \cdot 2}$ (y'' — значение 2-й производной в некоторой промежуточной точке) и, как видно, она приблизительно пропорциональна $h^2 = \frac{(b-a)^2}{n^2}$.

Можно также разделить отрезок (a, b) на четное число $n=2m$ равных частей и в каждом промежутке (x_{2i}, x_{2i+2}) заменить кри-

вую параболу второго порядка, имеющей те же ординаты, что и кривая в точках $x_{2i}, x_{2i+1}, x_{2i+2}$; площадь, которая ограничена сверху дугой этой параболы, оказывается равной $\frac{h}{3}(y_{2i} + 4y_{2i+1} + y_{2i+2})$. Для всего интервала (a, b) получим формулу Симпсона:

$$\int_a^b y dx \cong \frac{h}{3}(y_0 + 4y_1 + 2y_2 +$$

$$+ 4y_3 + \dots + 2y_{2m-2} + 4y_{2m-1} + y_{2m}).$$

Погрешность при этом оказывается равной

$$\frac{1}{n^4} \frac{(b-a)^5}{5!} \frac{y''''}{4!},$$

и, следовательно, при увеличении n убывает приблизительно пропорционально 4-й степени h .

Пример. Вычислить $\ln 2 = \int_1^2 \frac{dx}{x}$. Берем

$n=4; h = \frac{1}{4}; y_0 = 1,0000; y_1 = 0,8000; y_2 = 0,6667; y_3 = 0,5714, y_4 = 0,5000$. Приближенное значение интеграла будет:

$$\frac{h}{3}(y_0 + 4y_1 + 2y_2 + 4y_3 + y_4) = \frac{8,3190}{12} = 0,6932;$$

таблицы дают: $\ln 2 = 0,6931$.

Дальнейшие методы приближенного интегрирования имеют своей целью дать возможность вычислять определенный интеграл, зная конечное число ординат, при помощи формулы вида:

$$A = R_1 y_1 + R_2 y_2 + \dots + R_n y_n,$$

где R_i суть одни и те же числа для любой функции y , зависящие только от числа n [чтобы устранить их зависимость от длины интервала, мы вводим новое переменное t формулой:

$$x = \frac{a+b}{2} + \frac{b-a}{2} t,$$

преобразующей любой интервал (a, b) в интервал $(-1, +1)$]. К этой группе формул относятся: ф-ла Котеса, ее частные случаи — формула трапеций и ф-ла Симпсона, затем ф-ла Чебышева:

$$\int_{-1}^{+1} f(x) dx = \frac{2}{n} [f(x_1) + f(x_2) + \dots + f(x_n)],$$

где значения функции берутся в совершенно определенных точках.

При $n=2$

$$-x_1 = +x_2 = 0,57735;$$

при $n=3$

$$-x_1 = x_3 = 0,70711, x_2 = 0;$$

при $n=4$

$$-x_1 = x_4 = 0,79465, -x_2 = x_3 = 0,18759;$$

при $n=5$

$$-x_1 = x_5 = 0,83250, -x_2 = x_4 = 0,37454, x_3 = 0 \text{ и т. д.}$$

Сюда же относится формула Гауса, которая дает даже точное значение

интеграла, если $f(x)$ — многочлен степени не выше $2n-1$; в этом случае:

при $n=2$

$$-x_1 = x_2 = 0,57735, R_1 = R_2 = \frac{1}{2};$$

при $n=3$

$$-x_1 = x_3 = 0,77460, x_2 = 0, R_1 = R_3 = \frac{5}{18},$$

$$R_2 = \frac{8}{18};$$

при $n=4$

$$-x_1 = x_4 = 0,86114, -x_2 = x_3 = 0,39998,$$

$$R_1 = R_4 = 0,17393, R_2 = R_3 = 0,32607.$$

Приближенное вычисление определенных интегралов. Тре-

буется найти значения $F(X) = \int_a^X f(x) dx$ для

переменного X . Поскольку точное выражение $F(X)$ неизвестно, мы должны построить таблицу значений этой функции или ее график. Здесь мы остановимся на 1-м способе (2-й способ — см. *Графическое интегрирование*). Применим формулу трапеций. Дадим X следующий ряд значений:

$$X_0 = a; X_1 = a+h, \dots; X_k = a+kh, \dots$$

Получаем:

$$F(X_0) = 0; F(X_k) = \int_a^{a+kh} f(x) dx \cong$$

$$\cong h \left[\frac{1}{2} y_0 + y_1 + \dots + y_{k-1} + \frac{1}{2} y_k \right],$$

$$F(X_{k+1}) = \int_a^{a+(k+1)h} f(x) dx \cong$$

$$\cong h \left[\frac{1}{2} y_0 + y_1 + \dots + y_k + \frac{1}{2} y_{k+1} \right],$$

откуда

$$F(X_{k+1}) = F(X_k) + \frac{h}{2}(y_k + y_{k+1}).$$

Эта формула позволяет по значениям y_0, y_1, y_2, \dots последовательно вычислить $F(X_1), F(X_2)$ и т. д.

Приближенное интегрирование дифференциальных ур-ий. Дано дифференциальное уравнение $\frac{dy}{dx} = f(x, y)$; требуется для разных значений x вычислить значение того решения дифференциального ур-ия $y(x)$, к-рое при $x=a$ принимает значение $y=b$. Задача сводится к тому, чтобы при заданном (малом) приращении h независимой переменной вычислить приращение k , которое получает $y(x)$. Идея метода Рунге состоит в том, чтобы выразить это приращение k в виде суммы:

$$R_1 k_1 + R_2 k_2 + R_3 k_3 + R_4 k_4,$$

где R_i — одни и те же для всех уравнений, а k_i представляют значения $f(x, y)$ для некоторых определенных значений аргументов, умноженные на приращение h . Рунге дал несколько схем для значений R и для вычисления k ; особенно он рекомендует следующую:

$$k = \frac{1}{6} k_1 + \frac{1}{3} k_2 + \frac{1}{3} k_3 + \frac{1}{6} k_4.$$

где величины k_i последовательно вычисляются по формулам:

$$k_1 = f(a, b) \cdot h; \quad k_2 = f\left(a + \frac{h}{2}, b + \frac{k_1}{2}\right) \cdot h;$$

$$k_3 = f\left(a + \frac{h}{2}, b + \frac{k_2}{2}\right) \cdot h; \quad k_4 = f(a + h, b + k_3) \cdot h.$$

Ф-ла оказывается точной для членов 5-го порядка относительно h . Исходя из полученных значений $a_1 = a + h$, $b_1 = b + k$, повторяем тот же процесс; получим таблицу для функции $y(x)$.

Пример. $\frac{dy}{dx} = \frac{y^2 - 2x}{y^2 + x}$; при $x=0, y=1$. Требуется найти значение y при $x=0,2$. Имеем:

$$a=0; \quad b=1; \quad h=0,2; \quad f(x,y) = \frac{y^2 - 2x}{y^2 + x}.$$

Вычисляем:

$$k_1 = f(0;1) \cdot 0,2 = 0,2;$$

$$k_2 = f(0,1; 1,1) = 0,154;$$

$$k_3 = f(0,1; 1,077) = 0,152;$$

$$k_4 = f(0,2; 1,152) = 0,121;$$

$$k = 0,033 + 0,051 + 0,051 + 0,020 = 0,155.$$

Итак, при $x=0,2, y=1,155$.

Существуют и другие методы интегрирования (например Штермера).

Лит.: Селиванов Д., Приближенные вычисления, Л., 1922; Крылов А. Н., О приближенных вычислениях, СПб, 1911; Безикович Я. и Фридман А., Приближенные вычисления, Ленинград, 1926; Крылов А. Н., Приближенное численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений, Берлин, 1923; Runge C. und Koenig H., Vorlesungen über numerisches Rechnen, Berlin, 1924. **В. Степанов.**

ВЫШИВАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО имеет целью воспроизведение разнообразных узоров при помощи иглы и различного рода нитей, главн. обр. на тканях. Игла, прокалывая ткань и продевая сквозь нее нить, накладывает (закрепляет на ее поверхности) стежки, т. е. штрихи из нитей, тянущиеся от прокола до прокола, и, располагая их в известном порядке, постепенно переносит на поверхность ткани желаемый узор. Формой для узора, кроме всевозможных тканей (цветных и белых), могут служить кожа, войлок и другие гладкие материалы. Нити, применяемые для вышивания, также представляют большое разнообразие: бумажные, шерстяные, шелковые, всех цветов и сортов, серебряные и золотые, блестки, бисер и т. п. По способу изготовления вышивки делятся на машинные и ручные.

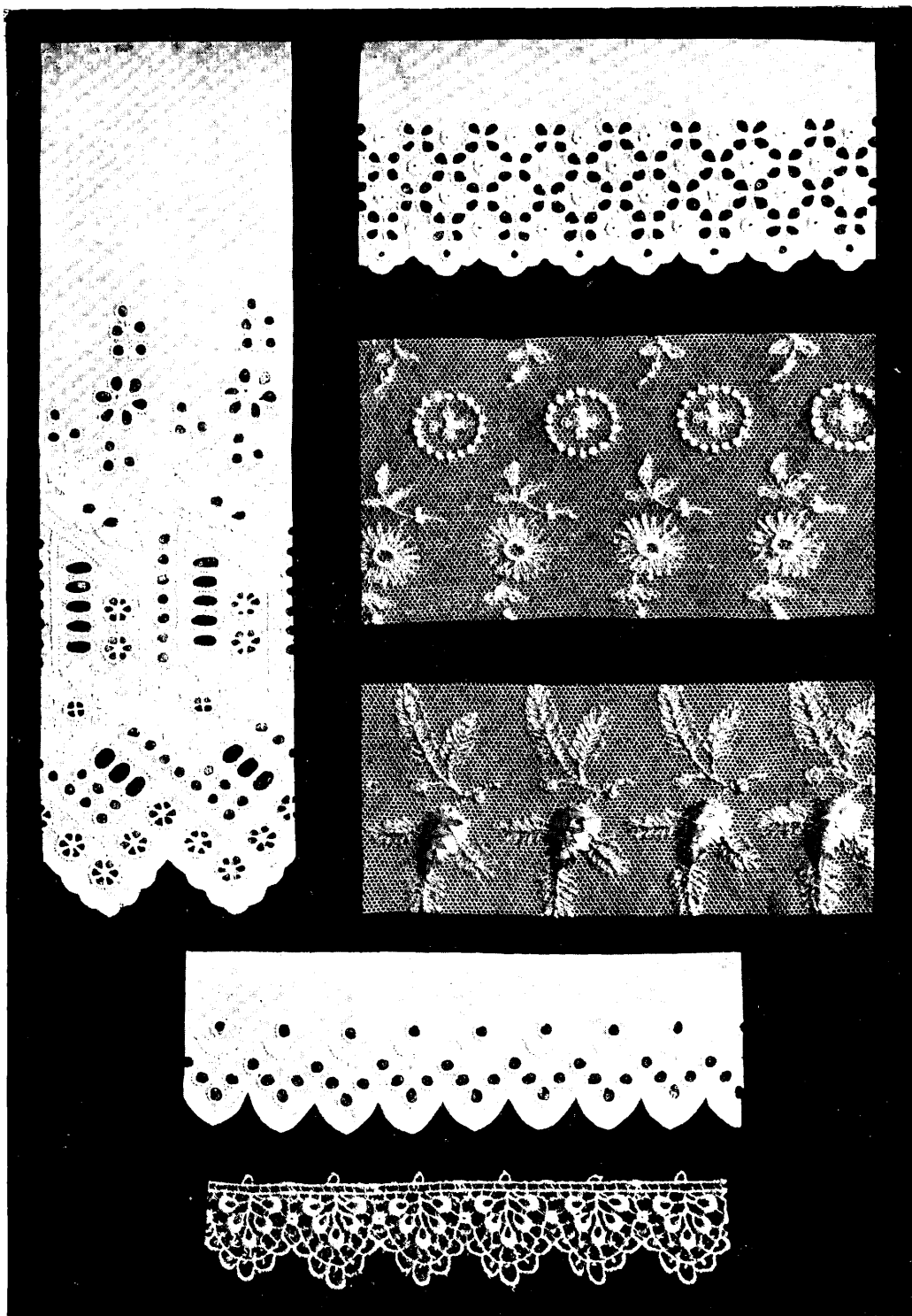
Ручные вышивки. Группа ручных вышивок по характеру техники подразделяется на следующие виды. 1) Вышивание крестом, выполняемое по канве, наложенной на украшаемый материал. Этот вид вышивания, наиболее простой и распространенный, применяется к самым разнообразным тканям и выполняется одноцветными или разноцветными нитками, смотря по вышиваемому узору. По окончании работы канву выдергивают. 2) Вышивание полукрестом, т. е. выполнение креста только наполовину, представляет разновидность первого рода вышивки и применяется для более тонких работ. 3) Шитье гладью, применяемое главн. обр. для украшения белых тканей, заключается в тесном накладывании стежков, одного рядом с другим, по заранее намеченным контурам

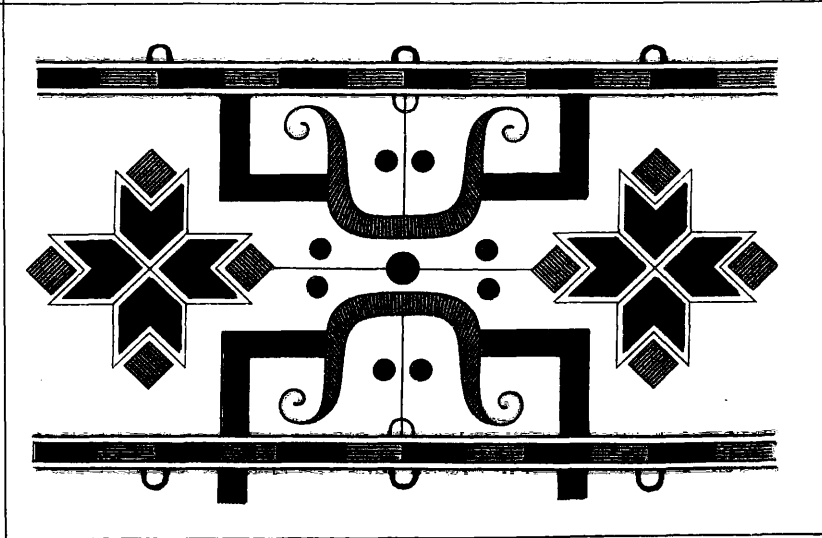
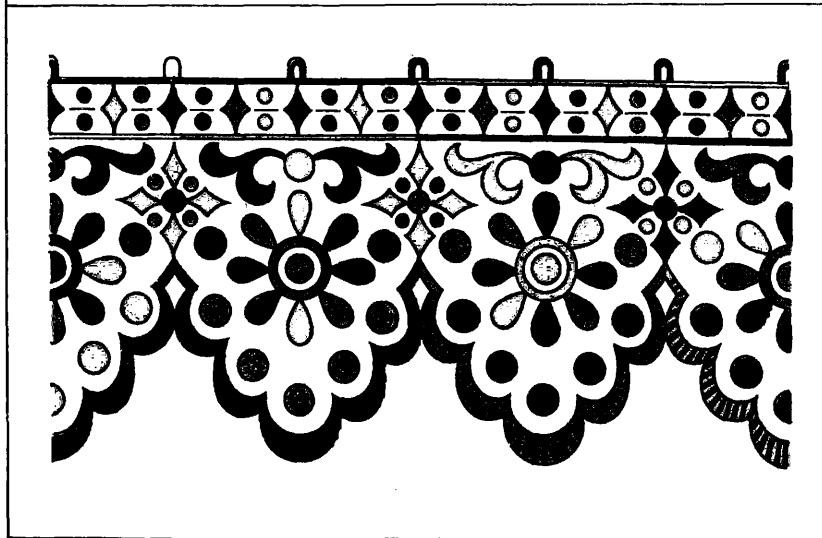
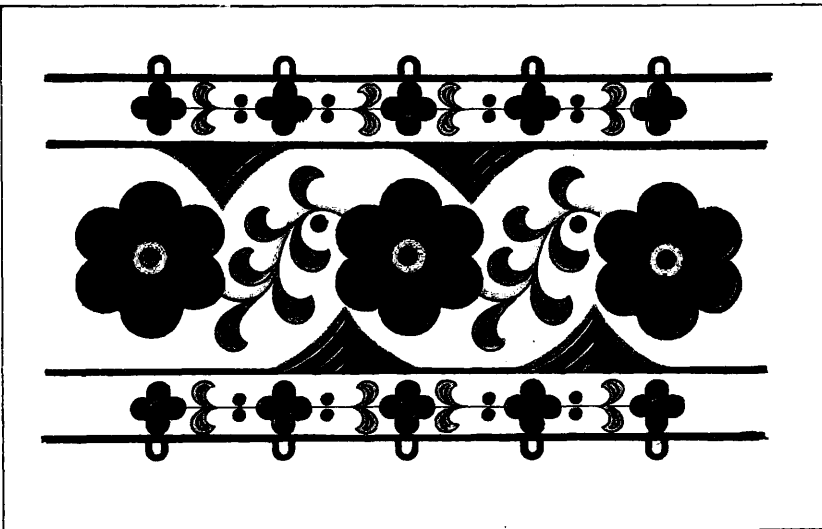
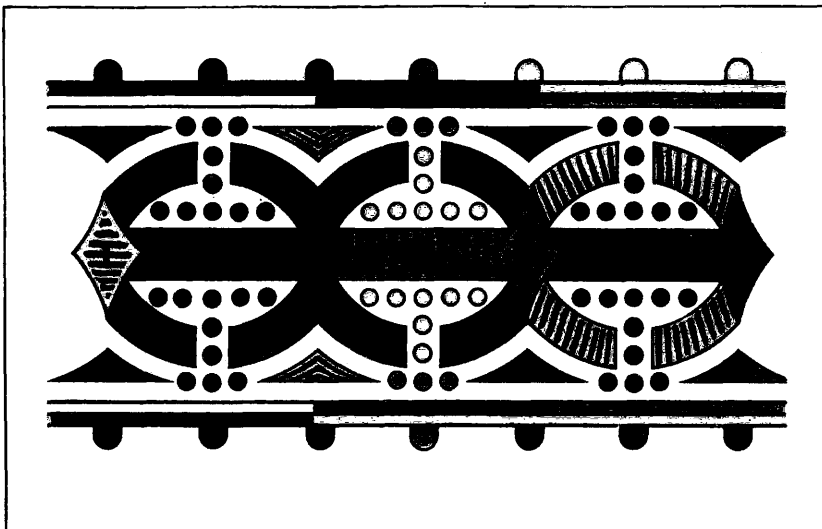
рисунка. 4) Вышивание двойной гладью, т. е. воспроизведение узора стежками, одинаково покрывающими обе стороны ткани и образующими один и тот же узор с лица и изнанки, распространено далеко не так широко, как шитье гладью односторонней. 5) Строчное шитье, получившее в настоящее время большое применение, вышивание по канве, образованной путем выдергивания нитей по счету и перевивания их клетками. 6) Филейное вышивание, имеющее некоторое сходство со строчным шитьем, заключается в воспроизведении узора на специально приготовленной для этого ткани, связанной из ниток и имеющей по своему виду сходство с канвой или сеткой. Для вышивания употребляются нитки одноцветные или разноцветные, смотря по вышиваемому узору. 7) Вышивание по плотной канве, образованной на украшаемой материи путем выдергивания нитей по счету, известное под названием шлезвиг-голттинского шитья, применяется гл. обр. для белых тканей. 8) Вышивки Ришелье—широко распространенное украшение тканей; состоит в обметывании петельным швом заранее намеченных контуров узора. По окончании работы пустые места между отдельными частями рисунка вырезаются, вследствие чего получается сквозной узор. 9) Цепной шов (тамбурное вышивание), выполняемый в круглых пальцах специальной иглой-крючком, применяется для украшения самых разнообразных тканей. 10) Апликация—представляет собой особый вид вышивания. Узор, вырезанный предварительно из той же или другой ткани, обшивают шелком или нитками и нашивают на украшаемую материю; промежутки между отдельными частями узора часто заполняются вышивками иного вида. 11) Тяжелые вышивки восточного характера, гл. обр. золотые и серебряные, вышиваются рельефом, т. е. на намеченный контур узора накладывается настилка из ниток или тонких кусочков картона, густо покрываемая затем нитями.

Ручная вышивка в настоящее время занимает одно из видных мест в кустарной промышленности. Ее многочисленные узоры отразили самые разнообразные художественные течения, сохранив вместе с тем следы глубокой старины.

Богатые вышивки из шерсти, шелка, блесток, золота, серебра, наименее применялись для украшения женских платьев и головных уборов. Большое разнообразие представляют и способы вышивания. Распространено было шитье двустороннее, наносившее одинаковый узор с обеих сторон холста; применялось шитье набором (бранью), своей техникой напоминавшее ткачество; много вышивок выполнялось крестом (верхшвом). Чаще всего встречалось «шитье по перевитку», т. е. по канве, образованной посредством выдергивания из материи нитей по счету и перевивания их в клетку (современное строчное шитье). Разновидностью этого способа является «шитье по письму», заключающееся в составлении узора из невыдернутых нитей. Много применялось «шитье по вырези», состоявшее в вырезывании узора в холсте, при чем фон оставался гладким, и т. д. Разнообразные узоры, во множестве украшавшие предметы повседневного быта, немало способствовали красоте и яркости бытовой обстановки.

Ручное вышивание с изобретением вышивальной машины стало вытесняться. Ручной способ изготовления вышивок, давая





предметы высокого качества, в отношении массового производства ни в коей мере не может конкурировать с вышивальной машиной новейшей конструкции, изготовляющей в больших количествах сложные по рисунку и художественные по исполнению вышивки.

Машинные вышивки. Производство вышивок механич. путем бывает самое разнообразное: ажур, гладь, цепочка и т. п. Вышивка делается нитями разного происхождения—хлопчатобумажными, шерстяными, шелковыми, металлическими (мишурой), а также на разных материалах—миткале, кембрике, батисте, тюле, шерстяных тканях и т. д. Все эти ткани являются грунтом, на который вышиванием наносятся узоры. Комбинацией нитей различного происхождения,

к-рые употребляются в грунтовой ткани и в вышивке, часто пользуются для придания рисунку наибольшей рельефности путем удаления грунта; так, если грунтовая ткань шерстяная или шелковая, а вышивка производится бумажными нитями, то грунт может быть удален обработкой едкими щелочами, при бумажном грунте—кислотами (гипюр). При вышивании металлическими нитями по каучуковому грунту последний удаляют путем растворения его в бензине. Для механического вышивания существует весьма много видов машин; из них следует остановиться на машинах, производящих массовое вышивание в условиях фабричного производства. Такая вышивка обычно производится на машинах трех главных разновидностей: а) на машинах без челнока, работающих одной иглой; б) на машинах с челноком и иглой, но с перемещением полотна (рам) при помощи рычагов, ручным способом (пантографы); в) на машинах с автоматом.

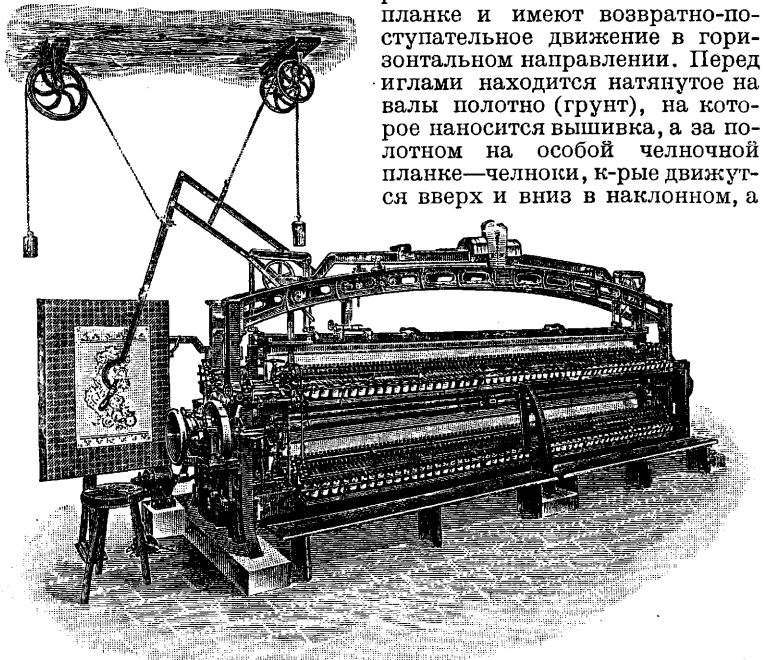
Машины первого вида имеют иглу, заостренную с обеих сторон, с отверстием посредине; нитка определенной длины, заготовляемая ранее, продевается и узелком закрепляется в иглке; перемещение нити с одной стороны полотна на другую производится особыми зажимами, которые берут иглу то с одной, то с другой стороны. Машина имеет просекательн. шпиль (просечки), к-рые подводят к полотну особым механизмом, находящимся у доски вышивальщика, и просекают полотно штихами согласно рисунку; под штихом (stick) подразумевается прокол полотна (грунта) иглою. Дальнейшая обшивка краев отверстий производится иглами с нитями. Т. о. на этих машинах вся работа перемещения полотна, игол и

просечек производится исключительно ручным способом. Эти машины могут вырабатывать наиболее тонкие рисунки, но отличаются весьма малой производительностью, а следовательно, и дороговизной выпускаемой продукции.

На фиг. 1 представлена машина, работающая иглой без челнока.

Наиболее распространенными являются машины второго и третьего видов, т. е. работающие с иглой и челноком. Принцип работы (наложения строчек) на тех и других одинаков, т. е. игла, снабженная нитью, прокалывает полотно, а с другой стороны полотна челнок с нитью, захватывая нить иглы, производит затяжку (как на швейной машине). Иглы с нитями, смазываемыми с особых бобинок, помещаются с одной стороны

машины в т. н. игольной планке и имеют возвратно-поступательное движение в горизонтальном направлении. Перед иглами находится натянутое на валы полотно (грунт), на которое наносится вышивка, а за полотном на особой челночной планке—челноки, к-рые движутся вверх и вниз в наклонном, а



Фиг. 1.

иногда и в вертикальном положении. Челноки движутся в особых направляющих, которые называются местечками. Схема работы пантографа представлена на фиг. 2, а машина второго вида—на фиг. 3. Здесь работа вышивальщика заключается в перемещении штифта рукоятки по рисунку, согласно намеченным штихам (тех же, что и в машинах первого вида)—для перемещения полотна (рам), а также включения и выключения просечек и фестонного аппарата. Следовательно, эти машины по существу также ручные; мотор производит перемещение игол и челноков в строго определенном направлении. На автоматах перемещение рам (полотен), включение и выключение просечек, перемена хода машины с быстрого на тихий (при просекании отверстий), включение фестонного аппарата (для обшивки «головок», краев кружев) производится автоматич., без участия человека,

особой кареткой, работающей по принципу Жаккарда. По обеим сторонам машины находятся площадки в два яруса для наблюдения за работой игол и челноков и состоянием полотен. Все машины различаются между собой, помимо размеров и веса, по рабочей ширине полотна и по раппортам, т. е. расстояниям между двумя рядом стоящими иглами. В таблице приведены данные, характеризующие вышивальные машины.

Характеристика вышивальных машин.

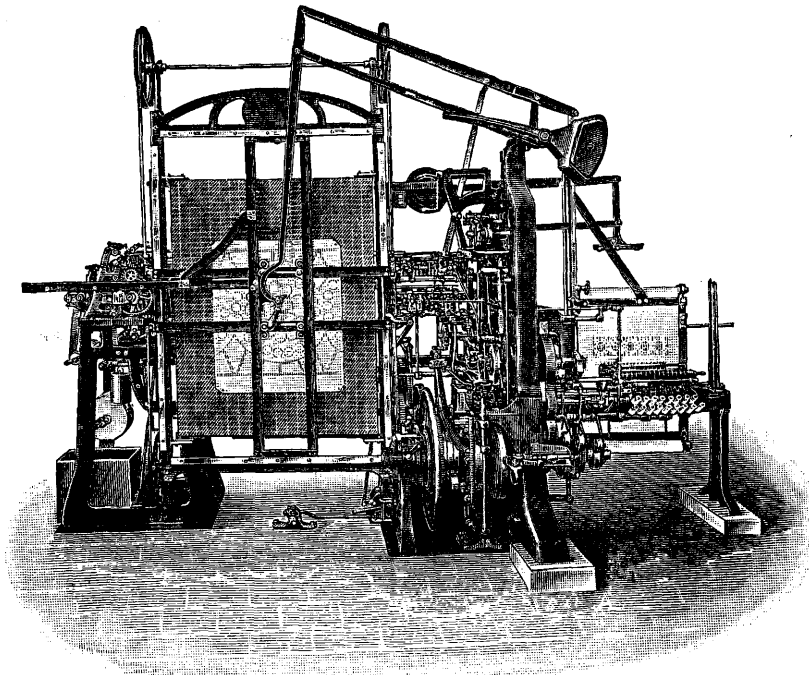
Наименование данных	Ручная машина	Маш. с пантографом	Машина-автомат
Полезн. дл. для шитья	4,5 м	4,5 м	9,15 м
Полезн. выс. »	28—24 см	34—60 см	50—62 см
Число игол $\frac{3}{4}$	224—336	224—228	456
» $\frac{1}{4}$	336—504	340	682
» $\frac{2}{4}$	446—669	452	908
Общая длина	6,25 м	6,75—7,5 м	11,85—12,3 м
» ширина	3,15 »	1,5—1,7 »	1,8 м
» высота	3,3 »	3,2—4,0 »	3,5—4 м
Потребная мощность	—	$\frac{1}{2}$ HP	$\frac{3}{4}$ HP
Чистый вес	2 200—2 300 кг	3 400—4 300 кг	8 500—8 700 кг
	2 700—2 900 кг	4 500 кг (при двойной длине 7 800—8 400 кг)	8 900—9 100 кг

Двойные цифры указаны в виду наличия нескольких моделей. Среднее число об/м. у автоматов 95 для быстрого хода и 45—для тихого, у пантографов 112—120. Один оборот шкива мотора соответствует одному обороту челночного эксцентрика, одному удару

ления промежуточных игол. Машинные раппорты $\frac{3}{4}$ —2 см; $\frac{1}{4}$ —3 см; $\frac{6}{4}$ —4 см и т. д.

Техника перенесения рисунка на ткань (грунт) такова. Образец рисуют на белой бумаге (плотной) в одном раппорте в 6 раз более машинного раппорта; так, например, для машинного раппорта $\frac{3}{4}$ —в размере 12,5 см; для $\frac{1}{4}$ —18 $\frac{1}{2}$ см; для $\frac{6}{4}$ —24 $\frac{1}{4}$ см и т. д. Рисунок имеет следующие обозначения: места, подлежащие просеканию, имеют в середине черту или точку; гладь имеет штриховку; подкладка под гладь—произвольные косые линии. По рисунку до его работы определяют плотность накладывания штихов (строчки, штихов). По количеству штихов на рисунке определяют стоимость шитья до его работы на машине. При накладывании штихов, конечно, учитывается и та пряжа, к-рой будет производиться вышивание. Готовый рисунок, в случае работы на машине с пантографом, накальвается на доску вышивальщика и может быть передаваем

на полотно рам уменьшенным в 6 раз. Если работа будет производиться на машине с автоматом (жаккардом), то с этого рисунка насекается картон на особую насекательную машину. Затем рисунок опять накальвается на доску этой машины, и при перемещении штифта рычага по рисунку, по принципу пантографа, с одной стороны машины получается образец шитья, а с друг.—готовый насеченный картон. Насеченный картон может быть скопирован на другой машине на любое количество экземпляров, так как обычно один и тот же рисунок работает на нескольких вышивальных машинах сразу. Последн. время для машины (рабочая) доводится уже до 15 м. Производительность машины определяется количеством штихов за определенное время работы (8 ч.): обычно для машины с автоматом за 8 часов—25 000, с пантографом—за 8 часов—20 000, для ручной 1 500—2 000. Снятие с машины шитья требует еще др. операций, как то: удаления пе-

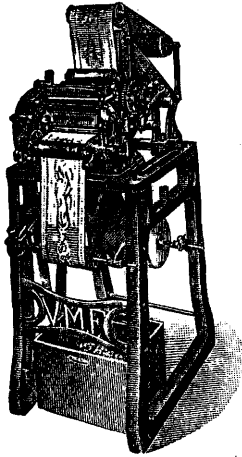


Фиг. 2.

иглы по полотну, т. е. проколу (штиху). Число просечек соответствует количеству игол. При вышивании крупных рисунков раппорты могут быть изменены путем уда-

реходных нитей (от ленты к ленте)—т. н. ч и с т к и, затем исправления дефектов из-за разладки машины (отсутствия нитей в иголке или челноке)—так называемой штопки

шитья. Далее, если вышивание производится суровой пряжей по суровому же грунту, то такой товар требует еще отбелки, алпрета и сушки на особых рамах при определенной ширине. После отделки товар на особых вырезальных машинах режут на полосы (кружева, прошивки, отделки), на куски определенной длины (около 4,5 м), обертывают бандеролями и штемпеуют.



Фиг. 3.

Образцы шитья по кембрику, тюлю, образаец гипюр и шитье цветными нитями по тюлю (так называемые болгарские кружева) представлены на вкладном листе.

Лит.: Воронов В. С., *Крестыное искусство*, М., 1924; Оршанский Л. Г., *Худож. и кустар. промышленность СССР, 1917—1927*, Л., 1927; Никольский В. А., *История русского искусства*, Берлин, 1923; Стасов В. В., *Русский народный орнамент*, вып. 1, СПб., 1872; Бутовский В., *История русского орнамента с X по XVI столетие*, Москва, 1870; Сидамон-Эристов В. П. и Шабельская Н. П., *Собрания русской старины*, вып. 1, М., 1910; Шаховская С. Н., *Узоры старинного шитья в России*, М., 1885; Townsend W. and Pesel L., *Embroidery, or the Craft of the Needle*, L., 1907; *Peasant Art in Russia, «The Studio»*, L., 1912, v. 57, the special autumn number; «The Burlington Magazine», London, 1905, v. 6; Seligman G. S., *ibid.*, 1916, v. 28; *ibid.*, 1922, v. 41, 233; *ibid.*, 1923, v. 43, 245; de Brieuvres M., *La broderie*, P., 1907; Lefebure E., *Broderies et dentelles*, P., 1888; Koch A., *Moderne Stickereien*, Darmstadt, 1904—05. **Н. Ермолаев.**

ВЫШКИ ПОЖАРНЫЕ, лесные сооружения для установления момента и места возникновения пожара в лесу. Деревянная постройка, возвышающаяся на 5—7 м над

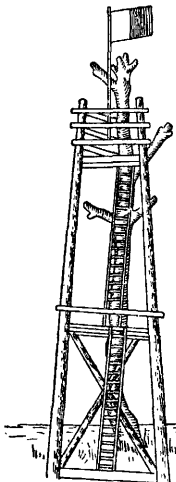
соединяется с лесничим, а также с остальными вышками лесничества телефоном. В опасное в смысле лесных пожаров время на вышке устанавливается обычно караульный пост. При обнаружении над лесом дыма, указывающего возникновение пожара, сторож, снабженный биноклем и контрольными часами, устанавливает по плану румб направления пожара от своей вышки и очерчивает соответствующую линию на плане; затем он телефонирует о пожаре лесничему и на другую вышку, запрашивая у сторожа последней румб направления пожара его вышки. Прочертив это второе направление, уже легко определить с достаточной точностью и место возникновения пожара.

В. п. строятся обычно на самых высоких местах лесничества, при большой площади последнего—по 2—3 вышки на лесничество. По своей конструкции вышки м. б. весьма разнообразны: от упрощенного типа—высокого дерева с обрубленными сучьями (фиг. 1), к которому приделана лестница и дополнительное сооружение для придания ветроустойчивости, до особо построенной бревенчатой пирамиды (фиг. 2). Наконец, устраивают иногда особые вышки, так наз. америк. типа (фиг. 3), у которых как остов, так и отдельные части возводятся не из бревен, а из досок. При возведении вышек необходимо стремиться к тому, чтобы это сооружение было достаточно конструктивно, имело жесткие скрепления и не было бы подвержено в верхней своей части качанию от ветра, т. е. чтобы вышка давала возможность пользоваться ею во всякое время года и во всякую погоду. См. *Пожарное дело*.

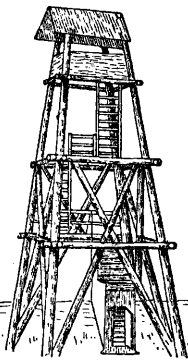
Лит.: Кравчинский Д. М., *О лесных пожарах*, СПб., 1911; Юницкий А., *Описание конструкции лесной пожарной вышки американского типа, построенной в 1913 г. в Казанск. опыт. лесничестве*, «Лесной журнал», П., 1916, 4, 5. **Н. Кобранов.**

ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ, операция, имеющая своей целью растворение отдельных составляющих данного материала и отделение полученных растворов от нерастворимого остатка. Выщелачивание можно проводить двумя способами: 1) пропусканием растворяющих реактивов через неподвижный слой обрабатываемого материала, при чем обе стадии операции (растворение и удаление раствора) протекают одновременно и параллельно; 2) растворением при агитации с последующим отделением раствора от твердого остатка путем декантации или фильтрации, или той и другой последовательно.

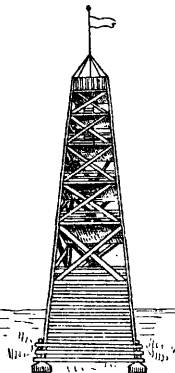
Если вторая стадия операции В. и не встречает особых затруднений при ее практич. осуществлении, то надлежащее выполнение первой стадии операции—растворения—зависит от соблюдения целого ряда условий. Процесс растворения,



Фиг. 1.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

вершинами деревьев, заканчивается наверху площадкой, где на столбике прикреплен ориентированный по меридиану план лесничества с визирным аппаратом на нем в виде алидады с диоптрами. Вышка пожарная

являясь взаимодействием между твердым и жидким веществом, представляет собою процесс, скорость к-рого м. б. приближенно определена ур-ием $\frac{dx}{dt} = ks(a-x)$; здесь s — поверхность твердого вещества, x — концентрация раствора в различные промежутки времени, a — концентрация насыщенного раствора, обволакивающего тонкой пленкой растворяющееся вещество, t — время и k — постоянная, характеризующая растворитель. Из приведенного ур-ия следует, что скорость растворения постепенно убывает по мере хода процесса. Это убывание скорости зависит как от уменьшения разности $a-x$, так и от уменьшения s , поверхности растворяющегося вещества. Оба эти обстоятельства приводят к тому, что с течением времени процесс растворения настолько замедляется, что достичь полного растворения вещества без применения схемы растворения по принципу противотоков не представлялось бы возможным. По этой схеме раствор, близкий к насыщению, действует на свежее вещество, обладающее в единице объема максимальной поверхностью, и, наоборот, почти выщелоченное вещество подвергается действию свежего растворителя. Другим существенным условием успешности растворения является непрерывное перемещение друг относительно друга растворяющего и растворяющегося веществ. В противном случае растворяющееся вещество быстро окружается тонкой пленкой насыщенного раствора, и растворение прекращается.

Практически полного растворения достигают, применяя указанные выше способы В. Наиболее простым и дешевым из них является способ пропускания растворителя через неподвиж. слой обрабатываемого материала. Но практика показала, что успешное проведение выщелачивания осуществимо лишь при условии однородности по крупности зерен выщелачиваемого материала. В случае неоднородности, в смысле величины зерен, обрабатываемый материал д. б. подвергнут классификации по крупности. Но и в этом случае очень часто встречаются затруднения благодаря тому, что в процессе В. отдельные зерна, разрушаясь, создают нежелательную неоднородность. В виду этого в большинстве случаев на практике этот способ заменен вторым — растворением при агитации с последующим отделением раствора от остатка. При выборе системы *агитаторов* (см.) следует предпочитать те, к-рые в обрабатываемой мути дают вихревые движения, что способствует наилучшему относительному перемещению раствора и частиц твердого вещества и сильнее препятствует осаджению последних.

Лит.: Liddell D. M., Handbook of Chemical Engineering, New York, 1922; Liddell D. M., Handbook of Non-Ferrous Metallurgy, p. 997—1120, New York, 1926. Г. Урасов.

ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА (в строительном деле) употребляются в полужидком тестообразном (пластичном) состоянии преимущественно для соединения (сцепления, связывания) между собой строительных камней; впоследствии они отвердевают и принимают каменистый вид, сохраняя силу сцепления и после твердения.

Свойствами вяжущих веществ обладают: цемент, известь, гипс, глина, асфальт, сера и другие вещества. Первые четыре материала приводятся в пластичное состояние разведением их водой, при чем с добавлением песка они образуют растворы строительные; асфальт и сера становятся пластичными при нагревании и в номенклатуру вяжущих веществ для строительных растворов, утвержденную Комитетом по стандартизации при СТО 29 марта 1927 года, не введены. Глина, как обладающая весьма незначительным сцеплением, также исключена из номенклатуры. Этой номенклатурой, обязательной при изготовлении строительных растворов с 1 июня 1927 года, установлены две группы: собственно В. в. и одна группа гидравлич. добавок с подразделениями.

Группа I. В. в., получаемые из соответственного сырья путем его обжига.

А. Воздушные В. в. (воздушные цементы): 1) воздушная известь; 2) гипсовые В. в., получаемые из природного двуводного гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) или из природного ангидрита (CaSO_4), а именно: а) штукатурный гипс (алебастр), б) ангидритовый цемент; в) гидравлический гипс, получаемый обжигом природного двуводного гипса или ангидрита при темп-ре не ниже 900° и последующим перемолом; г) гипсовый цемент, получаемый совместным перемолом в тонкий порошок природного двуводного гипса со специальными гидравлическими добавками без последующего обжига смеси; 3) каустич. магнезит, получаемый умеренным обжигом природного магнезита (MgCO_3) и последующим измельчением его в тонкий порошок; затворение его производится при помощи крепких растворов хлористого магния (MgCl_2); в таком виде он известен под названием цемента Сореля.

Б. Гидравлич. В. в. (гидравлич. цементы): 1) гидравлич. известь; 2) роман-цемент, 3) портланд-цемент, 4) глиноземистый или бокситовый цемент — продукт тонкого перемола вещества, получаемого сильным обжигом до сплавления или спекания смесей материалов, богатых глиноземом (боксит с известью или известняком); продукт этот характеризуется быстрым возрастанием механического сопротивления изготовленных на нем растворов.

Группа II. В. в., получаемые смешением продуктов группы I со специальными порошкообразными гидравлич. добавками без последующего обжига смеси. Все вещества этой группы принадлежат к категории гидравлических В. в.

А. Вещества, получаемые смешением и извести с гидравлическими добавками: 1) известково-шлаковые цементы — продукты совместного перемола порошкообразной гашеной извести с предварительно измолотыми в тонкий порошок гранулированными основными доменными шлаками; 2) известково-пудцолановые цементы.

Б. Вещества, получаемые смешением портланд-цемента с гидравлич. добавками: 1) шлаковые портланд-цементы — продукты, получаемые путем ме-

ханического заводского смешения портланд-цемента с тонко измельченным основным гранулированным доменным шлаком; весовое содержание шлака колеблется от 30 до 70% всей смеси; состав основного доменного шлака, получаемого при плавке чугуна на минеральном топливе, должен удовлетворять требованию, чтобы весовое отношение окислов основных ($\text{CaO} + \text{MgO}$) к кислотным ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$) было более единицы; 2) пуццолановые портланд-цементы—продукты, получаемые смешением заводским путем портланд-цемента с тонко измельченными гидравлическими добавками.

Гидравлические добавки (пуццолановые вещества). Гидравлические добавки, затворенные с водой, не способны самостоятельно затвердевать, но в смеси с известью образуют тесто, способное отвердевать в воде.

А. Естественные гидравлические добавки, не требующие никакой обработки, кроме измельчения и просеивания: 1) пуццоланы (рыхлые, поршкообразные), напр. римская и неаполитанская пуццолана и санторинская земля; 2) трасы (твердые, требующие измельчения), например аддернахский и карадагский трасы; 3) кремнеземистые осадочные породы рыхлого сложения: диатомовая земля, кизельгур, трепел.

Б. Искусственные гидравлические добавки: 1) гранулированные основные доменные шлаки; 2) глинистые материалы, надлежащим образом обожженные и измельченные, называемые также цемянками: обожженная глина, битый кирпич; 3) гезы или другие природные богатые кремнеземом материалы, обжигаемые и измельчаемые.

Лит.: Лахтин Н. К., Стандартизация вяжущих строительных материалов и в частности портланд-цемента. С приложением общесоюзных стандартов (ОСТ), стр. 76—79, М., 1927; Федорович О. М., Каменные работы, М., 1923; Эвальд В., Строительные материалы, Л., 1926. С. Беннов.

ВЯЖУЩИЕ СРЕДСТВА (Adstringentia), группа применяемых в медицине препаратов, способных свертывать белок, не разрушая его. В. с. уменьшают отделение слизи на слизистых оболочках, суживают кровеносные сосуды, уменьшают приток крови, вызывая местное малокровие, сморщивают живые ткани, как бы обезживая их. Свое название они получили по своему вяжущему вкусу. Свойствами В. с. отличается многочисленная группа неорганич. соединений: квасцы, серноокислый алюминий, уксуснокислый алюминий, серноокислый цинк, слабые растворы солей серебра, свинца и др. Из органич. веществ употребляются: таннин в разных видах и формах, настои и экстракты ряда растений (чай, катеху, ратания и другие). Вяжущие средства применяются главным образом для наружного употребления; принятые внутрь в больших дозах действуют как яды.

О. Магидсон.

ВЯЗ, *Ulmus effusa Willd (Ulmus pedunculata Foug.)*, крупное дерево из семейства *Ulmaceae*, достигает высоты от 18 до 24 м. Распространен по всей европ. части СССР, за исключением севера, редок в степной полосе, в Крыму и на Кавказе. Вяз растет пре-

имущественно в смешанных насаждениях, на рыхлых, глубоких и богатых перегноем почвах, легко мирится с небольшим отенением. Легко дает от пня поросль и многочисленные отпрыски от корней. Древесина В. прочная, крепкая и вязкая, трудно расколотима, уд. в. 0,6—0,69, со слегка желтоватой заболонью и слабо коричневым ядром. Прекрасно сохраняется в земле и в воде. Древесина В. употребляется в экипажном, столлярном и машиностроительном производствах, в вагостроении и как топливо. Древесина вяза мало пригодна под полировку. Луб В. идет на выделку цыновок, веревки и лаштей-вязовиков и по своей крепости часто предпочитается липовому; кора пригодна для дубления; листья представляют собой хороший корм для скота, а из семян возможно добывание масла.

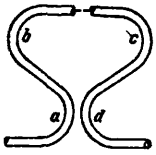
Лит.: Арнольд Ф. К., Русский лес, т. 2, стр. 333—343, СПб., 1891; Керн Э. Э., Деревья и кустарники, М.—Л., 1925.

ВЯЗАЛЬНО-ТРИКОТАЖНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, изготовление тканей и предметов одежды из одной или нескольких непрерывных нитей путем образования продетых одна в другую петель. Этим вязание отличается, с одной стороны, от ткачества, при котором две отдельные системы нитей переплетаются под прямым углом, не образуя ни петель ни узелков, а, с другой стороны, от плетения, при котором многие нити перекрещиваются под углом, перекрывая или обвивая друг друга. Петли, из которых составляется вязание, изогнуты в разных направлениях и благодаря отсутствию закрепления могут растягиваться во все стороны, но нить, вследствие своей эластичности, стремится принять свое первоначальное положение. Этим объясняется эластичность вязанных изделий, составляющая их главное отличительное свойство, благодаря к-рому они плотно облекают формы человеческого тела. Другое важное—в гигиеническом отношении—свойство трикотажной ткани заключается в значительной прослойке воздуха, задерживаемого петлями, вследствие чего ткань хорошо сохраняет тепло человеческого тела. Существенным недостатком вязанных изделий является способность ткани распускаться при разрыве нити и образование больших отверстий на изделиях.

Помимо способа сочетания нитей, В.-т. п. отличается от сродных ему текстильных отраслей (ткачества, кружевного плетения) еще и тем, что может выпускать предметы потребления в совершенно готовом виде или во всяком случае с цельными, неразрезанными краями. Такой товар носит название регулярного, в отличие от вырезного, или кроечного, товара, т. е. таких вязанных тканей, которые для получения надлежащей формы должны вырезываться из больших кусков. К регулярному товару относятся свитеры, шарфы, платки, одеяла, шаля, гетры, перчатки, чулки и носки. Иногда отдельные части регулярного товара надвязываются друг к другу; например пятка чулка надвязывается к пагленку, рукав жакета—к его главной части. Необходимое изменение формы регулярного товара во время вязания достигается посредством

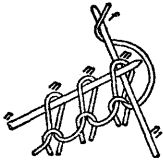
с бавки или прибавки числа петель в ряду и повторением этого процесса в известном числе рядов.

I. Петлеобразование. Петля, из которой составляется вязание, представляет собою нить, изогнутую в форме двух симметричных S , примыкающих друг к другу (фиг. 1, ab и cd). Способ последовательного образования петель легче всего уясняется на ручном вязании, которое делается при посредстве спиц или крючка. На фиг. 2 и 3 изображены вязальные спицы n и n_1 . На n висят уже сделанные петли m , спицу же n_1 продевают поочередно

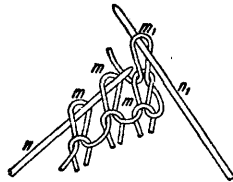


Фиг. 1.

через каждую старую петлю, сгибают ею нить f и протаскивают последнюю через старую петлю, так что она, в форме новой петли m_1 , повисает на спице n_1 , после чего старая петля снимается со спицы n . В ручном та м б у р н о м вязании употребляется только тамбурный крючок n (фиг. 4); материал w придерживается одной рукой, крючок вдевают в последнюю петлю m и



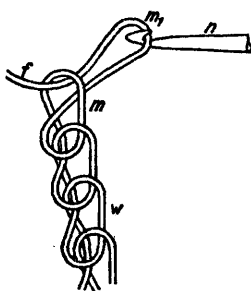
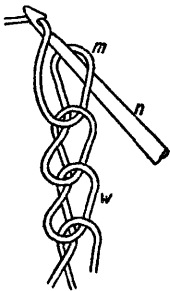
Фиг. 2.



Фиг. 3.

вытягивают через нее новую петлю m_1 . Образующийся таким образом ряд петель соединяют с готовым товаром или в каждой петле (при выработке плотного товара) или через несколько петель (в ажурном товаре).

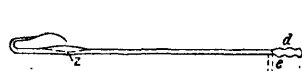
Машинное вязание является воспроизведением того же ручного вязания, и основное различие между ними заключается



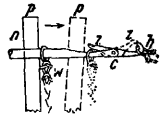
Фиг. 4.

лишь в следующем: 1) при ручн. вязании новая петля образуется посредством протаскивания нити в форме незамкнутой петли (т. е. согнутой нити, еще не придерживаемой другою петлей) через старую петлю, в то время как при машинном вязании нить сначала пригибается в петлю, и на последнюю для сохранения ее формы надевается старая петля; 2) при ручном вязании петли образуются одна за другой, в то время как при машинном вязании одновременно вывязывается целый ряд петель во всю ширину

изделия и присоединяется к предыдущему ряду петель. Товар, изготовленный по типу вязания спицами, носит название к у л и р н ы х изделий, а изготовленный по типу тамбурного вязания — осново-трикотажных изделий. В том и другом случае для каждой петли ряда, идущего по ширине товара, требуется отдельная игла. Кроме того, кулирные изделия вывязываются из одной нити, к-рая образует ряды петель по ширине ткани (наподобие утка), а осново-трикотажные изделия вырабатываются из нескольких параллельно расположенных



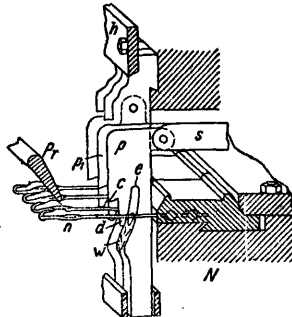
Фиг. 5.



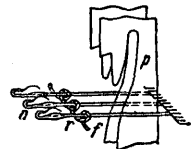
Фиг. 6.

нитей, имеющих более или менее продольное направление (наподобие основы). Главными вязальными элементами, при помощи которых происходит петлеобразование, являются иглы и платины.

Иглы подразделяются на два главных типа: крючковые и язычковые. Крючковая игла (фиг. 5) представляет собою стальной проволочный стержень, один конец к-рого загнут в виде острого крючка h , а другой имеет приспособление d или e для укрепления в машине. На стержне иглы под острием крючка имеется выемка z — так наз. чаша, в к-рую острие крючка может входить при нажиме. Язычковая игла состоит из четырехгранного стержня n (фиг. 6) с коротким крючком h ; позади крючка на шарнире с закреплен язычок, или ложка, z . Этот язычок может вращаться на шарнире в обе стороны и так. обр. или ложиться на крючок или откидываться на стержень иглы. Свободный конец язычка имеет форму ложки, так что целиком покрывает собой острие крючка, когда ложится на него. Крючковые иглы, при прочих равных условиях, дают лучшие фабрикаты, нежели язычковые иглы; они вяжут более плотные ткани, м. б. сделаны тоньше и размещены чаще. Крючковых игол может поместиться до 51 шт. на одном английском дм., но на



Фиг. 7.



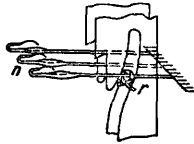
Фиг. 8.

практике наиболее тонкий класс употребляемых игол — 34 на дм. (плоские вязальные машины Коттона); такая игла имеет толщину 0,01". Язычковых же игол можно разместить 28 шт. на 1"; толщина такой иглы — 0,05". Существенным недостатком крючковых игол

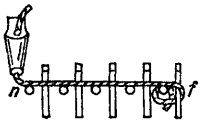
является их меньшая продуктивность; они не могут действовать автоматически и требуют особых приспособлений в виде кулировых платин и пресса. Задние концы игол помещаются в особой планке, носящей



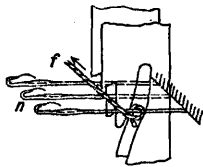
Фиг. 9.



название игольного бруска (фиг. 7, *N*); ряд игол, укрепленных на бруске, называется фонтурой. Платины (Platinen) представляют собою тонкие металлические пластинки, расположенные между каждой парой игол (фиг. 7, *p* и *p*₁). Для работы требуется столько платин, сколько в машине имеется иголок. Части платины носят следующие названия: выступ *c*—носик, часть *d*—подбородок, или клюв, вырез *e*—горло.



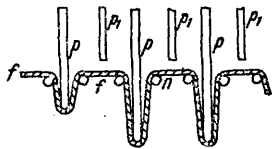
Фиг. 10.



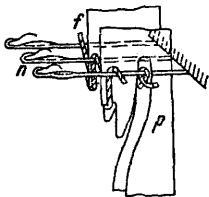
Платины бывают двух видов: падающие платины *p*, верхние концы которых поддерживаются рычагом или коромыслом *s* и им же приводятся в движение вверх и вниз, и стоячие платины *p*₁, к-рые припаяны к одному ободу *h* и приводятся им в движение. Оба эти вида платин отличаются друг от друга только по способу их закрепления в машине, при чем падающие платины опускаются по одиночке, а стоячие—все одновременно. За каждой падающей платиной идет одна, а иногда две стоячих платины.

Для крючковых игол необходим еще пресс, т. е. гладкая металлич. пластинка, лежащая горизонтально над рядом игол (фиг. 7, *Pr*). Опускаясь вниз, пресс нажимает на крючки игол и вводит их острия в чаши игольных стержней.

Т. к. каждый ряд петель связан с предыдущим и последующим рядами, то для образования нового ряда необходимо иметь



Фиг. 11.

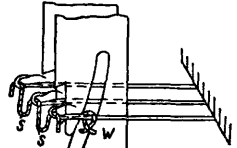


связанный старый ряд, висящий на иглах; поэтому, приступая к выработке изделия, образуют первый ряд петель от руки (заправка). Для этого обвивают нить рукою один раз вокруг каждой иглы (фиг. 8) и образуют закрепку *r* изделия. После этого петлеобразование проходит через следую-

щие стадии: 1) Старый ряд, висящий на иглах, захватывается подбородками платин (фиг. 9), передвигается по иглам назад и захватывается горлами (замятие товара). 2) Нить *f* вытягивается со стороны, с которой она свисает, располагается поперек игол и укладывается под носиками платин (фиг. 10), отделяясь от предыдущего ряда клювами. 3) Падающие платины *p* (фиг. 11) поочередно опускаются вниз и изгибают нить в промежутках между иглами (кулирование). 4) Стоячие платины, расположенные между падающими, опускаются, а падающие немного поднимаются (фиг. 12); таким образом нить входит также в остальные промежутки между иглами, и везде образуются одинаковые изгибы нити *s* (разделение). 5) Изгибы или незамкнутые петли *s* (фиг. 13), придерживаемые

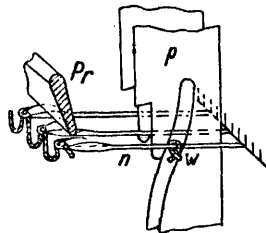


Фиг. 12.

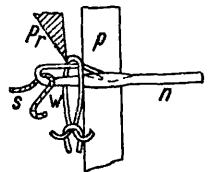


Фиг. 13.

платинами, передвигаются по иглам вперед и попадают под крючки (подача). 6) Платины приподнимаются вверх и отходят назад (фиг. 14), оставляя новые петли в крючках и увлекая с собою старые ряды (выключение платин). 7) Пресс *Pr* нажимает на иглы и пригибает их острия в чаши (прессование). 8) Платины поднимаются (фиг. 15) и надвигают старые ряды петель на крючки игол (нанесение). 9) Пресс удаляется, старые ряды петель при помощи платин соскальзывают с крючков



Фиг. 14.

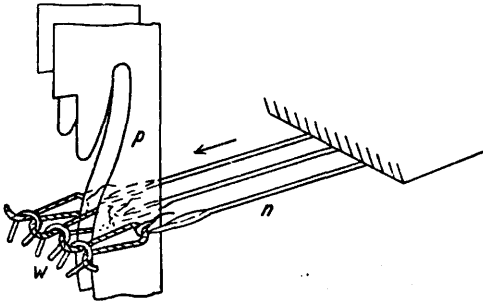


Фиг. 15.

и повисают в новых незамкнутых петлях (фиг. 16), превращающихся благодаря этому в готовые петли (сбивание). Соответственно процессу образования петель полукруглые отрезки нити *s* (фиг. 12), образованные платинами, носят название «платинных петель», в противоположность частям *m*, образованным иглами и называемым «игольными петлями».

При употреблении язычковых игол нет надобности в прессе, так как откидывание и закрывание игольных ложек производится особым передвигающимся язычком или щечочкой. Платины в этом случае могут иметь двойное устройство: если иглы неподвижны, то платины в виде гладких платин *p* (фиг. 6) передвигаются между иглами

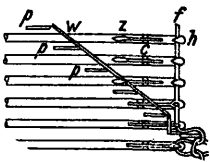
вперед и назад; если же иглы по одиночке передвигаются в направлении своей длины, то все платины соединяются в один неподвижный отбойный гребень (фанговая плоская машина). В первом случае нить f (фиг. 17) закладывается руками или нитеводителем и поступает в игольные крючки;



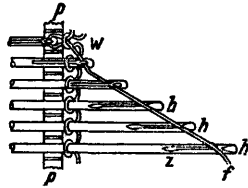
Фиг. 16.

в это время все язычки z откинута назад, а товар w висит на стержнях игол, позади язычков. Затем платины по одиночке, а не все сразу, как при неподвижных крючковых иглах, перемещаются вперед и выдвигают по очереди старые петли, к-рые заходят под язычки (фиг. 6), закрывают ими крючки, а сами соскальзывают с игол поверх язычков. Сойдя с игол, они проходят еще некоторое расстояние и тянут за собой нить в форме новых незамкнутых петель. Таким образом, кулирование, т. е. образование незамкнутых петель, происходит здесь только во время сбивания, а лежащие рядом петли одного и того же ряда образуются по одиночке, а не одновременно, как при работе с неподвижными крючковыми иглами. Если снова отодвинуть назад товар, то новый ряд петель, к-рый висит на иглах, вновь откинет язычки и отодвинется назад.

В конструкциях с передвижными иглами (фиг. 18) нить вкладывается рукою или нитеводителем в игольные крючки, тогда как старый товар w висит на стержнях игол позади откинутых назад язычков. После этого иглы начинают по очереди двигаться назад и тянут за собой старый товар до



Фиг. 17.

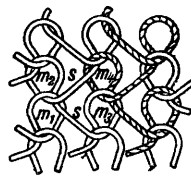


Фиг. 18.

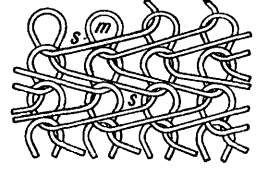
отбойного гребня pp . Каждая старая петля, задержанная гребнем, подается под язычок, поднимает его и кладет на крючок. Игла со вложенной в нее (новой) нитью проходит через старую петлю и тянет за собой нить до тех пор, пока не образуется новая петля. Каждая новая петля открывается затем крючок, откидывая назад язычок, и игла проходит через петлю по направлению вперед, пока последняя не повиснет сзади ее язычка. Таким образом при этом

способе петлеобразования кулирования не происходит, т. е. не образуется заранее на каждой игле незамкнутой петли; здесь каждая язычковая игла двигается по очереди и по одиночке образует свои петли.

Петля осново-трикотажного изделия не имеет такой вполне симметричной формы S , как в кулирных изделиях; обе половины петли представляются вытянутыми в одну сторону (фиг. 19): петля m_1 вытянута снизу влево, а петля m_2 вытянута вправо. Поэтому на лицевой стороне изделия петли не поднимаются вертикально вверх, но располагаются в косом направлении, т. е. поочередно, то влево, то вправо. Это косое расположение петель является обычным признаком осново-трикотажного изделия, хотя можно вырабатывать осново-трикотажные изделия и с вертикальным расположением петель; в таком случае необходимо исследовать изнанку товара и положение платинных петель. Отрезки нитей s , которые во время образования петель были положены под иглы, располагаются подобно платинным петлям кулирного изделия на изнанке товара и м. б. в данном случае названы платинными петлями. В то время как в кулирном изделии каждая платинная петля соединяет друг с другом две соседних петли одного и того же ряда, в

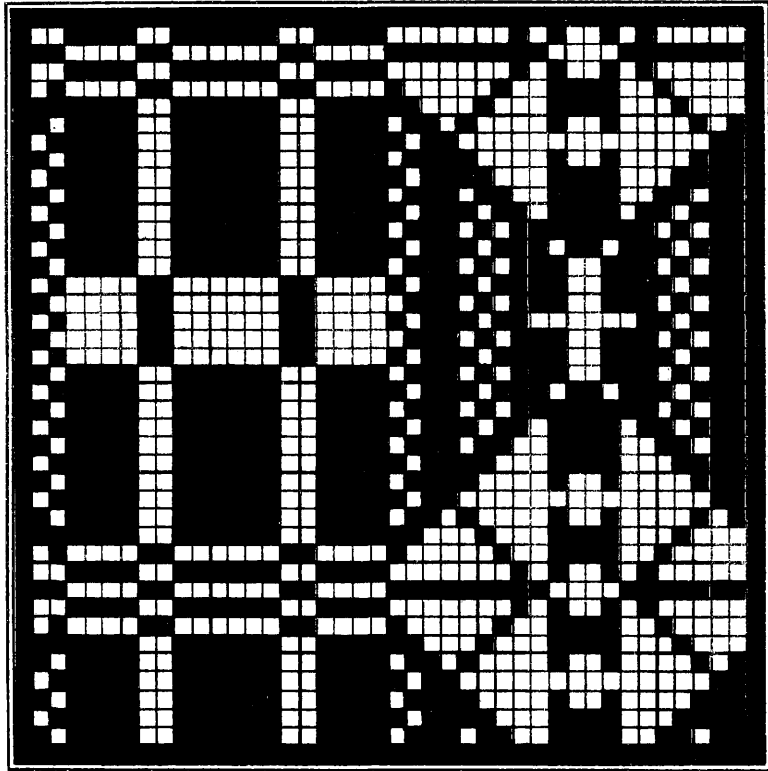


Фиг. 19.

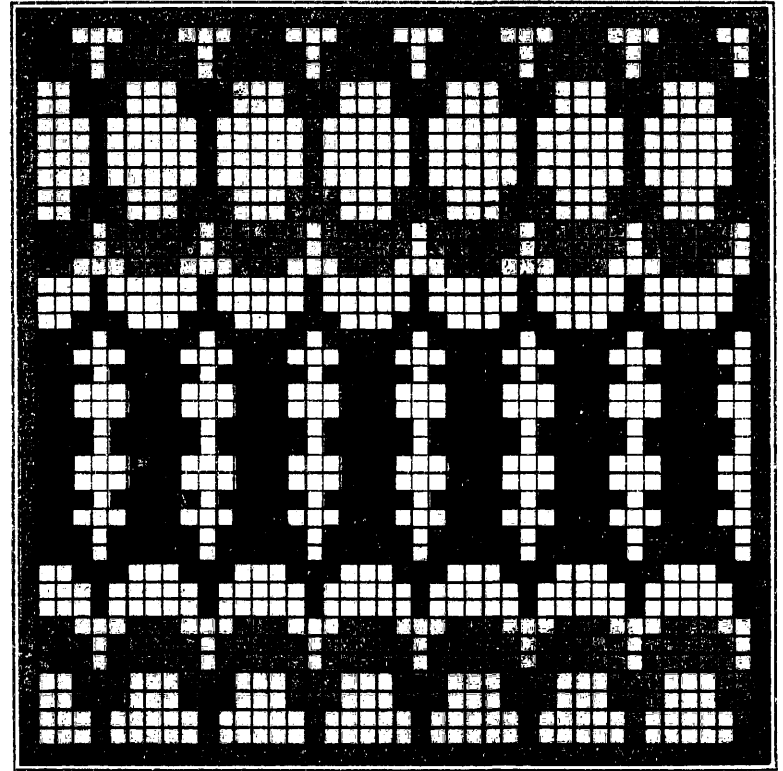


Фиг. 20.

осново-трикотажном изделии она соединяет две петли m_2 и m_3 , расположенные в двух различных рядах. Эти две петли в данном случае образовались на двух соседних иглах, когда нить прокладывалась каждый раз под одну иглу, но могут отстоять друг от друга и на любом расстоянии, если нить прокладывается под несколько игол (фиг. 20). Это положение платинных петель, которые в кулирных изделиях расположены всегда горизонтально и идут в одном и том же ряду от одной петли к другой, а в осново-трикотажном изделии—наискось вверх от одной петли нижнего ряда к одному из следующих верхних рядов, является главным признаком различия между осново-трикотажными и кулирными изделиями. При выработке петель осново-трикотажного изделия крючковые иглы снабжаются более длинными крючками; платины, исключительно стоячие, имеют горла, но лишены носиков и расположены вертикально между иглами. Кроме крючковых игол, для этого вязания требуется особый тип игол—дырчатые иглы, которые представляют собою стальные пластинки с круглыми отверстиями для нити на конце. Планка с прикрепленными к ней дырчатými иглами называется гребенкой. Чаще всего крючковые иглы закреплены неподвижно, а платины, пресс и гребенка могут двигаться в любом направ-

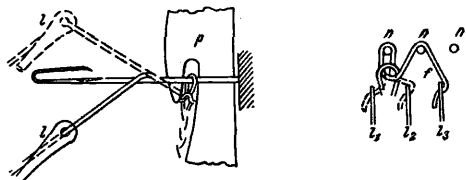


Узор с плоской фанговой машины из 4 нитей разных цветов.



Узор с плоской фанговой машины из 6 нитей разных цветов.

влении. Образование петель складывается из следующих стадий: 1) Висящий на крючковых иглах первый ряд незамкнутых петель (а впоследствии всякий старый ряд петель) замыкается горлами платин p (фиг. 21) и передвигается по крючковым иглам назад; при этом все дырчатые иглы l наклоняются к ряду крючковых игол и устанавливаются



Фиг. 21.

под ними в промежутках. 2) Дырчатые иглы передвигаются на одно деление в сторону (например вправо) и тянут за собой каждую основную нить под одну иглу («прокладка под 1», l_1-l_2). 3) Дырчатые иглы поднимаются выше крючковых игол и снова передвигаются в сторону на одно деление (м. б., опять направо, l_2-l_3) и затем опускаются так, что каждая основная нить ложится на одну крючковую иглу («накладка на 1»). Во всех этих случаях нить изгибается, как и при кулирном вязании в петли, которые, однако, висят по одиночке и не соединяются друг с другом. 4) Платины передвигают перед собой новые петли под игольные крючки, задерживая в то же время в своих горлах старый товар, не позволяя ему приблизиться к остриям крючков («распределение»). 5) Пресс опускается и пригибает крючки, платины же поднимаются вверх и передвигаются еще дальше вперед, нанося старые петли на крючки. 6) Пресс отодвигается, и платины сбивают с игол старые петли, так что последние повисают в незамкнутых петлях, к-рые благодаря этому превращаются в готовые новые петли. Т. о. существенное различие в образовании петель кулирных и осново-вязальных изделий заключается в способе образования незамкнутых петель. В первых они получаются путем кулирования длинной нити, а во вторых—при помощи накладки каждой нити на одну иглу. Если производится описанное выше простейшее наложение, т. е. «под 1 и на 1 направо», а при вывязывании следующего ряда—налево, то каждая нить образует петли в отдельных рядах поочередно на одной игле направо, а на другой налево и дает простейшее осново-вязальное изделие, представленное на фиг. 19. Способы наложения нитей под иглами и над иглами м. б. весьма различны и давать различные рисунки осново-вязального товара.

Кроме крючковых игол, при основном вязании применяются и язычковые иглы, которые имеют такое же устройство, как и иглы кулирного вязания, закрепляются на подвижной игольной фонтуре, следовательно, передвигаются все одновременно в направлении их длины. Так как в основном вязании каждая нить образует незамкнутую петлю на каждой игле, то целесообразно передвигать все иглы сразу, т. е. вывязывать при помощи язычковых игол, в противопо-

ложность кулирному вязанию с язычковыми иглами, сразу целый ряд петель. В основовязании язычковые иглы применяются только на фанговой рашель-машине и на круглом станке.

Для увязания регулярных товаров является необходимость увеличивать или уменьшать ширину ткани во время работы. Это достигается прибавлением или сбавкой петель, для чего постепенно вводят иглы, которые ранее не участвовали в работе, или, наоборот, постепенно выключают часть работающих игол. В первом случае нить накладывается каждый раз на ближайшую за крайней петлей иглу или на нее переносится готовая крайняя петля, а на месте последней начинают получаться добавочные петли. Для сбавки соответственное число петель перевешивают на соседние иглы, а освобожденные иглы исключают из дальнейшей работы. Для перекладывания петель служат так наз. д е к е р а, на которые принимают эти петли временно, с тем, чтобы перенести их затем на другие иглы.

II. Нумерация машин (классы). Расстояние между отдельными находящимися в вязальной машине иглами и их толщина должны соответствовать тоне выработываемого товара. Для более грубого товара (г р о б) применяют толстые иглы и расставляют их на большем расстоянии, чем при выработке тонкого товара (ф а й н). Расстояние от середины одной иглы до середины другой, иначе говоря, величину диаметра иглы d (фиг. 22) вместе с расстоянием l между иглами, называют делением t игольного ряда; таким образом $t = d + l$. В большинстве случаев если не говорить о самых грубых станках, расстояние между иглами делают равным толщине иглы, так что



Фиг. 22.

$$d = l = \frac{1}{2}t, \text{ или } t = 2d = 2l.$$

Станок сохраняет раз навсегда одно и то же деление игол и употребляется для выработки одних и тех же изделий. Разновидности станков, т. е. их грубость или тонкость, обозначаются величиною их игольного деления, но т. к. последняя представляет собою незначит. дробь, то для обозначения калибра станка прибегают к косвенным методам, и притом особым в каждой стране. В Англии № станка (gauge) означает число плиток, содержащих каждая по 2 иглы и составляющих в совокупности 3 англ. дм. (76,2 мм); т. о. станок № 12 E (12 gauge) имеет 12 плиток, т. е. 24 игольных деления на 3 дм., или 8 делений на 1 дм. Следовательно, величина его игольного деления составляет $\frac{1}{8}$ дм. Во Франции № (jaugue) означает число плиток, длина которых составляет 3 французских дм. (83,34 мм), при чем в станках грубых (gros) плитка имеет по 2 иглы, а в станках тонких (fin)—по 3 иглы. Например, станок № 21 Fg имеет 42 иглы на франц. дм., а его игольное деление $\frac{1}{14}$ французск. дм.; станок № 21 Ff имеет 63 иглы на 3 франц. дм., а игольное деление составляет $\frac{1}{21}$ франц. дм. По правилу, номера gros употребляются максимально до № 27 (54 иглы на 3 дюйма), а номера fin минимально от № 20 (60 игол

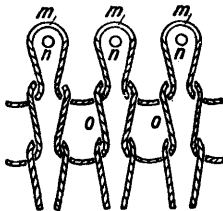
на 3 дм.). В Германии кое-где сохранилась франц. система (частью в юж. Германии и в саксонских графствах), но наряду с нею была выработана саксонская нумерация, имеющая в основе 1 сакс. дм. Впоследствии был введен еще саксонско-англ. номер (SE), обозначающий число делений на 1 англ. дм. Наконец, на основании метрической системы, была построена метрич. нумерация, указывающая число игловых делений на 100 мм.

Соотношение между отдельными системами нумерации дает табл. 1. К франц. круглым

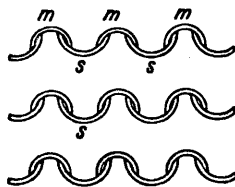
Табл. 1.—Соотношение классов нумерации вязальных машин.

Система нумерации	S	SE	E	Fg	Ff	M
Саксонская S	1,0	0,93	0,62	0,57	0,85	0,24
Сакс.-англ. SE	1,08	1,0	0,67	0,6	0,9	0,25
Англ. E	1,61	1,5	1,0	0,92	1,37	0,38
Франц. греб Fg	1,76	1,64	1,09	1,0	1,5	0,42
Франц. файн Ff	1,18	1,1	0,78	0,67	1,0	0,28
Метрич. M	4,24	3,94	2,62	2,24	3,6	1,0

станкам с радиальным расположением игол результаты табл. 1 не могут быть применены непосредственно, так как необходимо предварительно условиться, в каком месте будет производиться измерение ширины ряда игол. Для определения же № плоских станков, а также и англ. круглых станков приведенные данные могут применяться непосредственно. Для получения товара правильной

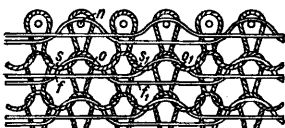


Фиг. 23.

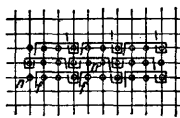


Фиг. 24.

плотности необходимо правильно установить отношения между толщиной нити, величиной петли и толщиной иглы или, другими словами, между толщиной нити и номером станка. Форма и величина петель, однако, определяются в вязании не только толщиной игол и платин, но и их взаимным расположением во время образования незамкнутых петель. Если платины во время кулирования опускаются глубоко под иглы, то



Фиг. 25.



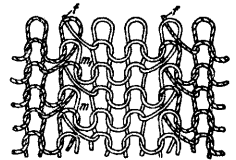
Фиг. 26.

в результате этого получаются длинные и узкие петли; если платины опускаются не так низко, то получаются короткие и широкие петли. В плотном товаре петли должны иметь круглую, кольцеобразную форму, а для этого игольные и платинные петли должны образовывать собой части кольца, тесно и непосредственно примыкающие друг к

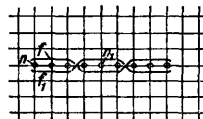
другу без помощи длинных прямых соединительных нитей. Вычисления показывают, что необходимая для этого глубина кулирования, т. е. длина, на которую опускается носик платины под иглы, приблизительно равняется игловому делению станка. Сказанное относится прежде всего к одноигловому станку, в котором падающие платины разделены между собою только одной иглой. В станках двух- и трехигловых, где незамкнутые петли образуются только путем подразделения, первоначальная глубина опускания падающих платин д. б., конечно, больше, и именно в 2—3 раза, сравнительно с приведенной выше величиной.

III. Виды вязаной ткани. Кроме главного подразделения на кулирный и осново-вязальный товары, вязаные ткани распределяются на гладкие и узорчатые. Те или иные виды ткани получают путем видоизменения в образовании и чередовании петель вязания, для чего по большей части применяются различные приспособления, иногда также называемые машинами. Наиболее употребительны следующие виды петлеобразования.

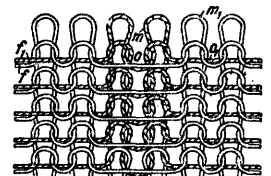
А. Гладкий кулирный товар. 1) Простое вязание изображено на фиг. 23 с лицевой стороны, а на фиг. 24 с изнанки: *n*—иглы, *m*—игольные петли, *s*—платинные петли. Петли *m* и *s* лежат на изнанке товара дугообразно, на лицевой же стороне петельные столбики соединяются между собою частями *o*, которые видны здесь лишь при растягивании ткани. 2) Обыкновенный товар с подкладкой (фиг. 25). Здесь вводятся подкладочные нити *f*, *f*₁, которые соединяются с товаром платинными петлями *s*, *s*₁ в местах, где изгибы *o*, *o*₁ ложатся на иглы *n*. 3) Полосатые жаккардовые узоры (фиг. 26): нить *f* ложится сначала на 3 иглы, а затем под 1 иглу и на 3 в противоположном направлении; на фиг. 27 показано, как цветные полосы соединяются друг с другом: в местах соединения петельных столбиков *m*, *m*₁ получаются смешанные петли. 4) Подложенные узоры (фиг. 28 и 29): нитка *f* проходит над иглами *n* и под иглами *n*₁;



Фиг. 27.



Фиг. 28.



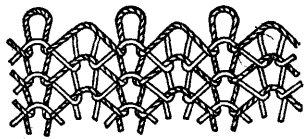
Фиг. 29.

нитка *f*₁, другого цвета, проходит под иглами *n* и над иглами *n*₁, и таким образом цветные нити постоянно меняются местами. На

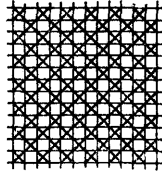
изнанке отрезки o , o_1 , не образующие петель, ложатся позади цветных петель m , m_1 .

Б. Узорчатый кулирный товар.

1) Прессовый товар. Для получения такого узорчатого вязания прессовая планка, прессующая все крючковые иглы одновременно, снабжается гребенкой с вырезами против известной части игол. Благодаря такому устройству, часть игол остается непрессованной; здесь петли остаются незамкнутыми и присоединяются к соответственной старой петле. Если при вязании следующего ряда эта игла прессуется, то получается так назыв. двойная петля, при чем отрезок нити, неразвитый в петлю, виден только с изнанки товара; если же и вторично оставить иглу непрессованной, то получается тройная петля, и т. д. Т. о. могут создаваться различные узоры: могут прессоваться попеременно то те, то другие иглы или же—в одном ряду часть игол, а в другом—все иглы без исключения; гребенка может иметь такие вырезы, к-рые оставляют непрессованными иглы попарно, по три иглы и т. п. Соответственно этому получают: а) Одноигольный прессованный товар (фиг. 30): рядом с незамкнутой

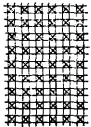


Фиг. 30.

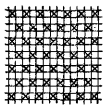


Фиг. 31.

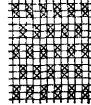
петлей лежит законченная петля, соединяющаяся с незамкнутой в двойную петлю; в одном ряду образуется петля, в следующем ряду эта игла не прессуется, и к прежней петле присоединяется незамкнутая петля. На фиг. 31 представлена схема узора: двойные петли обозначаются крестиками, прессованные же петли обозначены пустыми квадратиками. б) Одноигольный узор с продольными полосами (фиг. 32): после каждого одноигольного узорного ряда вяжется гладкий ряд. На изнанке товара незамкнутые петли лежат рядом и друг над другом на расстоянии одной петли, на лицевой же стороне обычные петли образуют гладкие столбики, а столбики двойных петель располагаются неравномерно, вследствие чего и получаются продольные полосы. в) Одноигольный кипер, или пике (фиг. 33): как



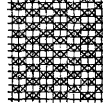
Фиг. 32.



Фиг. 33.



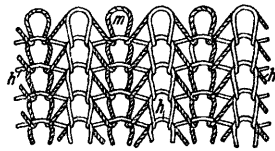
Фиг. 34.



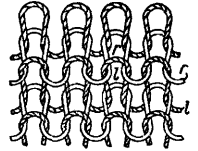
Фиг. 35.

и в предыдущем товаре, узорчатый ряд чередуется с гладким, но в каждом узорчатом ряду остаются непрессованными то четные, то нечетные иглы; так как петли перемежаются относительно друг друга, получается саржевый узор. г) Двойной кипер, или двойное пике (фиг. 34): два одноиголь-

ных ряда чередуются с одним гладким рядом гладких петель. д) Двухигольный прессованный товар (фиг. 35): здесь прессуются и остаются непрессованными иглы попарно. В следующем ряду происходит обратное прессование. На лице образуются полосы шириною в 2 петельных столбика. Двухигольный

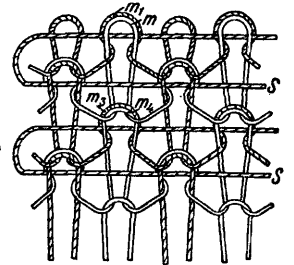


Фиг. 36.



Фиг. 37.

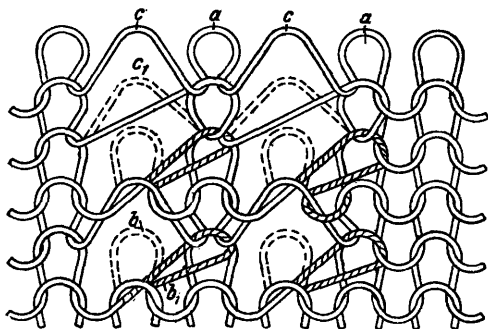
узор с продольными полосами, двухигольный кипер и двойной двухигольный кипер не требуют особых пояснений. 2) Двухлицевой товар составляется из петель, сбиваемых налево и направо, для чего требуется, кроме обыкновенного ряда игол станка («цилиндра»), еще вспомогательный ряд игол («патент»), находящийся в промежутках между иглами станка. После кулирования нити и сбивания петель машинные иглы поднимаются, захватывают платинные петли, вытягивают их вниз и аналогичным способом образуют из них игольные петли. Иглы станка образуют петли, сбитые налево, а машинные иглы — петли, сбитые направо. При этом также могут быть различные комбинации: а) если все иглы прессуются постоянно, то получается так называемый 1:1 бортовой товар (ластик, резинка), который отличается от обыкновенного товара большею растяжимостью и служит обыкновенно для изготовления бортов изделий; б) если в каждом ряду две налево сбитые петли чередуются с двумя сбитыми направо, — патентован. борт, 2:2; в) если один раз прессуют иглы станка, а другой раз — только вспомогательные, — фанговый товар (фиг. 36): петли m образуются на иглах станка, а в следующем ряду здесь образуются незамкнутые петли h , соединяющиеся с готовыми петлями в двойные петли; г) если иглы одного полотна прессуются постоянно, а другого — только через один петельный ряд, то получается сочетание двухлицевого товара с фанговым, или жемчужный (полуфанговый) товар. 3) Двухлицевой товар (фиг. 37): один налево сбиваемый ряд петель l (вяжется иглами станка) регулярно чередуется со сбиваемым направо рядом r ; от этого получаются резкие поперечные полосы. 4) Уточно-кулирный товар (фиг. 38): делается так, что в промежутки между поднятыми и еще лежащими на иглах петлями mm_1 и m_2m_3 вводится уточная нить S , которая затем зажимается между петлями. В следующем ряду производится



Фиг. 38.

В следующем ряду производится

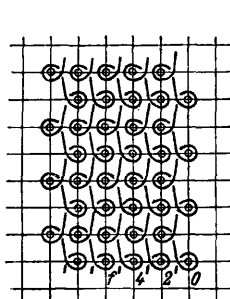
перемещение. Уточная нить может вводиться и в двухлицевой товар. 5) Петинетовый, или ажурный, узор образуется путем снятия отдельных петель на соседние иглы (фиг. 39): петли *b* перенесены направо на *b*₁. В следующем ряду над пустыми иглами в *b* образуются новые незамкнутые



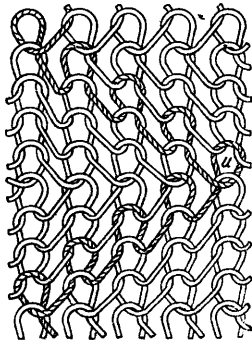
Фиг. 39.

петли и загибы *c*, вследствие чего получаются круглые отверстия. В третьем ряду, как и в первом, петли *b* опять переносятся направо. Если и в следующем ряду проделать то же самое с незамкнутыми петлями *c*₁, то они соединяются с петлями *a* в двойные петли, а в *c*₁ получится отверстие. Если на одну и ту же петлю перенести две соседних петли, справа и слева, то получится петинетовый узор с тройными петлями; если же петли меняются местами, т. е. на место одной петли ставится соседняя петля, то получается петинетовый крестовый узор.

В. Плотные основo-вязальные товары. 1) Простое полутрико



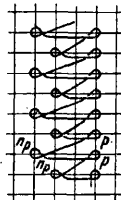
Фиг. 40.



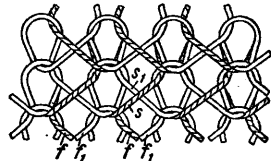
Фиг. 41.

(фиг. 40): все нити гребенки кладутся сначала под 1, а затем на 1 в одном и том же направлении, но в каждом ряду меняют направление. Платинные петли *s* (фиг. 19) соединяют две соседних петли *m*₁ и *m*₃ или *m*₂ и *m*₄ в двух примыкающих друг к другу рядах. 2) Атлас (фиг. 41): нити переносятся в сторону только на соседнюю иглу. После известного числа рядов делают обратный ход *u*, который отводится под 1. 3) Английская кожа отличается от атласа большими платинными петлями и слепыми наложениями в целях возможно большей плотности. Примером может служить фиг. 42: наложение под 2 налево, под 1 налево (без

прессования), назад под 2 и на 1 направо; затем производится прессование, после чего наложение повторяется налево, но под 3 и на 1; *np*—непрессованные, *p*—прессованные ряды. 4) Простое трико (фиг. 43) получается путем удвоения наложения нити простого полутрико. Работа производится двумя гребенками с полным числом

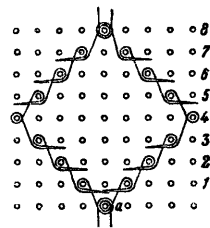


Фиг. 42.

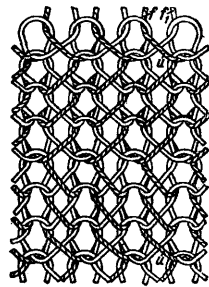


Фиг. 43.

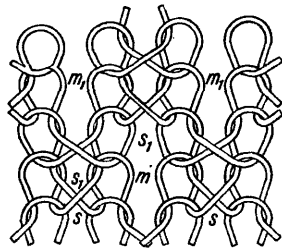
нитей, производящими наложения в противоположных направлениях. Нитка *f* принадлежит нижней, нитка *f*₁—верхней гребенке. При наложении под 1 и на 1 в одном направлении платинные петли *s*, *s*₁ на изнанке перекрещиваются; на лице же, подобно кулирному товару, петельные столбики располагаются вертикально. 5) Атласное трико (фиг. 44). Работа начинается с ряда *a*. Одна гребенка кладет в первом



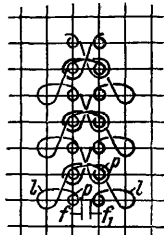
Фиг. 44.



ряду под 1 и на 1 налево, другая гребенка— в противоположном направлении. Во втором ряду перед замыканием гребенки отодвигаются назад. После замыкания производится наложение на иглы с двумя боковыми смещениями гребенки. Нитка *f* нижней гребенки лежит над ниткой *f*₁; *u*—начало обратного хода. 6) Ажурное вязание,



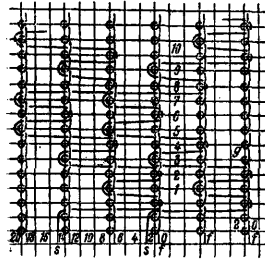
Фиг. 45.



Фиг. 46.

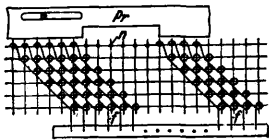
фи ле, делается таким образом, что в некоторых рядах расположенных петлях отсутствует боковая связь. Обыкновенно для этого некоторые соседние нити накладываются

слепо на соседние иглы, для того чтобы они не образовали петель. Примеры: а) маленькое филе (фиг. 45): две гребенки с половинным числом нитей; обратные ходы скрещиваются в s, s_1 ; соседние петли в m, m_1 не соединяются; б) кружевной грунт (фиг. 46): прессованные ряды p чередуются с непрессованными l , для чего пресс выключается через ряд; в) уточное филе (фиг. 47): одна гребенка кладет нити f всегда на одни и те же иглы, так что петельные столбики g ничем не соединяются друг с другом. Вторая гребенка протаскивает нити s под иглами. Эти нити s обвивают затем нити f наподобие утка. Процесс повторяется через один или несколько рядов, направо и налево.



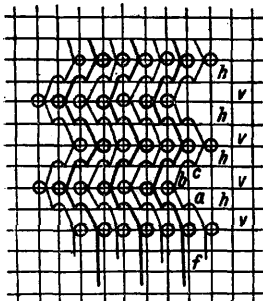
Фиг. 47.

Г. Узорчатые товары, требующие особых приспособлений. 1) Прессовой узор (фиг. 48): иглы прессуются при посредстве зубчатого пресса группами, и только к этим иглам подводятся нити. Наложение все время производится на 1. При передвижении гребенки узорный пресс Pr также передвигается, так что постепенно все иглы обкладываются.

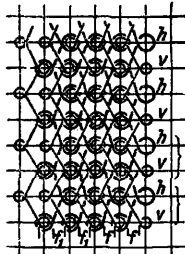


Фиг. 48.

2) Двусторонний осново-вязальный товар (фиг. 49) вяжется на расчель-машине (см. ниже) с двумя игольницами; v —передняя, h —задняя игольница. Нить f кладется сначала вокруг игол v и образует петли; затем производится наложение на задние иглы h на одно деление влево a , после чего делается наложение на передней игольнице опять налево b и, наконец, на задней игольнице наложение c . Петли



Фиг. 49.



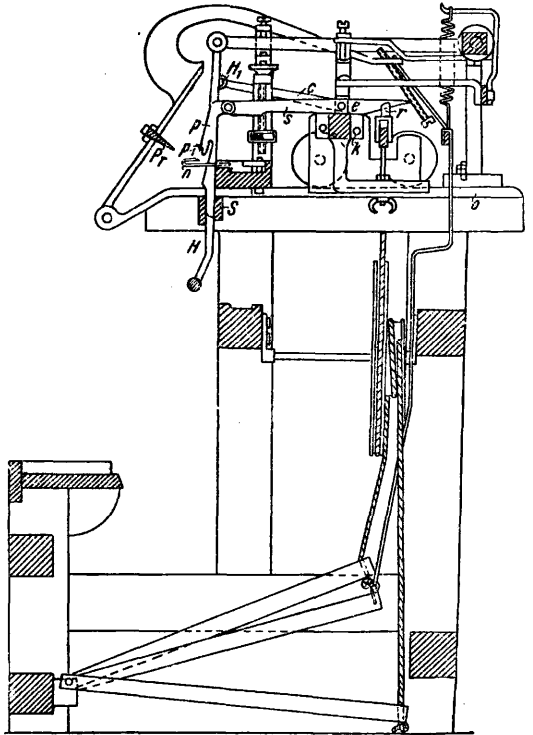
Фиг. 50.

передней игольницы перемещаются, а на задней игольнице они всегда образуются на одних и тех же иглах a и c . 3) Фанговы й товар (фиг. 50) работаетея двумя игольницами и двумя гребенками с полным числом нитей. В ряду v одна гребенка кладет нити f направо, другая—нити f_1 налево. При этом приводится в движение передняя игольница.

При поднятии второй игольницы h, f ложатся налево, f_1 —направо. Т. о. на обеих игольницах одинаковые наложения приходятся на одни и те же иглы. Соседние петли соединяются только при переходе от переднего к заднему ряду путем скрещения нитей.

Вышеуказанным далеко не исчерпываются возможные виды переплетения нити в В.-т. п., и в особенности осново-вязание открывает неограниченный простор узорчатым комбинациям.

IV. Машины и станки для В.-т. п. Громадное разнообразие типов машин и применение моторов и автоматич. устройств к самым маленьким машинам весьма затрудняет их классификацию и в особенности лишает

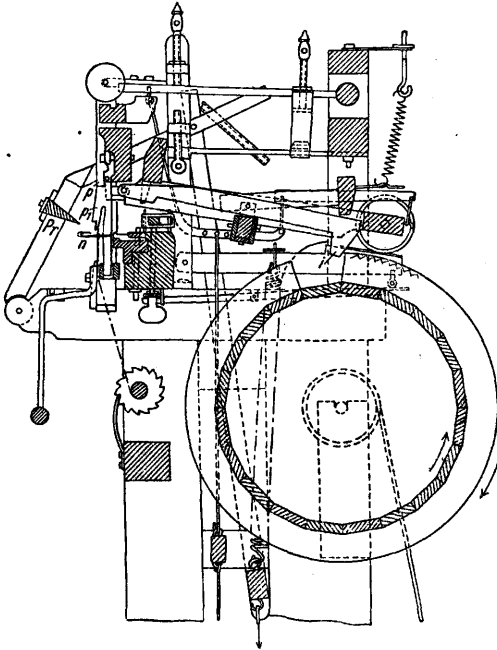


Фиг. 51.

почвы прежнее деление на ручные и механические станки. Более естественной поэтому является группировка на вязальные (часто называемые чулочными) станки и трикотажные машины: первые (Strickmaschinen) изготовляют предметы почти в совершенно готовом виде, вторые же (Wirkmaschinen) выпускают целые куски ткани для вырезки или кроечных изделий или такие части одежды, которые еще требуют значительно-го шивания.

Прототипом вязальных машин послужил так наз. коньковый станок, к-рый, с известн. видоизменениями, находит и до сих пор применение. Он изображен на фиг. 51. Между иглами n находятся платины p, p_1 , лежащие на двух брусках S (латинных коробках). Платины соединены в H_1 с рычагами c , идущими до поперечного бруска k , к-рый содержит столько медных пластинок e , сколько имеется коромысел s для падающих

платин p . Поперечный брусок k лежит на рельсах o и движется по ним (посредством H_1 и c) вперед и назад. Платины приводятся в движение посредством подвижного железного конька r , который приподнимает

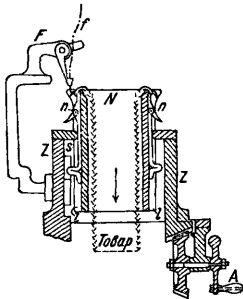


Фиг. 52.

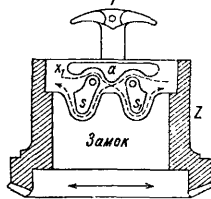
концы коромысел и заставляет носики p_1 платин поочередно прижимать к иглам. Для прессования служит пресс Pr .

Вальцовый станок (фиг. 52) представляет собою видоизменение предыдущего и отличается от него гл. обр. тем, что в нем коромысла падающих платин приводятся поочередно в движение валом K , по окружности которого нарезаны по спирали зубцы, задевающие за бородки i коромысел.

Круглые вязальные машины (фиг. 53 и 54) снабжены игольным цилиндром N , по окружности которого в каналы l



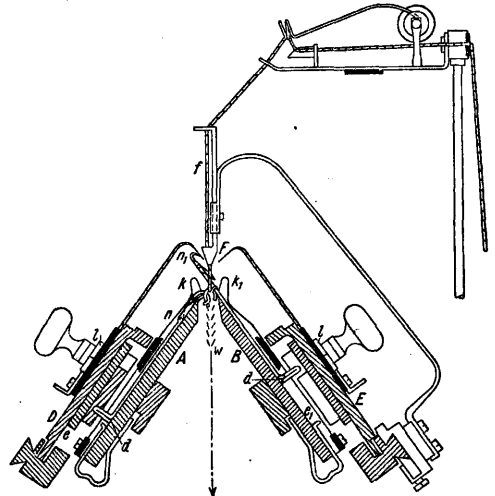
Фиг. 53.



Фиг. 54.

вставлены подвижные язычковые иглы n . Выступающие из каналов ножки игол во время вращения замка Z двигаются вдоль его выемок a, s, s_1 . Благодаря этому, при вращении ручки A , иглы выдвигаются поочередно вверх и обратно. Нить f , подводимая нитеводителем P , захватывается и про-

таскивается каждой иглой через старую петлю в форме незамкнутой петли. При вязке круглой гладкой части товара иглы движутся в направлении x, a, s_1 , а потом поднимаются наверх. При других формах вязания, напр. при выработке пятки, часть игол выключается путем вдвигания их в каналы. Задача вывязывания регулярных чулков одинаково хорошо разрешается на двух совершенно различных по способу работы машинах. В одном случае игольный цилиндр стоит неподвижно, а передвигается замок; в другом случае части замка остаются на месте, а вращается игольный цилиндр. К первой группе принадлежат такие машины, как Standard Шуберта и Зальцера (Хемниц), New National Э. Дюбе (Куве, Швейцария). По второму способу работают Invisible Стиббе (Лейстер, Англия), Corona Шуберта и Зальцера, Ideal Гильшера. Круглые станки м. б. снабжены мотором и часто получают в таком случае название автоматов. Из числа этих машин следует отметить: 1) машину «К» Скотта и Вильяма для выработки дамского бортового чулка без шва; 2) машину «W» Стиббе с крючковыми иглами для дамского чулка, к-рый она вяжет более плотным по образующей, по сравнению с машинами, работающими на язычковых иглах; 3) машину Бренсона «7/8» з-да Трент К° (Ноттингем, Англия) для чулка; 4) машину «Авто-свифт» Вильяма Спайерса (Лейстер, Англия) для выработки носка с ластиком; 5) машину «Р. G. Н.» з-да Вильт и К° (Лейстер, Англия) для узорчатых чулков в полоску, шапку и ромб; 6) модели з-да Стиббе и К° для узорчатых чулков с шестью нитеводителями; 7) модель «Standard» з-да Бр. Тремп (Уиллингтон, С. Ш. А.); 8) модель «11» завода

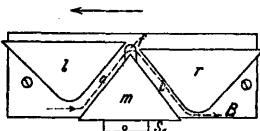


Фиг. 55.

Дж. Блекберн (Ноттингем) для узорчатых чулков с долевыми полосками на лицевой стороне изделия. Производительность означенных автоматов высока: в зависимости от сорта они дают за 8 часов работы $3\frac{1}{2}$ — $4\frac{1}{2}$ дюжин носков. Класс машин м. б. от 14 до 22 иголок на 1 англ. дм.

К плоским вязальным машинам относятся фанговая и оборотная машины,

снабжаемые язычковыми иглами, не требующими приспособлений для прессования и кулирования. На фиг. 55 изображена фанговая машина системы Ламба. Оба игольные ложа *A* и *B* лежат в два ската под углом в 45°. В ложах имеются каналы, верхние части которых представляют собой отбойный гребень *kk*₁. В последнем лежат подвижные иглы *n* и *n*₁. Для образования петель эти иглы нужно поочередно продвигать в их каналах, что и делается клиньями *l*, *m*, *r* (фиг. 56), находящимися в салазках *DE*

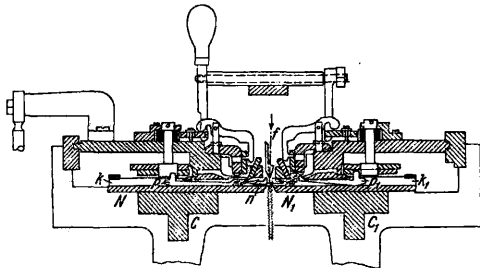


Фиг. 56.

(фиг. 55) и замковой плите *e*, *e*₁. Клинья образуют прорез *a*, *b*, по которому и движутся иглы своими ножками *d*, *d*. Нитеводитель *F*, стоящий

против зубьев отбойного гребня, кладет нить *f* перед подымающимися иглами. Отходя назад, иглы захватывают ее в каналы своими открытыми крючками и превращают нить в петлю.

Оборотная машина для двухизнаночного товара (Links-Links-Strickmaschine) имеет следующее устройство (фиг. 57): игольные ложа *N*, *N*₁ лежат на одном уровне на стойках *C*, *C*₁. Их каналы *k*, *k*₁ входят друг в друга. Т. о. иглы *n* с двойными язычками захватываются платинами *p*, *p*₁ и переводятся то в одну, то в другую сторону



Фиг. 57.

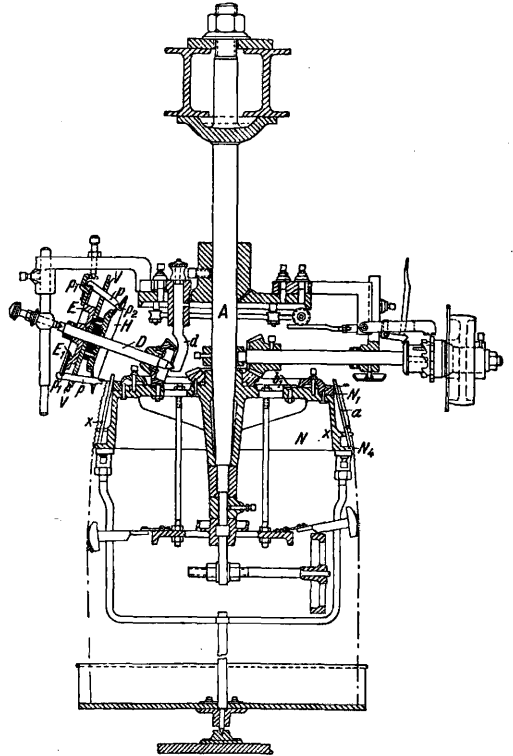
игольных лож. При этом нитка *f* превращается один раз в петлю, сбиваемую направо, другой раз — в петлю, сбиваемую налево.

Трикотажные кулирные станки. Первые попытки усовершенствования кулирного станка были предприняты на плоском ручном станке, но так как выработка регулярных изделий была сопряжена со значительными затруднениями в отношении регулирования нитеводителя и сбавки, то на механич. станках возможно было выработать лишь большие куски ткани, а в этом случае механич. станки могут быть производительны лишь при замене прямолинейных прерывистых движений непрерывными, т. е. вращательными. Иначе говоря, необходимо было превратить плоский кулирный станок в круглый. Так. обр. круглые станки являются первыми механическими кулирными станками, к-рые были усовершенствованы и распространены в производстве.

Круглые кулирные станки подразделяются на две главные группы: 1) французские и 2) английские. Главное различие между первыми и вторыми заключается

в том, что в первой иглы располагаются в плоскости, по к-рой проводится нить (по б. ч. горизонтально), тогда как во второй они расположены перпендикулярно к ней, т. е. по б. ч. вертикально. Приспособления для кулирования нити (платины) м. б. двойного рода: или ставится полный набор платин вдоль всей фонтур или же ограничиваются отдельными участками окружности; в последнем случае платины получают конструкцию так называемых кулирных колесиков, или мальез.

Современные французские круглые станки быстроходны, снабжены обычно 2—4 мальезами и имеют различные диаметры, смотря



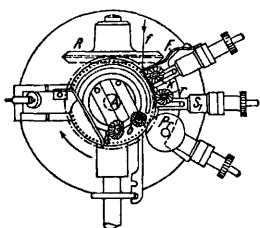
Фиг. 58.

по роду вырабатываемых изделий. Наиболее употребительны типы № 26 Ff диам. 930 мм с 3 мальезами, диам. 955 мм с 4 мальезами и 980 мм с 4 мальезами для тонкого белья.

Новейший французский круглый станок с большой мальезой изображен на фиг. 58. Мальеза м. б. поставлена в различных местах окружности станка *N*, иглы которого вставлены в кольцо *N*₁ (седло). Игольница вращается на оси *A*. Мальеза движется зубьями шестерни *b*₁. Для кулирования применяются платины *p*, находящиеся в прорезах платинных шайб *V* и *H*. Их вырезы *p*₁ вставлены в шайбу *EE*₁. Ось *D* сидит свободно на подпорке *d*. Игольница имеет в *N*₁ выступ для соприкосновения с отбойными платинами *a*. Спиральная пружина *x* заставляет платины *a* возвращаться к седлу *N*₁ после сбрасывания и окончатия ряда. Иглы прессуются сейчас же, как только незамкнутые петли продвинутся вперед и

будут придержаны платинными крючками p_2 , во избежание выскакивания их из игол.

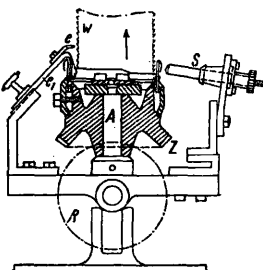
В англ. круглых станках применяются как неподвижно укрепленные, так и подвижные иглы. Кулирующий аппарат состоит из крыльчатого колеса с косо стоящими стальными зубьями; последние находятся в сцеплении с иглами станка, и благодаря этому кулирное колесо приводится в движение игльным кругом станка; самостоятельного движения ему не со-общается. Зубья ко-леса изгибают нить в незамкнутые пет-ли между иглами во время вращения игльного круга, но не продвигают не-замкнутых петель в крючки игол.



Фиг. 59.

Примером англ. круглого станка может служить «круглая головка», изображенная на фиг. 59 и 60. Игольная фонтура вращается на оси A и приводится в движение конической шестерней R , сцепляющейся с зубьями Z .

Кулирное колесо k устанавливается так, что подводимая нитоводителем H нить f поднимается по иглам вверх в форме незамкнутых петель. Перед второй подпоркой S_1 устанавливается такое же колесо r , которое заканчивает кулирование, выравнивает петли и прижимает их к крючкам игол. За ним идет прессовое колесо Pr_1 , а против него — наносящее колесо b (оно поднимает старые петли над прижатыми крючками игол) и, наконец, сбрасывающее колесо b , которое сбрасывает нанесенные петли над головками игол. До подхода к прессовому колесу товар w оттягивается частью e , вниз, а после прохода через сбрасывающее колесо — железной частью e внутрь.

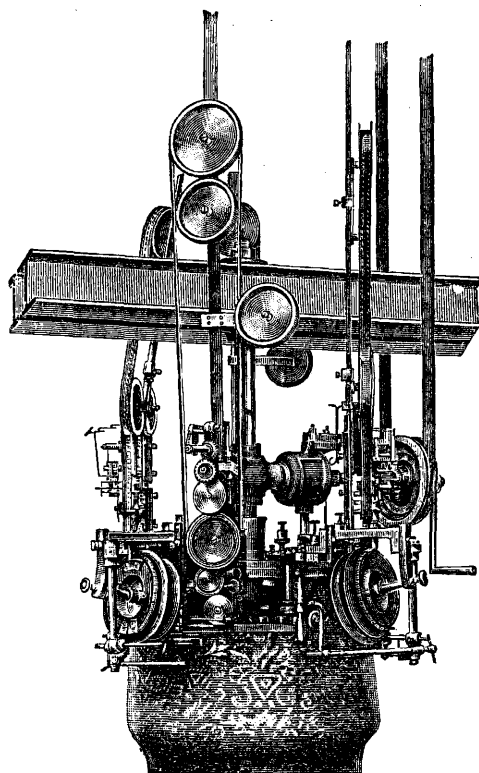


Фиг. 60.

На фиг. 61 изображена круглая мальезная машина для рисунчатого товара, а на фиг. 62 — циркулярная машина для выработки трикотажного полотна для белья.

Производительность вязальной машины определяется числом предметов, вывязываемых ею в течение определенного времени. Для сравнения различных вязальных машин в отношении производительности следовало бы принять длину ряда петель, который вывязывается в единицу времени. Эта длина в то же время выражает собой и скорость вращения игльного круга, потому что путь, проходимый иглоу в секунду, равняется длине вывязываемого в это время ряда петель, т. е. $\frac{\pi d u}{60}$, где d — диаметр игльного круга, а u — число оборотов станка в минуту. Два одинаково быстро работающих станка могут, конечно, выпустить различные количества товара, если,

напр., один станок вывязывает плотный, а другой — редкий товар, или если один из них имеет более частые игльные деления и образует более короткие петли. Тем не менее масштаб, указывающий производительность круглых станков, указывает в то же время и скорость всех прочих операций, например операции кулирования; так как платины должны опускаться и протаскивать нить с такой же скоростью, с какой вращаются иглы, то приходится замедлять скорость вращения станка, если желают получить хороший и правильно сработанный товар. В табл. 2 приводятся данные, касающиеся производительности различных станков. Из этой таблицы следует, что производительность обоих видов круглых станков



Фиг. 61.

для гладких изделий составляет в среднем 550 мм/сек и что производительность станков для бортовых изделий гораздо ниже прочих. Это объясняется тем, что при вывязывании бортовых изделий нить кулируется гораздо глубже, чем при выработке гладких изделий. То же относится и к станкам, вывязывающим другие узоры, например петинет. Относительно сравнительной производительности толстых и тонких номеров следует сказать, что в первых кулирование требует большей глубины и, следовательно, работа происходит медленнее, но здесь и игльные деления больше, а потому производительность такого станка не д. б. ниже производительности станка «тонкого». С другой стороны, следует иметь в виду, что в станках тонких номеров платинам труднее войти в

Табл. 2.—Производительность круглых трикотажных станков.

Вид станка	Номер станка		Наружн. диаметр игольн. круга в мм	Число об/м.	Окружн. скорость вращения в м/сек
	на "	на 100 м.м.			
Франц. круглый станок для фангов. товара	2×7	2×30	600	12	377
Англ. круглый станок для гладких изделий	14	60	210	52	572
Англ. круглый станок для гладких изделий	16	68	90	140	660
Англ. круглый станок для гладких изделий	23	98	100	68	346
Англ. кругл. станок с языч. иглами для гладк. изделий	16	68	100	60	314
Англ. кругл. станок с крюч. ков. иглами для резинки .	2×7	2×30	90	70	330
Англ. кругл. станок с языч. ковными иглами для бортового товара	2×10	2×42	90	45	212
	2×7	2×30	85	50	222
Англ. кругл. станок для фангов. тов. с языч. иглами	2×7	2×30	285	16	239
Франц. круглый станок для гладких изделий	9'	38	1 250	9½	620
Франц. круглый станок для гладких изделий	12	51	1 250	8½	556
Франц. круглый станок для гладких изделий	20	85	815	13	555
Франц. круглый станок для бортов. товара	2×12	2×5	920	6½	313

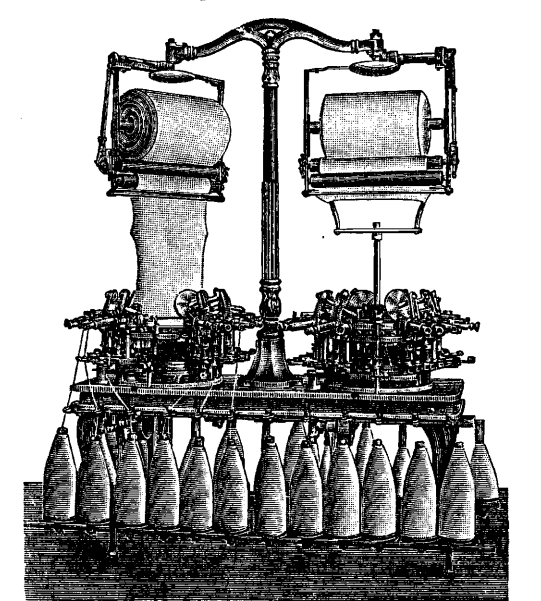
также имеет подвижный игольный брус и отбойный гребень, но иглы в нем расположены горизонтально. Главн. недостаток станка Педжета по сравнению с предыдущим заключается в меньшем числе фонтур.

Производительность плоских трикотажных станков. Для сравнения производительности плоских и круглых станков необходимо исходить из предположения, что они имеют только одну систему. Тогда нетрудно будет убедиться, насколько в общем при меньшей скорости работы плоские станки дают меньшую производительность сравнительно с круглыми. В то время как во всех круглых станках производительность зависит лишь от скорости кулирования и окружной скорости вращения игольного круга, на плоском станке вывязывание ряда петель отстает от движения кулирующего аппарата. Это расхождение зависит отчасти от способа образования петель, отчасти от прямолинейных прерывающихся движений станка. В новейших станках средняя скорость кулирования приближается к скорости кулирования ручных станков, но тем не менее производительность плоских

узкие промежутки между иглами, чем в толстых, вследствие чего у первых вращение происходит медленнее.

Плоские трикотажные кулирные станки строятся: типа Коттона—до 24 фонтур в одной машине, а типа Педжета—до 12. Станки Коттона, разделяющиеся на пагленочные и следовые, весьма устойчивы, так как в них приводный вал лежит в стойках глубоко внизу и, кроме того, главные части машины и товар хорошо видны рабочему, несмотря на значительн. длину машины. На станках Коттона впервые было введено то усовершенствование, что во время вывязывания одного ряда петель кулируется нить следующего ряда; это значительно ускоряет производство. Другое важное нововведение, получившее широкое распространение, заключается в том, что брусок, на котором сидит конек, крепко соединен с бруском, на котором расположены крючки, поэтому конек передвигает крючки всегда на одинаковое расстояние, чем обеспечивается вполне равномерное кулирование. Если вырабатывается более плотный или, наоборот, более редкий товар, то все это приспособление или удаляется от платин или приближается к ним. Устройство этого станка изображено на фиг. 63: игольная планка *N* с иглами *n* стоит вертикально перед платинами *p*, которые находятся в платинной планке *hh*₁. В «тонких» станках применяются падающие и стоячие платины. Падающие платины придвигаются к иглам рычагами *S* при помощи конька *r*. Пресс образуется нижней гранью платинной планки *h*. Конек приводится в действие посредством передвижения бруска *R* или *t*, соединенного с буферами. Нитка *f* подводится трубочкой, прикрепленной к бруску нитоводителя *H*, к-рый соединен с коньковым аппаратом *R*. Нитка подводится перед платинами и позади игол. Станок Педжета

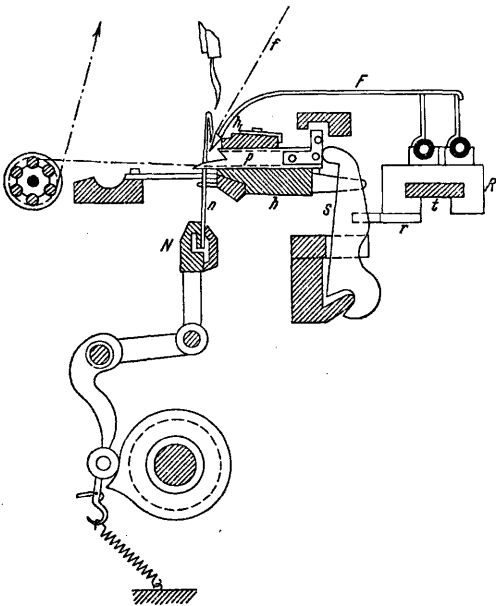
также имеет подвижный игольный брус и отбойный гребень, но иглы в нем расположены горизонтально. Главн. недостаток станка Педжета по сравнению с предыдущим заключается в меньшем числе фонтур.



Фиг. 62.

станков всегда значительно меньше кулирования (приблизительно вдвое). В табл. 3 приведены сравнительные данные о скорости различных кулирных станков для гладкого и ластичного вязания, собранные Вилькоммом. Из этой таблицы видно, что широкие станки кулируют скорее и отличаются большею производительностью, чем узкие. Первое

объясняется тем, что в узких станках конек доходит до конца своего пути, только еще начав двигаться и не успевая развить максимальной скорости, т. к. в начале и в конце



Фиг. 63.

пути, после остановки и перед остановкой, коньку приходится двигаться медленнее. Более высокая производительность широких станков объясняется отчасти значительной скоростью кулирования, отчасти сравнительно небольшой разницей между путем конька и небольшой рабочей шириной.

Они выпускают редкую кишку, идущую на выработку шалей (Schalmaschinen). Плоские осново-трикотажные станки, в интересах быстроходности, строятся в настоящее время так, что длина игольных крючков и величина платин доведены до минимальных размеров, а все быстро движущиеся части колеблются около своего ц. т., во избежание сотрясений. Иглы расположены по большей части вертикально, для того чтобы легче было обозреть вывязанные ряды и замечать дефекты. Игльная планка подвижна для сокращения движений платин. Такого рода станок («вертелка») изображен на фиг. 64. Все необходимые движения выполняются автоматически посредством эксцентриков вала *T*. Гребенки *k* передвигаются в сторону автоматическими нарезными колесами или цепным приводом. Платины *p* находятся между иглами *n* и расположены на платинной планке *P* под игольным рядом и впереди его. Платины двинутся вперед и назад посредством *P*₁, а вверх и вниз — посредством *HH*₁. Гребенки *k* с дырчатыми иглами *l*, ведущие нить *f*, приводятся в движение рычагом *MM*₁ и эксцентриком *E* вала *T*. Нити *f* сбегают с основных навоев *F*, *F*₁, кладутся на и под иглы *n* и платинами *p* продвигаются в крючки игол, после чего пресс *Pr* прижимает их. Сам пресс приводится в действие рычагом *hh*₁. Товар при помощи роликов 1, 2 и 3 навивается на товарный навои *W*.

Для получения фасонных и узорчатых изделий наиболее употребительна так называемая рашель-машина, или фанговый осново-трикотажный станок, изображенный на фиг. 65. Язычковые иглы *n*, *n*₁ расположены в двух игольницах. Обе стоят почти отвесно друг за другом, и когда одна поднимается, другая опускается. Верхние части игол

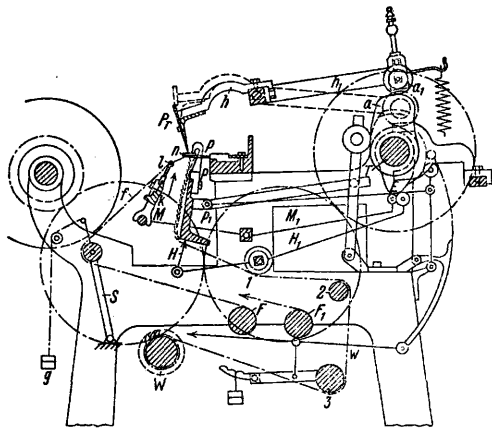
Табл. 3.—Производительность плоских трикотажных станков.

Вид станка	Номер станка		Число рядов в минуту	Из времени, потребного для образцов. ряда петель, на кулиров. приходится	Расстояние, проходимое коньком, в мм	Ширина на ряды в мм	Скорость кулирования в мм/сек	Производительность станка в мм ² /сек
	на 1"	на 100 мм						
Сист. Баргона . . .	14	59	24	1/3	440	400	352	160
» Педжета . . .	14	59	42	1/3	460	480	483	294
» . . .	22	93	28	1/3	830	790	580	369
» . . .	24	102	42	1/3	450	410	472	287
Сист. Брауера и Людвига . . .	20	85	30	1/3	760	720	760	380
» Тельбуи . . .	18	76	44	1/3	435	395	640	290
» Моссига . . .	16	68	40	1/3	400	360	657	240
» Коттона . . .	15	63	40	1/3	350	310	467	207
» . . .	15	63	40	1/3	460	420	613	280
» . . .	13	55	26	1/3	790	750	685	325
Англ. ластичн. станок . . .	2×12	2×51	22	1/2	220	180	161	66
Англ. ластичн. станок . . .	2×15	2×63	25	1/2	210	170	175	71
Ст. Лобеля	2×12	2×51	23	1/2	210	170	161	66

Осново-трикотажные станки. Т. к. на этих станках изготавливаются исключительно кроечные товары, то в их эволюции от ручного станка, с одной стороны, не встречалось затруднений в отношении сбавки петель, а с другой стороны, не было основания предпочитать круглую конструкцию плоской. Поэтому круглые осново-трикотажные станки применяются лишь в виде маленьких машин с редкими делениями.

ложатся в отбойные планки *S*. В зависимости от той или иной плотности товара эти планки можно поднимать и опускать посредством установочных винтов. Гребенки *g*, *g*₁ с дырчатыми иглами движутся назад и вперед рычагом *N* и соединениями *mm*₁; дырчатые иглы кладут поочередно свои нитки *f*, *f*₁ в переднюю и заднюю игольницу. Кроме того, гребенки должны еще передвигаться в сторону, что делается цепным при-

водом в четыре приема (так как имеются 2 игольницы), т. е. для каждого ряда петель одной игольницы надо вставить в цепь четыре плашки. Нити f, f_1 должны накладываться на иглы в крестообразном направлении. Простейшее наложение с двумя гребенками: гребенка f кладет спереди на иглы n_1



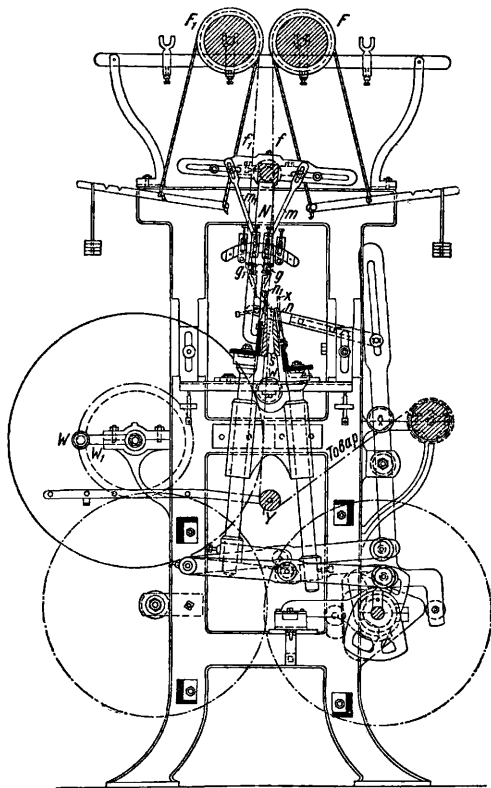
Фиг. 64.

слева направо, а сзади на иглы n —справа налево. Вторая гребенка f кладет так же, но только в противоположном направлении. В результате получаются двойные петли. В зависимости от этого в цепь одна за другой вставляются плашки, отмечаемые, смотря по их высоте, номерами (от 0 вверх). Нить подводится от основных навоев F, F_1 вниз. На навои, для натяжения нитей, вешаются грузы, которые постепенно, по мере выполнения работы, снимаются. Важную роль играет проволоочка x . Она поставлена перед игольницей таким образом, что, когда игольница поднимается, то ее поднятые и почти горизонтально лежащие язычки ложатся под этой проволоочкой. Только таким образом можно избежать поднятия язычков и закрытия игол при поднятии игольных рядов. Товар оттягивается штангой Y . Машина приводится в движение зубчатым колесом, соединенным с приводным валом W . Машина может приводиться в действие от руки или ременным приводом от трансмиссии.

При помощи различных дополнительных приспособлений основно-трикотажные станки, подобно кулирным, могут вырабатывать самые разнообразие фасонные и узорчатые ткани.

V. Организация производства. Сырье (см. Пряжа). Вязальные машины вырабатывают изделия из разного рода пряжи—хлопчатобумажной, шерстяной, искусственного и натурального шелка, фасонной, льняной, имитатной, вигоневой. Количественное соотношение родов волокна в различных странах неодинаково; так, в Англии на первом месте стоит шерстяная пряжа, а затем следуют искусственный шелк и хлопок; в Германии—искусственный шелк, хлопок и затем уже шерсть; в Америке—хлопок, шелк (искусств. и натуральный) и шерсть. В СССР более всего идет хлопчатобумажн. пряжа (свыше 80%), затем—шерсть и в край-

не ограниченном количестве искусственный шелк. В В.-т.п. к пряже предъявляются особенно строгие требования в смысле крепости, чистоты, однородности цвета, мягкости и отлогости, ровноты, так как вязально-трикотажные машины имеют очень тонкие и нежные части. Испытания заграничной хл.-бум. пряжи дают коэф. крутки в пределах 2,5—2,75; более крутая пряжа не дает желаемых результатов, производит частые поломки игол и вызывает косые петли. Нить должна быть гладкой и круглой, т. е. на ней д. б. как можно меньше выступающих волоконцев. Пряжа, начиная с № 40/2, мерсеризуется, газуруется. Мерсеризованная, газированная пряжа, не подвергающаяся полировке, называется ф л о р; подвергшаяся полировке называется б р и л л и а н т ф л о р. Другая классификация подразделяет пряжу на жесткую (крутую) и мягкую (отлогую); жесткая способна в моменты кулирования скручиваться и не изгибается в надлежащую форму петли. Хл.-бум. пряжа употребляется следующая: для чулков—20/1, 24/1, 26/1, 39/1, 44/1, 24/2, 32/2, 40/2, 60/2, 70/2, 80/2, 100/2, 120/2, 140/2 (одиночная пряжа ведется в две нитки, и, кроме того, для усиления пятки добавляется третья нитка; крученая пряжа идет одной нитью, и в пятку добавляется одиночная нить); на трикотаж (белье)—16/1, 24/1, 39/1, 44/1,



Фиг. 65.

60/2, 80/2; на трикотин, платки, скатерти—10/1, 16/1, 24/1, 32/1, 16/2, 24/2, 32/2. Шерстяная пряжа аппаратного прядения №№ 20/2, 24/2 идет на свитеры, шарфы,

Табл. 4.—Типы вязальных машин и их назначение.

Типы машин	Изделия и производительность
<p>Круглые чулочно-вяз. автоматы</p> <p>Класс: от 5 до 26, диам. 2—3³/₄'' Число игол: 5—26 на 1'' Стоимость: ок. 1 100 герм. марок</p>	<p>Гладкие и рисунчатые чулки и носки</p> <p>Вес (1 дюж.): чулка 0,75—0,54 кг, носка 0,65—0,53 кг, детск. чулка 0,30—0,90 кг.</p> <p>Производительность (14 кл. за 8 ч. в дюж. из № 32/2): 2,75 дамск. чулка, 4,5 мужск. носка, 6—8 детск. носка.</p>
<p>Круглые ластичные автоматы</p> <p>Класс: 13—14, диам. 2—4'' Стоимость: ок. 650 марок (14 кл.)</p>	<p>Ластик для носков, чулков. фуфаяк, кальсон</p> <p>Вес (1 дюж. пар): чулочн. 0,188—0,75 кг, носковых—0,17 кг</p> <p>Производительность (в дюж.): носков. ласт. 15—20, чулков. 3³/₄—7 (смотря по быстрходности)</p>
<p>Котонные машины</p> <p>Класс: 33—45</p> <p>Комплект для дамского чулка со швом: 3 пагленочных по 24 фонтур, длина 14'', 1 следовая в 24 фонтур, длина 10''</p> <p>Комплект для мужского носка: 1 пагленочная в 24 фонтур, длина 11'', 1 следовая в 24 фонтур, длина 10¹/₂'', 2 ластичных по 12 фонтур, длина 11''</p> <p>Комплект для белья: 6 фонтур, длина 28—30'', 12 фонтур ластичных, длина 8,5—15''</p> <p>Стоимость: для чулков ок. 22—25 тыс. марок, для ластина—10 тыс. марок, для белья—10—13 тыс. марок</p>	<p>Дамский чулок, мужской носок, ластик и белье</p> <p>Вес (1 дюж.): чулков 0,45—0,30 кг, носков—0,55 кг</p> <p>Производительность (в дюж. с фонтур): чулков 1¹/₂—3¹/₄, носков 1¹/₂, белья 0,4—0,5</p>
<p>Круглые французские мальезные машины</p> <p>Класс: 8—27 Fg и 20—40 Ff, диам. 8—90 фран. дм., число мальез 20—24</p> <p>Стоимость: 1100—1500 мар.; со специальными аппаратами 3400 марок</p>	<p>Трикотажное полотно, гладкое, для начеса, плюш, ажур, прессовые рисунки, продольные полоски</p> <p>Производительность одной мальезы: гладкого (26 Ff)—1,4 кг, рисунчатого—1,0 кг</p> <p>Вес (1 дюж.): гладкого белья 5,33 кг, рисунчатого—3,5 кг</p>
<p>Плоская фанговая машина</p> <p>Класс: 4—22, длина полотна 8—120 см</p> <p>Стоимость (120 см с 6 нитевод., 8 класс жаккард) 5000 марок</p>	<p>Регулярные и кроечные изделия</p> <p>Производительность: ручная машина—12 свитеров шерстян. весом 0,33 кг</p>
<p>Плоская оборотная машина</p> <p>Класс: 8, 9, 10, длина до 130 см</p> <p>Стоимость (автомат с жаккардом) 5700 марок</p>	<p>Платки, палантины, рисунчатое полотно для одежды</p>
<p>Рашель-машина</p> <p>Класс: 18—32</p> <p>Стоимость: 18 кл.—1000, 24 кл.—2700 марок</p>	<p>Трикотин, платки, шарфы</p> <p>Производительность: 10—30 кг платков 100—220 шт. (вес платка 0,01—0,145 кг)</p>
<p>Циркулярная вязальная машина</p> <p>Разн. классы (ходовой № 10, диам. 19'')</p> <p>Стоимость 1500 долл.</p>	<p>Узорчатое полотно</p> <p>Производительность (из шерстяной пряжи): 40—50 м (14—16 кг)</p>

перчатки и пуховые товары; английского камвольного прядения №№ 24/2, 32/2, 36/2, 40/2—на платки, пальто, костюмы, жилеты; франц. прядения №№ 24/1, 36/1, 52/1, 24/2, 36/2—на чулки, трикотаж; №№ 32/2, 34/2,

влических прессах, сортируется, пакуется. Типичной чулочной фабрикой нужно считать установку из 1 000 круглых чулочно-вязальных автоматов, с выработкой 50% дамского чулка, 35% мужского носка, 8% детского чулка и 7% детского носка. В табл. 4 приведена классификация машин соответственно вырабатываемым изделиям.

Табл. 5.—Состояние трикотажной промышленности.

Статьи	С. Ш. А. (по данным 1919 г.)	Великобритания (по данным 1924 г.)	Франция (по данным 1922 г., без перчат. произв.)	Германия (по данным 1925 г.)	СССР (по данным 1925/26 года, без кустарей)
Число заведений . . .	2 050	—	—	66 857	70
Мощность в л.с. . . .	151 601	15 780	—	46 488	—
Число рабочих	172 572	88 720	75 000	225 029	14 798
Средняя мощность в л.с. . . .	73,9	—	—	0,9	—
Среднее число рабочих	84,2	—	—	3,8	211
Рабочих на 1 л.с.	1,1	5,6	—	4,7	—
Продукция по оптовым ценам в тыс. р. (по номиналу)	685 000	237 500	143 000	—	21 570
Прирост по сравнению с 1912—1914 гг. в %	136	201	153	—	—
Экспорт в тыс. р.	43 800	40 150	11 450	99 600	—
Внутреннее потребление на 1 человека:					
Чулочн. изд., пар.	8,5	6	—	—	0,2
Белье, шт.	3	2	—	—	0,02
Одежда, »	1,4	1	—	—	

36/2, 48/2—для плоских фанговых и оборотных машин; 25/1, 52/2—на оренбургские шарфы; кашмир 20/2—26/2, верблюжья 20/2, лама 20/2—на платки.

Для удешевления трикотажных изделий к шерстяной и даже хл.-бум. пряже стали в последнее время добавлять примесь искусственного шелка. В большом также употреблении фасонная пряжа, скручиваемая из шерстяной или хлопчатобумажной пряжи с искусственным шелком. Эта пряжа служит для различных узоров трикотажных тканей. Той же цели служит разноцветная пряжа, сработанная из разноокрашен. волокон или цветных толсов (меланж). На белье и чулки низких сортов идет вигоневая пряжа, а также пряжа с примесью 25% шерсти. Из натуральных шелков в вязании употребляются преимущественно gum, далее—крученый, отлогий шелк и пряжа из шелковых угаров и шелкового тряпья.

Намотка пряжи играет весьма важную роль в В.-т. п. Правильно намотанная пряжа, с определенным натяжением, дает надлежащую длину изделия. Мотку пряжи необходимо производить на специальных машинах, например на машинах Гроссера, Шлафгорста или Universal winding. В крупных предприятиях для достижения лучшей выработки и максимальной экономичности вязальные машины, например круглые чулочно-вязальные автоматы, нужно располагать по бригадной системе. Если мотка происходит на фабрике, то определенное количество веретен мотальной машины закрепляется за бригадой, и мотанная пряжа переходит на определенное число вязальных, откуда изделие идет в просмотр, штопку, красильню или отбелку. После этого товар поступает на центрифуги, отжимается до известного % влажности, формируется на деревянных формах, сушится в печах, прессуется в гидра-

лит.: Вилькомм В., Трикотажно-вязальное производство, перевод с немецк., М.—Л., 1928; Worm J., Die Wirkerei und Strickerei, Lpz., 1923; Aberle C., Wirkerei und Strickerei, Netzen und Filetstrickerei, Technologie der Textilfasern, hrsg. v. R. O. Herzog, B. 2, T. II, B., 1927; «Textile World», N. Y.; «Textile Recorders», Manchester; «The Trade Hosiery», L.

Н. Максимов.

Вязкость—внутреннее трение, проявляющееся при наличии относительного движения соседних слоев жидкости или газа и зависящее от сил сцепления между молекулами. Если через s обозначить площадь соприкосновения двух параллельных перемещающихся слоев, а через v —скорость перемещения слоя, то сила f взаимодействия между слоями выразится ф-лой: $f = \eta s \frac{dv}{dx}$; здесь $\frac{dv}{dx}$ есть градиент скорости в направлении, перпендикулярном плоскости s , а η есть В., или коэффициент внутреннего трения.

Единицы измерения. Из определения В. вытекает ее размерность:

$$[\eta] = \frac{[f]}{[s] \cdot \left[\frac{dv}{dx} \right]} = M^1 L^{-1} T^{-1} = \frac{g \text{ (масса)}}{\text{см} \cdot \text{сек.}} = \frac{\text{дина} \cdot \text{см.}}{\text{см}^2} = \frac{0,00102 \text{ г (вес)} \cdot \text{см.}}{\text{см}^2}$$

Эта абсолютная единица В. называется пуазом. Обычно применяют величину в 100 раз меньшую—центипуаз, что особенно удобно для измерительных целей, так как ему равна абсолютная вязкость воды при 20,5°. Для некоторых веществ (применяемых при калибровании) абсолютные В. при давлении 760 мм—таковы:

Название вещества	t°	Абсолютная вязкость (центипуазы)
Воздух	0	0,0172
Вода	0	1,792
»	20,5	1,000
Англиян	0	ок. 10,00
Касторовое масло	-20	ок. 100 000
»	+20	1 000

Из жидкостей при 15° одной из наименьших наблюдаемых V . обладает жидкая CO_2 (в критическ. состоянии в 50 раз меньше V . воды); весьма большою V . обладают касторовое масло и глицерин: при 2,8° V . последнего в 2500 раз больше V . воды при той же t° . Еще выше вязкость крепких растворов сахара в глицерине (в 100 000 раз больше вязкости воды) и V . расплавленного стекла.

Величина, обратная абсолютной вязкости, называется текучестью (нем. Fluidität) и обозначается через φ ; $\varphi = \frac{1}{\eta}$. Эрк предлагает абсолютную V . называть динамической, в отличие от т. н. кинематической. Последняя получается делением абсолютной V . тела на его уд. в. D и обозначается через ν или V_k , при чем $V_k = 100 \nu$ и выражается в кинематич. центипуазах. Ее размерность: $\frac{\text{см}^2}{\text{сек}}$. Т. о. $V_k = \frac{\eta}{D}$. Удельная вязкость представляет собой отношение V . измеряемой жидкости к V . воды при 0°:

$$z = \frac{\eta}{\eta_0} = \frac{\eta}{1,792}$$

Все эти единицы V . находят применение почти исключительно при научных исследованиях, и только удельной V . пользуются иногда в технике. На практике чаще всего применяют условные единицы: градусы Энглера, секунды Сейболта или Редвуда или градусы Барбье (см. *Вязкость масел*); последняя величина, собственно, служит выражением текучести.

Измерение V . производится в приборах, называемых вискозиметрами. Устройство их основано на следующих принципах: 1) качание помещенного в жидкость твердого тела, поварачивающегося на прикрепленной к его центру проволоке (способ Кулона); 2) падение твердого тела в вязкой жидкости (способ Джонса, основанный на формуле Стокса); 3) вращение тела в жидкости или вращение жидкости в сосуде (торсионный способ); 4) истечение вязкой жидкости из капиллярных трубок (способ Пуазейля). Последний способ основан на следующем законе Пуазейля: если под давлением p из капилляра длиной l и радиуса r за время t протечет объем жидкости v , то

$$\eta = \frac{\pi p r^4 t}{8 v l}$$

Для точных измерений употребляют обычно приборы Оствальда или Уббелоде. Применяемые капилляры должны быть строго цилиндричны, с возможно одинаковым diam. по всей длине. В вискозиметре Оствальда (фиг. 1, А)

измеряется время истечения точно измеренного (между метками c и d) объема жидкости под давлением собственного веса. Высота ее и, следовательно, давление постепенно меняются; это служит причиной некоторой неточности, так как для жидкостей

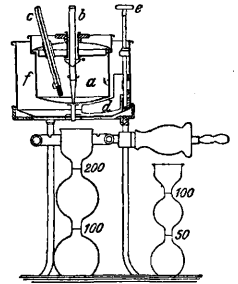
с разным удельным весом это изменение давлений будет различно. В вискозиметре Уббелоде (фиг. 1, Б) истечение производится посредством определенного давления воздуха; при этом, кроме измерительного шарика b , откуда вытекает жидкость, имеется совершенно одинаковый компенсирующий шарик b' , куда жидкость поступает по мере истечения ее из b . Т. о., если в начале давление было $P_{\text{возд.}} + P_{\text{жидк.}}$, то к концу оно будет $P_{\text{возд.}} - P_{\text{жидк.}}$, т. е. избыток давления p в начале опыта компенсируется недостатком давления, тоже p , в конце опыта, и давление истечения в среднем будет равно P . Технич. приборы основаны на измерении времени истечения определенного объема испытуемой жидкости в условиях строгого постоянства t° во время опыта. Все они определяют кинематич. V . в условных градусах и м. б. переведены в абсолютную кинематич. V . по общей ф-ле Фогеля, пригодной для всех вискозиметров, в к-рых истечение происходит под влиянием собствен. тяжести жидкости:

$$V_k = \tau a \left(1 - \frac{1}{\tau^2}\right),$$

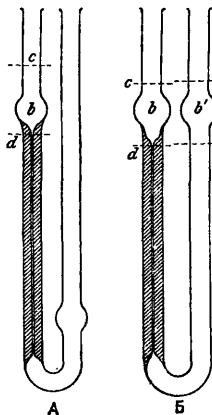
где a —константа аппарата, зависящ. от размеров капилляра, а τ —отношение времени истечения вязкой жидкости и воды при 20,5°.

Вискозиметр Энглера (фиг. 2) имеет следующее устройство. Измерительный сосуд a —цилиндрикоконическ. латунный резервуар с крышкой, в к-рую вставляется термометр f для исследуемой жидкости и штифт b , закрывающий трубку для истечения (с платиновой обкладкой). Внутри сосуда на стенках—три крючка для установления уровня наполнения сосуда; f —термостатич., также латунный, сосуд с мешалкой d ; e —ручка мешалки. Перед началом опыта сосуд a и особенно трубка для истечения тщательно промываются и высушиваются, f заполняется водой (или маслом—для измерения при 100° и выше), к-рая доводится до желательной тем-ры. Измерительный сосуд a , при закрытом штифтом отверстием, заполняется испытуемой жидкостью до крючков и накрывается крышкой. Когда t° жидкости дошла до необходимой высоты (в термостате t° д. б. на 0,5—3,0° выше, в зависимости от t° измерения), поднимают штифт b . Жидкость начинает вытекать в подставленную мерную колбу. Одновременно пускают секундомер и останавливают его, когда жидкость в колбе достигнет деления 200 см³.

Универсальный вискозиметр Редвуда (фиг. 3) состоит из измерительного посеребренного латунного сосуда A с отверстием для истечения B , закрываемым шариком палочки C ; D —четыре крыла и E —ручка мешалки, представляющей собою латунный сосуд, вращающийся вокруг измерительного вместе с термометром F ; G —водяная баня со спускным краном H и насадкой для подогрева I . Прибор устанавли-



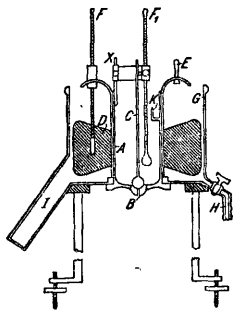
Фиг. 2.



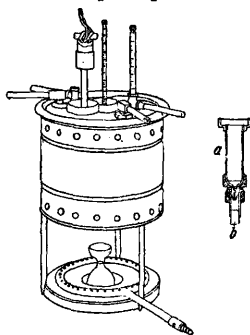
Фиг. 1.

вливается по ватерпасу посредством установочных винтов треножника. При закрытом отверстии *B* наливается масло, чтобы при t° опыта, показываемой термометром F_1 , оно достигло конца крючка *K*. Операции—те же, что и в приборе Энглера, при чем измеряется время истечения 50 см^3 жидкости.

Вискозиметр Сейболта (фиг. 4) состоит из бани, снабженной приборами для

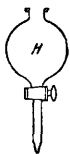


Фиг. 3.



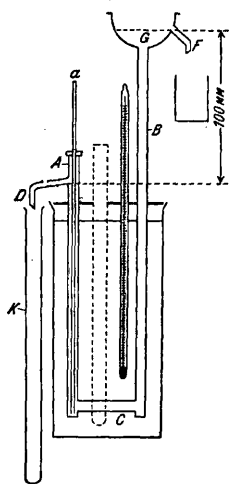
Фиг. 4.

нагрева (обычно электрической грелкой, газовой горелкой или паровым змеевиком). Измерительный сосуд укрепляется в крышке, к-рую для перемешивания можно поворачивать в бане посредством рычагов. Измерительный сосуд *a* представляет цилиндр; уровень жидкости в нем устанавливается автоматически, так как он снабжен закраинами, куда переливается избыток жидкости. Перед наполнением нижнее отверстие закрывается пробкой *b*. Тогда между пробкой и капилляром образуется воздушная пробка, мешающая вытеканию



жидкости, пока корковая пробка на месте. Определяется истечение 60 см^3 жидкости.

В вискозиметрах Энглера, Редвуда и Сейболта уровень жидкости во время измерения меняется. В *к* с о м е т р е Барбье (фиг. 5) истечение происходит при постоянном давлении. Он представляет собою трубку *B* (8 мм диаметром), соединенную посредством трубки *C* с трубкой *A* (5 мм диаметром). Внутри *A* концентрически вставлена стальная палочка *a* (точно 4 мм диаметром). Истечение через



Фиг. 5.

трубочку *D* в градуированную бюретку *K* происходит под давлением столба жидкости в 100 мм (разность уровней между нижними точками начала трубок *D* и *F* у воронки *G*, куда жидкость постепенно поступает из воронки-резервуара *H*).

Данные о порядке измерений при помощи этих приборов помещены в прилагаемой таблице. Перевод из одних единиц в другие см. *Справочник физ., хим. и технолог. величин Т. Э., т. 1, стр. 35.*

Кроме описанных выше, за последнее время в технику начали проникать вискозиметры, основанные на других принципах. Все технич. вискозиметры применяются преимущественно при исследовании масел, нефтепродуктов, а также коллоидов.

Влияние темп-ры на *В.* очень велико. *В.* жидкостей сильно падает с t° и тем быстрее, чем выше величина *В.* Известна лишь одна аномалия: *В.* воды между 4 и 5° немного возрастает. Общей формулы зависимости *В.* от t° не существует. В простейшем случае *В.* падает обратно пропорционально темп-ре:

$$\eta = \frac{a}{T}, \text{ т. е. текучесть растет пропорциональ-}$$

но темп-ре: $\varphi = a'T$, что и было показано Бачинским для ртути; обычно, однако, зависимость сложнее; хорошо применима, особенно к нормальным неассоциированным жидкостям, такая формула Бачинского: $\eta = \frac{A}{T^3}$.

Для неассоциированных жидкостей общию зависимостью вязкости от t° является ф-ла Бачинского (1913 г.):

$$\eta = \frac{c}{V - \omega} \text{ или } \varphi = k(V - \omega),$$

где V —молекулярный объем при данной t° , c , ω —константы, особые для каждой жидкости, при чем ω соответствует константе b в формуле Ван-дер-Ваальса (см. *Газ*), т. е. связана с размещением свободного пространства между молекулами ($V - \omega$); V меняется с t° , в зависимости от чего меняется и η . Денн (1927 г.) предложил формулу, хорошо согласующуюся с данными для многих веществ различных классов, но еще не подверг-

нутую широкой проверке: $\varphi = A e^{-\frac{Q}{T}}$, где A и Q —константы. Денн выводит ф-лу из основных положений учения о диффузии. Примером влияния t° на *В.* может служить касторовое масло (в пуазах):

темп-ра	0°	20°	40°	60°	80°	100°
вязкость	72	10	2,27	0,80	0,35	0,17

Влияние давления на *В.* значительно меньше, что объясняется меньшим влиянием его на изменение свободного пространства между молекулами. *В.* несколько возрастает с повышением давления, притом тем быстрее, чем сложнее молекула. Исключением является вода, у к-рой при t° ниже 25° с повышением давления *В.* слегка падает. П р и м е р. Изменения вязкости касторового масла от давления:

давление (кг/см ²)	0	23,9	227,5	550,5	864,5	1164
кинем. вязкость (в пуазах)	1,94	1,97	2,63	4,37	6,82	9,50

В. растворов и смесей. *В.* водных растворов бывает иногда выше, иногда ниже *В.* воды, напр. *В.* растворов галлоидных и азотнокислых солей калия и аммония при низких температурах меньше, при высоких—больше *В.* чистой воды.

В случае однородных смесей двух нормальных жидкостей текучесть $\varphi = \frac{1}{\eta}$ обладает аддитивностью, как показал Бачинский,

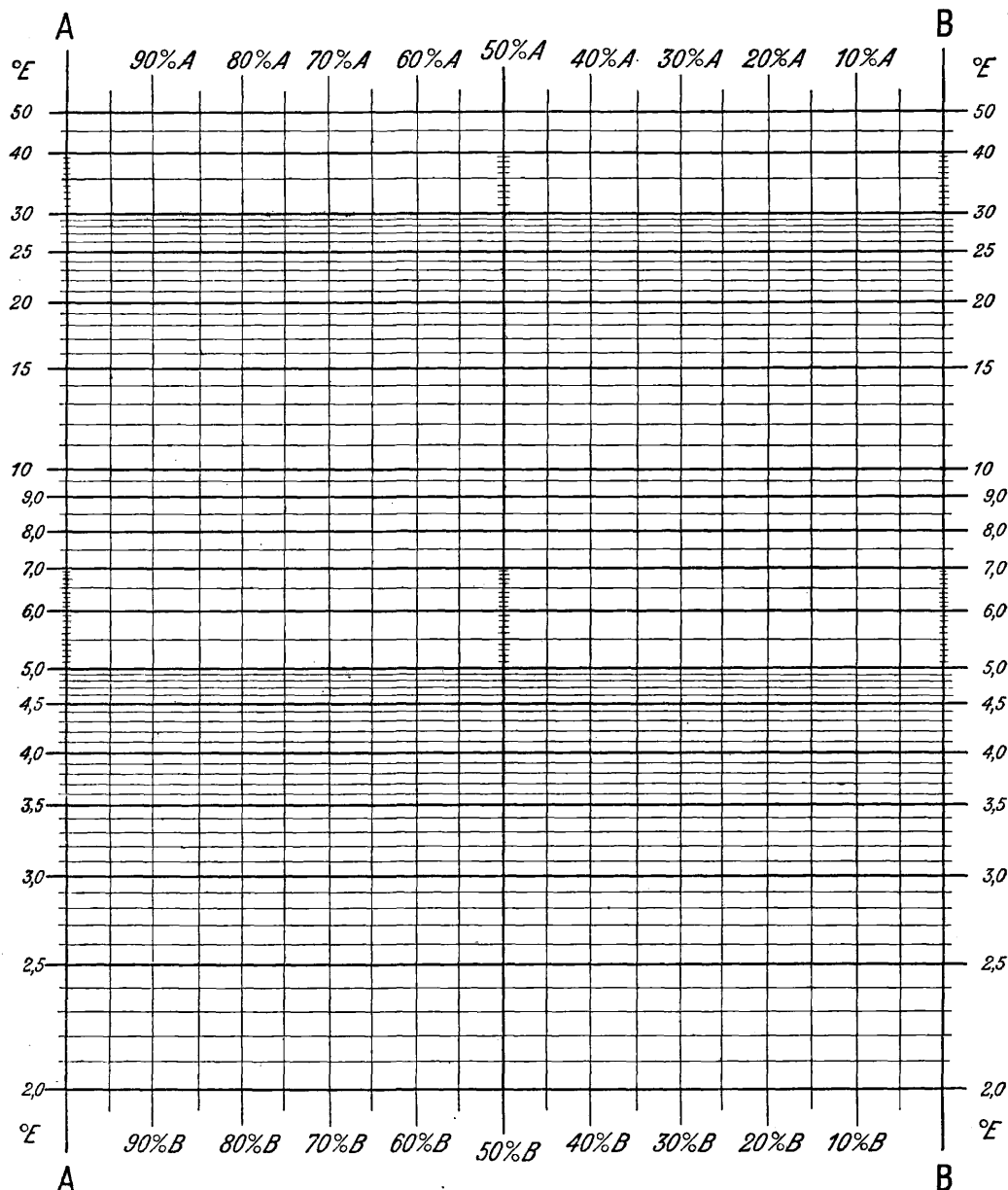
Сравнительная таблица основных данных об условных единицах вязкости, определяемых вискозиметрами различных систем.*

Наименование условной единицы	Условные обозначения	Страны, в к-рых приняты эти обозначения	Объем испытуемой жидкости в см ³	Выражение для условной единицы (T — время истеч. испыт. жидкости в сек. T _B — для воды. T _P — для рапсового масла).	Константа прибора	Формула перевода условной единицы в абсолютную вязкость (CGS)
Градусы Энглера	°E	Германия СССР Скандинавские страны	200	$\frac{T \text{ при } t^\circ}{T_B \text{ при } 20^\circ}$	T _B = 50—53 сек.	$\eta = \left(0,0731E - \frac{0,0651}{E}\right)d$
Секунды Энглера	"E	То же	200	T при t°	T _B = 51 сек.	$\eta = \left(0,001435T - \frac{3,22}{T}\right)d$ (при водном числе=51 сек.)
Секунды Сейболт-Универсаль	"S	С. Ш. А.	60	T при t°Ф	—	$\eta = \left(0,00220T - \frac{1,80}{T}\right)d$
Секунды Сейболт-Фурол	"SF	С. Ш. А.	60	T при t°Ф	—	$\eta = \left(0,0220T - \frac{2,03}{T}\right)d$
Секунды Редвуд-Торгового	"R	Великобритания	50	$\frac{100}{T \text{ при } t^\circ\Phi} \cdot \frac{d}{0,915}$ d — плотн. испыт. жидк. при t°Ф; 0,915 — плотн. рапсов. масла при 60°Ф.	T _P = 535 сек.	$\eta = \left(0,00260T - \frac{1,72}{T}\right)d$
Секунды Редвуд-Адмиралтейского	"RA	С. Ш. А.	50	T при 32°Ф	—	$\eta = \left(0,0239T - \frac{0,403}{T}\right)d$
Градусы Варбье	°B	Франция	Число см ³ , вытекших в 1 ч.	Число см ³ в 1 ч.	—	$\eta = \frac{48,5}{B}d$

* См. Лит. [12].

исходя из своего закона и основываясь главн. обр. на экспериментальном материале Торпе и Роджерса. Из ф-лы Бачинского: $\varphi = k(V - \omega)$ видно, что собственно не V , а обратная величина — текучесть — аддитивна для жидкой смеси, если концентрацию выразить не в весовых, а в объемных %; если же сжатие при смешении не велико, она сводится лишь

константы c , являющейся мерой межмолекулярных сил, с концентрацией смеси может служить для отыскания образующихся в смеси химических соединений компонентов. Связь между V и химич. строением жидкости была гл. обр. изучена Торпе и Роджерсом (1894 г.) на большом экспериментальном материале. Оказалось, что текучесть φ или



Фиг. 6.

к изменению объема ω , «занятого молекулами». При этом, если для смеси написать зависимость от T (через V), то в ней ω будет аддитивно слагаться из значения ω для чистых компонентов смеси, константа же k ($= \frac{1}{c}$) связана с концентрацией значительно более сложной зависимостью. Изменение

выражение $\frac{\eta_M}{D}$, т. е. молекулярная кинематическая V . (M —мол. в.), м. б. аддитивно вычислены из постоянных значений для отдельных групп атомов и других элементов структуры, напр. двойных связей, входящих в молекулу; так, при введении в молекулу одной группы CH_2 , т. е. при переходе

в гомологическом ряду от одного члена к последующему, $\frac{\eta M}{D}$ возрастает на 0,08 абс. ед. В противоположность неассоциированным жидкостям (углеводороды, галлоидпроизводные и др.), у жидкостей ассоциированных текучесть ϕ и $\frac{\eta M}{D}$ не складываются аддитивно из значений для компонентов молекулы. Уклонения от аддитивности могут служить для вычисления факторов ассоциации (см.). Вальден показал, что произведение из предельной эквивалентной электропроводности μ_{∞} данного электролита (при бесконечном разведении) на V растворителя η_{∞} есть постоянная, не зависящая от природы растворителя: $\eta_{\infty} \cdot \mu_{\infty} = \text{Const}$. Величина Const не зависит также и от температуры, как было показано Вальденом и Сахановым. При расчетах степени диссоциации α электролита по данным электропроводности надо вводить поправку на вязкость:

$$\alpha = \frac{\mu}{\mu_{\infty}} \cdot \frac{\eta}{\eta_{\infty}};$$

здесь η и μ относятся к данному раствору, а η_{∞} и μ_{∞} — к бесконечному разведению. В. коллоидов, напр. эмульсий, зависит не только от природы среды и дисперсной фазы, но и от эмульгатора. С повышением содержания дисперсной фазы В. обычно повышается тем сильнее, чем больше степень дисперсности. Вязкость эмульсий обычно вычисляется по ф-ле Эйнштейна:

$$\eta = \eta_0(1 + 2,5V),$$

где η — вязкость эмульсии, η_0 — В. дисперсионной среды и V — объем глобул в единице объема эмульсии.

Применение В. В теории — для изучения молекулярного строения жидкостей, их ассоциации, строения коллоидов; в практич. областях — как один из физич. методов анализа в чистой и прикладной химии, при решении гидродинамическ. вопросов вообще, в частности — турбулентного движения, скорости распределения потоков, падения давления в гладких и шероховатых трубах, при расчете трубопроводов и особенно нефтепроводов. Большое значение В. имеет в области теплопередачи, так как она в сильной степени зависит от движения струй, которые, в свою очередь, связаны с В. Наконец, в области учения о смазке (см.) и при оценке нефтепродуктов часто пользуются определениями вязкости.

Для быстрого нахождения В. смесей двух минеральных масел любой вязкости от 2 до 50 °Е весьма удобна вискограмма Молина (фиг. 6), на которой A обозначает вязкость в °Е одного из смешиваемых масел, а объемный % его в смеси указан в верхней части вискограммы; B — вязкость другого смешиваемого масла, и объемный % его в смеси указан в нижней части вискограммы. Вискограмма применима при любой температуре, но одинаковой как для смешиваемых масел, так и для их смеси. Ею пользуются сл. обр.

1. Нахождение В. вязкости смеси масел, когда даны их вязкости и % содержания в смеси. Пример. Масло A с вязкостью 35 °Е — 30%; масло B с вязкостью в 6,5 °Е — 70%. Натягивают нитку

между точками, отвечающими «35» по левой вертикальной линии и «6,5» — по правой. Пересечение нитки с вертикальной линией «30% A » (или «70% B ») происходит на горизонтале «10,1». Искомая вязкость смеси равна 10,1 °Е.

2. Нахождение соотношения смешиваемых масел по заданным вязкостям компонентов и их смеси. Пример. Из масел с вязкостью 25 °Е и 5 °Е составят смесь с вязкостью 6,6 °Е. Нитку протягивают между точками «25» на вертикали A и «5,0» на вертикали B . Точка ее пересечения с горизонталью «6,6» отвечает «20% A ». Для приготовления смеси надо взять 20% масла A .

3. Нахождение вязкости одного из масел по заданным вязкостям смеси, другого масла и содержанию последнего в смеси. Пример. Составить смесь с вязкостью 5 °Е из масла с вязкостью 3,0 °Е, при содержании его в смеси — 60%. Нитку протягивают от точки «3,0» вертикали A так, чтобы она пересекла вертикаль «60% A » в месте ее пересечения с горизонталью «5,0». Вертикаль B нитка пересекает в точке «16». Другой компонент (40%) должен иметь вязкость 16 °Е. Нитку надо натягивать тщательно. Вместо нитки можно употреблять правильную линейку. При соблюдении этих условий и тщательности установки и отсчета точек расхождение с таблицами Молина-Гурвича не превышает 1% от определяемой величины.

Лит.: 1) Осборн У. Ф., Смазка силовых установок, пер. с англ., М.—Л., 1928; 2) Блох Л. С. и Добрянский А. Ф. Вязкость нефтяных продуктов, М.—Л., 1927; Хвольсон О. Д., Курс физики, т. 1, Берлин, 1923; Erk S., Zähigkeitsmessungen an Flüssigkeiten und Untersuchungen v. Viscosimetern, Berlin, 1927; K i e s s a l t E., Untersuchungen über d. Einfluss d. Druckes auf die Zähigkeit v. Ölen u. seine Bedeutung f. die Schmiertechnik, B., 1927; L i e s e g a n g R. E., Kolloidchemische Technologie, Dresden, 1926—27. **Б. ТЫЧИНН.**

ВЯЗКОСТЬ МАСЕЛ, внутреннее трение, является основным свойством для смазочных масел. Смазочные масла нормируются по своей вязкости, и по величине вязкости выбирают их для смазки той или другой части машины, но, конечно, одна вязкость не дает еще полной характеристики смазочного масла и не решает всего сложного вопроса о смазочной способности его. Вязкость связана с внутренними, молекулярн. свойствами жидкости (см. Вязкость). В. м. изменяется с температурой и эта изменчивость настолько характерна для данной жидкости, что температурные кривые изменчивости внутреннего трения с изменением темп-ры для смазочных масел принято называть характеристическими. Обычно вязкость смазочных масел уменьшается с нагреванием и значительно повышается с понижением t ; при понижении t сильно повышается вязкость минеральных масел, в особенности при содержании в них парафина; растит. масла имеют более медленную изменчивость вязкости с изменением t . Наиболее надежными смазочными маслами являются масла с более пологой t -ной кривой вязкости. Следует отметить, что характеристич. кривая для смазочных масел имеет вообще вид гиперболы; если же

построить логарифмическую анаморфозу, то получается или прямая или близкая к прямой кривая. Отношение $\frac{\Delta\eta}{\Delta t}$ или $\frac{\lg \eta}{\lg t}$ может дать характеристику изменяемости вязкости с темп-рой и служить для сравнения и для выбора масел. В. м., как и их плотности, изменяется с повышением давления, а именно повышается, сначала медленно, а при давлении, большем 200—300 кг/см², это повышение вязкости растет все сильнее и сильнее, в особенности для минеральных масел; для растительных—оно происходит значительно медленнее. Вязкость жидкостей называется вообще возрастающей с возрастанием их удельного веса. Проф. Е. Пистолькорс в своих работах подметил интересную зависимость, справедливую именно для нефтяных продуктов, начиная от бензина и до тяжелого мазута, имеющего вязкость в 10 000 раз большую:

$$\lg 1000\eta = \frac{0,211}{0,968 - D};$$

напр. для бензина с $D=0,709$ при 20° ф-ла дает $\eta=0,0065$, а опыт дал $\eta=0,0056$; для тяжелого мазута с $D=0,924$ при 20° ф-ла дает $\eta=63,0$, а опыт дал $\eta=63,4$.

Как эталонная жидкость для сравнения вязкостей обыкновенно берется вода, для смазочных масел (именно для машинных масел)—сурепное масло, для моторных масел (для двигателей внутреннего сгорания)—касторовое масло, так как растительные масла обладают более постоянными и определенными свойствами.

О методах измерения вязкости см. *Вязкость*. Наиболее употребителен метод Пуазейля; метод Стокса пригоден для очень вязких жидкостей, а также для быстрых приближен. испытаний вязкости обыкновенных смазочных масел; способы Кулона и торсионный пригодны для изучения вязкости эмульсий и неоднородных жидкостей.

Условные технические величины вязкости смазочных масел. Число градусов вязкости по Энглеру ($^{\circ}E$) представляет отношение времени истечения 200 см³ масла при температуре t ко времени истечения 200 см³ воды при 20°, при испытании истечения в вискозиметре Энглера, имеющем нормированные размеры. Для смазочных масел обычно принято определять вязкость при t° : 20, 50 и 100°. Для машинных смазочных масел обычно определяется вязкость при 50°, а для цилиндрических при 100°; температура 20° берется только для очень легких масел, а в специальных случаях берут и иные t° , близкие к предельной рабочей t° , напр. для турбинных масел в 70 или 80°. В Германии и СССР принят вискозиметр Энглера с нормированными размерами. Проверка его показаний производится по времени истечения 200 см³ воды при 20°. Обычно его водяное число близко к 50—53 ск., и точная величина его дается в свидетельстве для каждого вискозиметра. В виду длительности испытания истечения для вязких масел или же для обыкновенных смазоч. масел при пониженных t° возможно производить опыты, измеряя время истечения не всего установленного объема (200 см³), а части его, именно 100 или 50 см³. Это впер-

вые ввел проф. Гольде, к-рый дал величину переводного множителя, равного 5 при истечении 50 см³ масла, при приведении показаний вязкости к истечению нормальных 200 см³. Л. Блох и А. Добрянский обстоятельно проверили этот ускоренный метод и дали формулу для пересчета на время истечения 200 см³, т. е. для вычисления градусов вязкости Энглера из времени T ск. истечения объема Q см³:

$$E = \frac{T}{3W} \left(\frac{800}{Q} - 1 \right),$$

где E означает вязкость в градусах Энглера, Q см³—вытекший объем масла за время T ск., а W —водяное число вискозиметра в ск. Эта формула при $Q=200$ см³, действительно, дает $E = \frac{T}{W}$. Предпочтительнее производить взвешивание количества вытекшего масла (в случае появления пены невозможно точно отсчитать вытекший объем), и тогда ф-ла для пересчета вязкости в градусы Энглера примет следующий вид:

$$E = \frac{T}{3W} \left(\frac{800d}{P} - 1 \right),$$

где P —вес вытекшего масла (в г) за время T (в ск.), d —плотность масла, а W —водяное число вискозиметра. Упомянутые авторы дали номограммы для ускорения и упрощения означенного пересчета.

Вискозиметр Уббеллоде для жидкостей с малой вязкостью рекомендуется при определении числа градусов вязкости легких жидкостей, например керосина, и при определении вязкости смазочных масел при высоких t° : 100, 200, 300° и выше, напр. для моторных масел, т. е. для цилиндров двигателей внутреннего сгорания. Следует отметить, что все технич. приборы для измерения вязкости дают лишь «свои числа» вязкости, т. к. в них условия истечения отступают от закона Пуазейля, например в вискозиметре Энглера: слишком коротка и широка трубка истечения, давление истечения—переменное и зависит от плотности жидкости, t° не точно удерживается и определяется не точно, не учитывается потеря кинетич. энергии, уносимой струей, и т. д. Эти неточности особенно сильно отзываются на числах вязкости для легких масел, а также при высоких t° , когда течение явно турбулентное (вихревое), а не ламинарное (последнее). Ф-лы для приближенного перевода градусов вязкости Энглера в абсолютную вязкость, как и переводные таблицы для прямого и обратного перевода, разработаны разными авторами; так, из ф-л Уббеллоде получается:

$$\eta = \left(0,0731 E - \frac{0,0631}{E} \right) d,$$

где E —вязкость в градусах Энглера, d —плотность в г/см³.

Числа вязкости для смазочных масел и вискозиметры в других промышленных странах применяются иные: в Америке—секунды и соответственно вискозиметры Сейболт-Универсал и Сейболт-Фурос (см. *Справочник физ., хим. и технолог. величин, т. 1*, стр. 36); в Англии—секунды, соответственно Редвуд-Торговой и Редвуд-Адмиралтейский; во Франции—градусы и вискозиметр Барбье. Для грубых пересчетов можно принять, что

$5^\circ E = 166''$ Сейболт - Универсаль = $140''$ Редвуд - Торговый = $15,8''$ Редвуд - Адмиралтейский = $20,6''$ Сейболт - Фузол = 137° Барбье. Таблицы вязкости смазочных масел (в градах Энглера), согласно техническим нормам нефтепродуктов Нефтесиндиката для изготавливаемых в настоящее время в СССР смазочных масел, приводятся здесь целиком, как имеющие большой практический интерес и значение.

Табл. 1.—Вязкость машинных масел.

Название масел	Пределы вязкостей при 50°
Веретенные масла:	
Велосит Л	1,3—1,4
» Т	1,5—1,7
Веретенное 2	2,0—2,2
» 3	2,8—3,2
Машинные масла:	
Машинное Л	4,0—4,5
» 2	5,5—6,5
» Т	7,0—8,2
Сепараторное Л	1,5—1,8
» Т	2,2—2,5
Швейное	1,5—1,8
Вольта Л	3,0—3,3
» Т	4,0—4,3
Турбинное Л	2,9—3,2
» М	4,0—4,5
» Т	6,0—6,5
Фуга	13
Судовое Л	8,0—8,5
» Т	9,5—10,5

Табл. 2.—Вязкость масел для двигателей внутреннего сгорания.

Название масел	Пределы вязкостей
Моторные масла:	
Моторное Л	3,3—3,8 (при 50°)
» М	6,0—6,5 »
» Т	8,2—8,7 »
Автом Л	6,0—6,5 »
» М	1,8—2,2 (при 100°)
» Т	2,4—2,7 »
Компрессорные:	
Компрессорное Л	6,0—6,5 (при 50°)
» М	1,7—2,0 (при 100°)
» Т	2,2—2,5 »
Фригус	2,0—2,3 (при 50°)
Цилиндровые масла для паровых машин:	
а) при насыщенном паре:	
Вискозин 2	1,8—2,2 (при 100°)
» 3	3,0—4,0 »
» 5	5,0—6,0 »
Варор	2,8—3,2 »
Нигрол	5,0—7,0 »
б) при перегретом паре:	
Варор до t° перегрева 250°	3,5—4,0
Варор М при перегреве до 310°	4,5—5,7
Варор Т при перегреве выше 310°	5,5—6,7
Варор-Экстра	6,0—7,0
Вискозин Т при перегреве до 300°	7,0—8,0
Вискозин 10 при перегреве до 310°	9,5

Лит.: см. Вязкость, а также Справочник физ., хим. и технолог. величин Т. Э., т. I, стр. 34. А. Зайцев.

ВЯЗКОСТЬ МЕТАЛЛОВ (и металлич. сплавов) характеризует внутреннее трение между частицами металлов и металлич. сплавов в жидком состоянии и пластические их свойства в твердом состоянии. Кроме того, пластич. свойства металлов отчасти характеризуются относительным удлинением и поперечным сжатием, определяемыми при испытании на растяжение (см. Деформация). При обыкновенной t° В. м. может характеризоваться двумя величинами: 1) скоростью установившегося истечения металла в единицу времени при постоянном давлении и прочих равных условиях (Треска); 2) величиною давления, соответствующей установившемуся истечению, при постоянной скорости деформации (истечения). Н. С. Курнаковым и С. Ф. Жемчужным получены (1913 г.) следующие величины для давления истечения (при постоянной скорости истечения твердой струи в $0,00037$ см/сек разных металлов в $кг/мм^2$ поверхности поршня при температуре $15-20^\circ$, диаметре поршня в давящем приборе $D=8,66$ мм и диаметре выпускного отверстия $d=2,86$ мм): калий $0,22$, натрий $0,28$, литий $1,7$, таллий $5,8$, свинец $8,8$, олово $10,5$, висмут $21,0$, кадмий 31 , цинк 75 . Величина давления истечения колеблется в широких пределах в зависимости от размеров D и d , а также от способа кристаллизации и предварительной термической и механической обработки вещества. Этими же учеными для разных металлов установлено соотношение между давлением истечения и твердостью по Бринелю: оно колеблется между $2,05$ и $2,57$ и лишь для свинца может доходить до $3,2$. Определением вязкости металлов при высоких t° впервые занялся Шевнар (Chevenard, 1919 г.). Он предложил характеризовать В. м. скоростью удлинения в единицу времени: $v = \frac{1}{l_0} \frac{dl}{dt}$, где l_0 и l — первоначальная и конечная длина, t — температура, v — скорость удлинения. За предел В. м. при этом принимается та предельная нагрузка в $кг/мм^2$, при которой еще не получается удлинения по причине одной только В. м. (не считая удлинения под влиянием t° и быстрого удлинения в момент приложения усилия). Для определения В. м. при высоких темп-рах предложено два типа приборов (вискозиметров): Курно-Сазагава и Обергоффера-Виммера; оба прибора предложены в 1925 году; испытание в них производится в струе азота. В приборе Курно-Сазагава определен груз, покоящийся на водяной подушке (противодавлением воды компенсируются увеличения усилия на единицу площади поперечного сечения испытываемой проволоки вследствие уменьшения сечения проволоки при ее растяжении), растягивает испытываемую проволоку при разных t° , при чем определяется предел В. м. проволоки при каждой данной t° . Упомянутые авторы и Мацедо Саарес Сильва получили сведенные в табл. 1 значения для предела В. м., выраженные в $кг/мм^2$ (работы 1925 и 1928 гг.). Курно и Мацедо Саарес Сильва в 1928 году подвергли испытанию проволоки из алюминия, дуралюминия и альпаки со следующими результатами (см. табл. 2).

Прибор Обергоффера-Виммера служит для определения $V. м.$ в жидком состоянии.

Табл. 1.—Пределы вязкости металлов при высоких температурах в кг/мм².

Материал	350°	400°	450°	500°	550°	600°	700°	800°	850°
Мягк. сталь*	31	20	—	8	—	4	—	—	—
Сталь средн. тверд.*	33	21	—	9	—	4	1	—	—
Выстореж. сталь*	—	—	49	30	—	14	7	2	—
Хромо-ник. сплавы*	—	—	—	—	42	32	17	7	3
Кремн.-хром. сталь*	—	—	—	60	45	30	8	1	—
Нивель**	—	—	—	16,7	—	9,3	3,4	—	—

* Данные 1925 г. (Курно и Сазагава).

** Данные 1928 г. (Курно и Мацедо Саарес Сильва).

Главная часть прибора—маятник (из огнеупорного материала, длиной в 50 мм и диаметром в 10 мм), опущенный на 20 мм в жидкий металл или сплав, приводится в колебательное движение; по убыванию его

Табл. 2.—Пределы вязкости алюминия, дуралюминия и альпаки при нормальной и высоких t° в кг/мм².

Материал	Диам. сечения в мм	15°	100°	200°	300°	350°
Алюминий (провол.)	1	5,6	2,7	0,7	—	—
»	2	6,1	3,2	1,2	—	—
Дуралюм. (провол.)	1	—	16,7	9,3	2,8	0,9
»	2	—	—	10,5	3,8	1,8
Альпака (провол.)	1	10	4,9	2,9	—	—

колебаний судят о $V. м.$ при t° испытания. Измерение отклонений маятника производится посредством зеркальца, подвешенного, как и маятник, на тонких платиновых проволоках. Подсчет абсолютного значения $V. м.$ производится по ф-ле: $\lambda - \lambda_0 = c_1 \delta \eta + c_2 \eta + c_3 \delta \eta$, где λ_0 и λ —логарифм. декременты колебательного движения в воздухе и испытуемом жидком металле или сплаве, δ —уд. в. испытуемого жидкого металла или сплава, η —вязкость, c_1, c_2, c_3 —константы прибора, определяемые путем производства «холодных» опытов с жидкостью, обладающей известной вязкостью. Обергоффер и Виммер установили влияние разных элементов на вязкость железо-углеродных сплавов, влияние t° на вязкость чистых железо-углеродных сплавов и исследовали вязкость ряда применяемых на практике бессемеровских и томасовских чугунов; им удалось установить, что фосфор увеличивает вязкость чугуна, но снижает критическ. точки начала образования твердых растворов; одновременное возрастание содержания серы и марганца увеличивает вязкость сплавов; кремний, повидимому, повышает вязкость и t° начала затвердевания сплавов. Далее этими авторами вычислены, по экспериментальным данным, изменения логарифмического декремента с возрастанием содержания разных примесей для чугунов, при содержании углерода в 2,8% (логарифмический декремент 0,0135):

0,1% углерода	изменяет логар. декремент на	+1,5 %
0,1% фосфора	»	» -1,0 %
0,1% кремния	»	» +0,75 %
0,1% марганца	»	» +0,4 %
0,1% серы	»	» +3,0 %

Лит.: Курнаков Н. С. и Жемчужный С. Ф., Давление истечения и твердость пластич. тел, «Изв. Сиб. Политехнического ин-та», Сиб, 1913, отдел техники, т. 19, вып. 2; Cournot J. et Sasagawa K., Contribution à l'étude de la viscosité des alliages à température élevée, «RM», 1925, т. 22, p. 753—763; Oberhoffer P. u. Wimmer A., Einfluss d. Temperatur und chemischen Zusammensetzung auf die Viskosität des Eisens, «Stahl und Eisen», 1925, p. 969—979.

Л. Дугач.

ВЯЗКОСТЬ СТЕКЛА, внутреннее трение стекла. Стекло при обыкновенной тем-ре по теории Г. А. Таммана представляет собою жидкость, молекулы которой, благодаря огромному внутреннему трению, являются практически неподвижными для коротких промежутков времени. Подогревание стекла до 400—500° вызывает увеличение подвижности молекул, и стекло делается пластическим телом, при воздействии на него силы тяжести медленно принимающим форму сосуда, в котором стекло находится, и изменяющим форму, если оно находится в виде бруска. Дальнейшее подогревание стекла до 900° делает его сиропообразным, но еще весьма вязким, а при t° около 1500° и выше стекло превращается в жидкость с довольно большой подвижностью частиц. Т. о. внутреннее трение стекла η , или вязкость его, изменяется в интервале от 500 до 1500° в очень широких пределах, в миллиарды раз. Исследования, произведенные в лаборатории Г. А. Таммана, показали, что $V. с. \eta$ зависит от удельного объема и что при равных удельных объемах $V. с.$ постоянна.

Для практики особенное значение получает изменение $V. с. s t^{\circ}$, т. к. для технич. обработки его важно, чтобы с изменениями $t^{\circ} V. с.$ изменялась по возможности меньше. Исследования А. Ле-Шателье показали, что $V. с.$ может быть представлена, как функция t° , следующей эмпирической формулой:

$$\lg \lg \eta = A - Bt \quad (1)$$

или с изменением, введенным работами П. Лазарева,

$$\lg \lg \frac{\eta}{\eta_0} = A - Bt, \quad (2)$$

где A, B и η_0 —постоянные. Для хороших стекол, с которыми удобно производить различные манипуляции, выгодно, чтобы B было по возможности невелико.

Как показано А. Ле-Шателье и затем П. Лазаревым, формулы (1) и, в особенности, (2) превосходно подтверждаются на опыте, и отступления не превосходят ошибок наблюдений. Ниже приведены данные, полученные Стоттом (Stott) для стекла, и вычисленные по формуле Ле-Шателье значения:

t°	526°	575°	625°	675°	746°	900°	1120°	1312°	1390°
$\lg \eta$ (набл.)	11,54	10,16	8,65	7,51	6,23	4,29	2,85	1,98	1,80
$\lg \eta$ (вычисл.)	11,52	10,06	8,77	7,69	6,37	4,37	2,75	2,01	1,81

Исследования П. Лазарева и его сотрудников показали, что не только стеклу, но и всякие вязкие жидкости (растворы желатина в воде, растворы сахара в глицерине, патока и т. д.) показывают при изменении t° зависимость, выражаемую формулой Ле-Шателье. Теоретическая формула Филлипса,

найденная ранее эмпирически А. И. Бачинским, в известн. интервале t° совпадает с данными опыта и с ф-лой Ле-Шателье, однако при более высоких t° наступает расхождение опытных данных и ф-лы. Пока лишь одна ф-ла Ле-Шателье охватывает все изменения B . с. при различн. t° и является единствен. ф-лой, которой можно пользоваться на практике.

Если в стекле происходят от повышения t° внутренние молекулярные перегруппировки и химич. реакции и если при определенной темп-ре t_0 стекло приобретает иную аллотропическую модификацию, то получают следующие соотношения:

$$\begin{array}{l} \text{ниже температуры } t_0 \quad \lg \lg \eta = A - Bt; \\ \text{выше} \quad t_0 \quad \lg \lg \eta = A_1 - B_1 t; \\ \text{при } t = t_0 \quad A - Bt_0 = A_1 - B_1 t_0. \end{array}$$

Эти соотношения также указаны Ле-Шателье. Как при темп-рах ниже t_0 , так и выше t_0 между температурой и $\lg \lg \eta$ существует прямолинейная зависимость, и точка пересечения прямых даст температуру t_0 .

Как на пример зависимости A и B от состава и в то же время как на пример аллотропии, укажем на изменение B . с., по наблюдениям Ле-Шателье, в отношении стекла, имеющего состав 3 SiO_2 , $x \text{ CaO}$, $(1-x) \text{ Na}_2\text{O}$, где x —число, лежащее между 0 и 1. Как показал Ле-Шателье, это стекло, в зависимости от t° , дает две аллотропические модификации α и β ; значения A и B для той и другой выражаются такими числами:

$$\begin{array}{l} \text{Модификация } \alpha \quad \begin{cases} A = 1,78 - 0,1x \\ B = 0,00135 - 0,0005x \end{cases} \\ \text{Модификация } \beta \quad \begin{cases} A = 1,35 - 0,15x \\ B = 0,00085 - 0,0004x \end{cases} \end{array}$$

Это обстоятельство важно для промышленности, т. к. позволяет заранее предвидеть, в каком направлении нужно изменить состав стекла, чтобы получить желаемую B . с.

В настоящее время имеется целый ряд методов определения B . с. Особенно удобными являются два, к-рые получили широкое распространение и в наших русских лабораториях (Ин-т силикатов и Ин-т физики и биофизики). Первый из этих методов состоит в определении скорости v движения шарика определенных размеров в вязкой среде, при чем, при установившихся равномерных движениях в безграничной среде, вязкость η , в зависимости от радиуса шара r , его уд. в. A , уд. в. жидкости δ и ускорения силы тяжести g , выражается формулой:

$$\eta = \frac{2}{9} g \cdot \frac{r^2(A-\delta)}{v}$$

Если наблюдается движение шарика в цилиндр. сосуде конечных размеров, то требуется, как показал Ладенбург, поправка, пользуясь которой мы можем получить точное значение внутреннего трения жидкости. Для определения B . с. его помещают в неглазурованный фарфоровый цилиндр, диаметром 3 см и высотой около 10—15 см, и в электрич. печи производят расплавление стекла, поддерживая постоянную темп-ру. Платиновый шарик падает внутри расплавленного стекла по оси цилиндра. Определяя при помощи рентгеновских лучей фотографически или визуально положение шарика в разные моменты внутри цилиндра, можно найти скорость падения шарика и отсюда определить B . с. Второй метод состоит в том, что в платиновый тигель помещают платиновый же цилиндр, приводимый в движение падающим грузом, подвешенным к нити, намотанной на вал, к-рый связан с цилиндром. Груз дает движущую силу; зная величину его P и скорость падения или число n об/м. цилиндра, можно определить величину внутреннего трения. Как показывают расчеты,

$$\eta = k \cdot \frac{P}{n}, \text{ где } k \text{—величина, определяемая из}$$

опытов с веществами, для к-рых η известна. Этот второй метод является очень пригодным при t° около 800—1 200°. При более высоких температурах, когда стекло делается очень подвижн. и маловязким, является более удобным метод падения шарика, к-рый в этом случае дает более точные результаты. Эти два метода имеют много модификаций, которые и применяются на практике. Так, были предложены способы, которые позволяют непосредственно на заводе определять величину вязкости стекла в разных местах горшка, в котором производится плавка стекла.

Лит.: Менделеев Д., Техническая Энциклопедия, вып. 4. Стекланное производство, стр. 35, СПб, 1864; Шульц Г., Стекло, перевод с нем., стр. 37, М.—Л., 1926; Лазарев П., «Керамика и стекло», М., 1927, стр. 17; его же, «Доклады Академии наук СССР», Л., 1927, стр. 27, 1928, стр. 37; Dralle R., Die Glasfabrikation, 2 Auflage, B. 1, p. 51, München, 1926 (обстоятельное изложение вопроса); Le Chatelier H., Sur la viscosité du verre, «Annales de Physique», P., 1925, sér. 10, t. 3, p. 5 (классическ. изложение закона Ле-Шателье); Lassaréff P., «CR», 1927, t. 185, p. 106; Tamann G., «Journal of the Soc. of Glass Technology», Sheffield, 1925, v. 9, p. 166. П. Лазарев.

ВЯЗКОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ, см. Гистерезис.

G , в учении о сопротивлении материалов G обозначает модуль упругости второго рода, или модуль упругости сдвига:

$$G = \frac{m}{2m+1} \cdot E \text{ кг/см}^2,$$

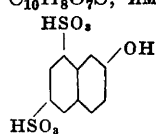
где E —модуль упругости первого рода и $m = \frac{\epsilon}{\epsilon_q}$ — отношение относительного удлинения ϵ к относительн. поперечному сжатию ϵ_q .

G —символ для обозначения веса.

g —символ для обозначения ускорения силы тяжести в м/сек^2 ; для небольших высот

$g = 9,806056 - 0,025028 \cos 2\varphi - 0,000003 h$, где φ —широта и h —высота в м над уровнем моря; g_s —ускорение силы тяжести стандартное— $980,665 \text{ см/сек}^2$.

G-НИСЛОТА, дисульфокислота β -нафтола, $\text{C}_{10}\text{H}_8\text{O}_7\text{S}$, имеющая структурное строение:



Получается в смеси с изомерной ей R кислотой (см.) при действии серной к-ты на β нафтол при нагревании до $100-110^\circ$ в течение 12 ч.; извлекается спиртом или баритовыми солями; при нагревании с аммиаком образует дисульфокислоту β -нафтиламина; служит для приготовления β -нафтиламина, а также в качестве азокompонента при синтезе кислотных азокрасителей (см.), к-рые имеют более желт. ли. оттенок, чем изомерные красители из R -к-ты, что объясняет само название этих к-т (G —Gelb, R —Rot).

См. *Красителей промежуточные продукты*.

ГАБАРДИН, ткань, лицевая сторона которой обычно выражается основой. Габардин в большинстве случаев строится саржевым или киперным переплетением (2 и 2), производящим на лицевой стороне ткани эффект тонкой саржевой выработки; более низкие сорта G производятся при саржевом построении переплетения (2 и 1). G применяется главным образом для непромокаемых пальто и вырабатывается из камвольной основы и хлопчатобумажного утка. Но за последние годы чаще начинает употребляться хл.-бум. или смешанная основа (шерсть с хлопком)— $\text{№} 2/66$ и хл.-бум. уток от $\text{№} 2/60$ до $\text{№} 2/80$, при плотностях: основы—108 ниток и утка—88 прокидок на дюйм. Хл.-бум. уток красится в пряже, а шерстяная основа м. б. окрашена в куске. Тонкий хл.-бумажн. габардин вырабатывается из основы и утка

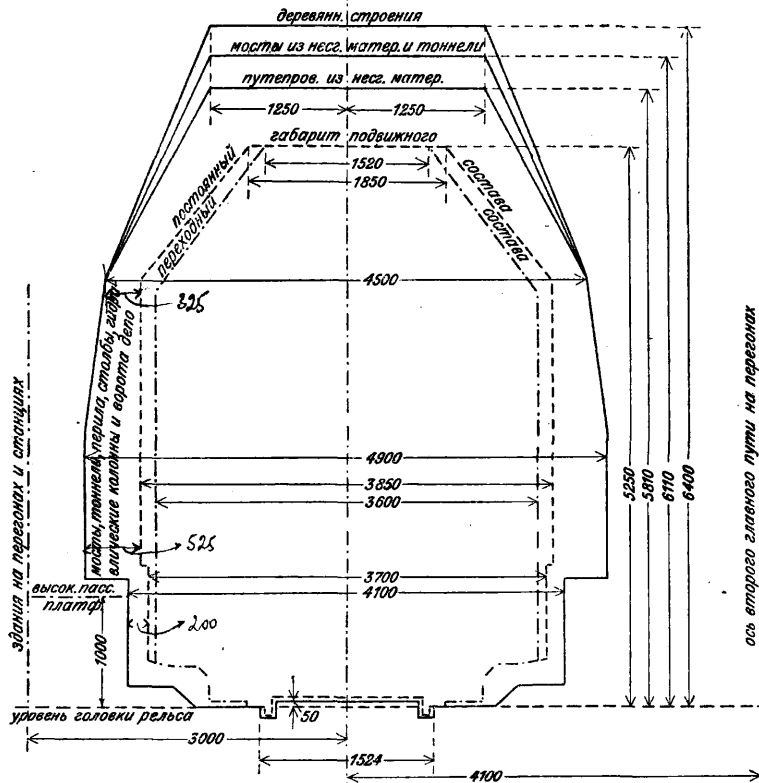
$\text{№} 2/80$, при плотностях: основы—162 нитки и утка—104 прокидки на дюйм. Для более низких сортов габардина употребляются: основа $\text{№} 2/40$, уток $\text{№} 20$, при чем плотность основы—108 ниток и утка—76 прокидок на дюйм. Костюмная ткань типа G . однородна по своей поверхности с тканью, применяемой для пальто, но она вырабатывается из шерстяной основы и утка и обладает значительной мягкостью. Выработка этого сорта G производится при саржевом построении (3 и 1). Пряжа применяется: для основы— $\text{№} 2/50$, для утка— $\text{№} 36$; плотность основы—100 ниток и утка—62 прокидки на дюйм. См. *Ткани*. С. Молчанов.

ГАБАРИТ, на ж. д., предельные очертания подвижного состава, а также приближения всяких сооружений, как то: мостов, зданий, платформ, столбов и т. п. Зазоры между этими очертаниями неодинаковы и зависят от их целей. Так, согласно нашему новому G . (фиг. 1), наименьший зазор дается внизу, между верхом пути и низом подвижного состава, где этот зазор в 50 мм рассчитан лишь на возможность случайных небольших неточностей сборки смежных частей пути и подвижного состава. Зазор между боковыми элементами подвижного состава и высокими платформами станций назначен в 200 мм на случай возможных перекосов подвижного состава и качания его на рессорах. Далее по высоте зазор увеличивается до 525 мм для предотвращения несчастных случаев с людьми, стоящими на платформе, и безопасности высовывающихся из вагонов пассажиров. Еще далее вверх зазор суживается до 325 мм. Предел приближения деревянных строений значительно отодвинут из-за противопожарных соображений, для чего этот зазор в верхней части назначен в 1150 мм. Впадины в нижней боковой части очертания подвижного состава старой конструкции в новых G . не делаются.

Существующий G . ширококолейных дорог СССР значительно больше габарита загранич. дорог нормальной колеи и дает возможность делать более широкий и значительно более высокий подвижной состав, что имеет первостепенное значение для получения наиболее выгодных пропорций в размерах подвижного состава. Так как грузоподъемность (емкость) товарного вагона зависит от

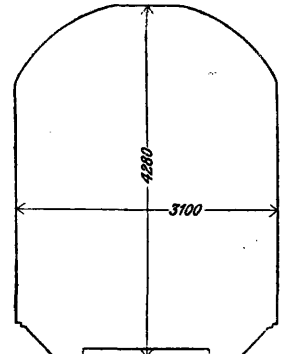
площади пола, то при увеличенной ширине можно обойтись меньшей длиной вагона, достигая этим уменьшения тары вагона, увеличения нагрузки на погонную единицу длины поезда, укорочения станционных путей и т. п. В пассажирском вагоне увеличение

конце 1927 года разработан новый габарит. По сравнению со старым габаритом, существенному увеличению подверглась ширина, т. е. наиболее важная составляющая, увеличенная с 3,414 м до 3,850 м, или на 13%. За счет уменьшения чрезмерных боковых



Фиг. 1.

заворов существующего Г. оказывается возможным, при небольших переделках, пропускать подвижной состав шириною 3,6 м; в виду этого новым Г. установлено два очертания подвижного состава: постоянный с шириной 3,850 м и временный с шириной 3,6 м. Применение нового габарита уже началось; так, пригородные электрич. вагоны для подмосковного участка Северных железных дорог запроектированы по переходному очертанию



Фиг. 2.

ширины дает возможность разместить поперек вагона больше пассажиров и, следовательно, получить меньшую тару вагона на одно место. Так, ширина Г. нашего подвижного состава равна 3,414 м, что позволяет поместить 5 пассажиров в ряд; при повышении ширины габарита до 3,6 м можно будет добавить шестое место в поперечном ряду и, следовательно, почти без увеличения тары вагона увеличить его вместимость на 20%. Увеличивающаяся мощность паровозов уже потребовала заполнения всего Г., а некоторые американские дороги, построившие сверхмощные паровозы, принуждены на участках обращения этих паровозов применить расширенный Г. Отсюда стремление железных дорог к расширению своих Г. Однако это расширение сопряжено с весьма большими расходами по переделке мостов и зданий, и поэтому оно вводится постепенно: расширяются очертания строений на новых дорогах и новых построек на существующих дорогах. Иногда возможно провести также расширение габарита подвижного состава, если на проводимом участке имеется обращение поездов, не выходящих за пределы данного участка. В СССР габарит недавно подвергся пересмотру, и в

габарита, для которого приспособляется участок Москва — Пушкино — Шелково.

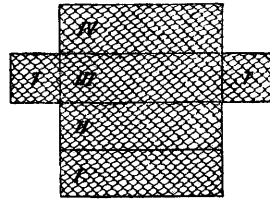
Г. дорог нормальной колеи (1,435 м) разных стран мало отличаются друг от друга. Для возможности беспересадочного и бесперегрузочного сообщения между европейскими странами, связанными нормальной колеей, подвижной состав, назначенный для международного сообщения, должен проходить через «интернациональный проходной Г.» (фиг. 2). Вообще заграничные Г. нормальной колеи (в том числе Г. америк. дорог) значительно теснее нашего габарита, и лишь дороги с более широкой колеей (испанские и индийские ж. д.) имеют ширину Г. подвижного состава от 3,48 до 3,80 м. Высота всех без исключения заграничных Г. подвижного состава невелика и не превосходит 4,2—4,6 м.

ГАББРО, изверженная, глубинная порода равномерно-зернистого, преимущественно крупнокристаллического строения, состоящая главн. обр. из плагиоклаза (известково-натрового полевого шпата) и листоватого агита (см.), называемого д а л л а г о м. Количество диаллага достигает 50% породы; он в некоторых случаях частично или полностью замещается роговой обманкой.

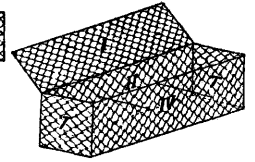
В состав Г. входит иногда оливин (оливиновое габбро), темная магнезиальная слюда *биотит* (см.), магнитный и титанистый железняк, *анатит* (см.) и чрезвычайно редко кварц. Разновидностями этой группы пород является норит или гиперит (темная зернистая порода, содержащая вместо авгита гиперстен), а также лабрадорит (порода, состоящая преимущественно или целиком из полевого шпата—лабрадора). Цвет габбро зеленовато-серый, темнозеленый, коричневатозеленый, иногда темный (почти черный); тв. 5—6; уд. в. 2,8—3,1. По химич. составу Г.—основная порода, содержит 46—52% SiO_2 , 12—20% Al_2O_3 , 7—16% $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$, 9—18% CaO , 2—10% MgO , 0,5—1,5% K_2O и около 1% Na_2O . Г. обладает чрезвычайной крепостью и тем большей стойкостью на выветривание, чем меньше содержание в нем полевого шпата и чем равномернее его структура; сопротивление габбро сжатию велико: 2 000—2 800 кг/см^2 для мелкозернистых видов и до 1 000 кг/см^2 для крупнозернистых. В виду своей прочности габбро трудно поддается разламыванию и обработке, но, благодаря тому, что составные части его обладают сравнительно одинаковой твердостью, порода хорошо полируется, что в связи с красивыми цветными оттенками габбро позволяет применять его как ценный материал для изготовления столовых досок, постройки колонн, постаментов, лестниц, балюстрад, памятников, облицовки стен и т. п. Менее ценные сорта габбро употребляют для различных построек, замощения улиц, приготовления хорошего качества щебня. Габбро встречается в различных странах: южной Германии, Финляндии (Вильманstrand), Англии (Корнуол), Норвегии (Лангензунд), Швеции (Ангерманланд), Канаде и в СССР—на Урале, Кавказе, Украине; габбро-норитовые породы и среди них лабрадориты, обладающие красивой игрой цветов (зеленоватого, красного, голубого), встречаются в б. Киевской губернии по реке Быстриевке и на Волыни по реке Ирше и ее притоку Тростянице. Камень из этих месторождений шел на облицовку и на памятники; вывозился в разные города России, а также за границу. См. *Справочник физ., хим. и технолог. величин*. Лит.: Шт и н И. и М у ш к е т о в Д., *Техническая геология*, М.—Л., 1925; «Нерудные ископаемые», сборн. КЕПС, Л., 1927, т. 3; О г Э., *Геология*, пер. с франц., т. 1, М., 1924.

ГАБИОНЫ ПАЛЬВИСА, заполненные галькой или камнем, плетеные из проволоки или сетки ящики, устанавливаемые в гидравлических сооружениях с целью устранения недостатков каменной наброски и сухой кладки, приходящих в расстройство даже при небольших деформациях основания. Диаметр проволоки 2—6 мм; ребрами служат железные прутья диаметром 5—15 мм. До сборки в форму ящика Г. П. имеет вид, изображенный на фиг. 1. Он состоит из 6 граней, обозначенных на фиг. 1 и 2 номерами I—IV, T и T'; каждая грань окаймлена ребрами-прутьями, за которые заплетается сетка и около к-рых, как на петлях, может вращаться сетчатая грань ящика. Грань III служит дном ящика, II и IV—продольными боковыми стенками, T и T'—попереч-

ными стенками и грань I—крышкой. При перевозках габрионы Пальвиса складывают в плоское тело, а на месте укладки их собирают форму ящика (фиг. 2), при чем

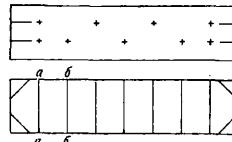


Фиг. 1.



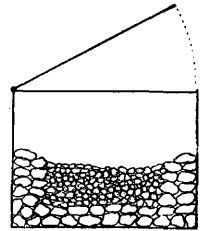
Фиг. 2.

ребра поперечных стенок скрепляют с ребрами продольных стенок проволокой (обвязкой). Ящик устанавливают в сооружении, связывают проволокой с соседними, ранее установленными ящиками, а также с лежащими ниже, уже заполненными ящиками, заполняют камнем и закрывают крышкой, которую тоже привязывают к стенкам ящика проволокой. Боковой распор камня деформирует ящик; поэтому, для увеличения его жесткости, устраивают промежуточные связи aa и bb (фиг. 3). Обычные размеры Г. П.:

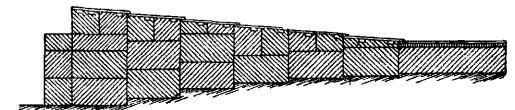


Фиг. 3.

длина 2—6 м, ширина 0,5—2 м, высота 0,5—2 м. Для загрузки ящика галькой необходимо предварительно выложить дно и стены ящика камнем (фиг. 4). В настоящее время Г. П. применяются как для берегоукрепительных работ, так и для устройства водоподъемных плотин небольшой высоты. Кладка Г. П. ведется уступами, при чем в береговых укреплениях нижн. ряд делают из ящиков небольшой высоты при значительных прочих размерах. Г. П. в известной мере способны деформироваться, не разрушая своей сетчатой оболочки. Однако рассчитывать на универсальную пригодность габрионных сооружений нельзя; так, например, в Средней Азии габрионные дамбы, подмытые течением, почти повсюду разрушились (в 1925 году). Водосливные плотины из габрионов Пальвиса успешно работают при непрямом условии наличия в паводковой воде реки обильных взвешенных наносов. Эти наносы с течением времени заполняют все пустоты между



Фиг. 4.



Фиг. 5.

камнями в габрионах Пальвиса, уплотняя последние и повышая прочность и устойчивость всего сооружения. Примерами габрионных сооружений могут служить: 1) плотина Нестле (фиг. 5), 2) плотина на р. Махунцети,

в 30 км от Батума, 3) плотина-перемычка на р. Аджарис-Цхали, близ Батума, выстроенная для ограждения от реки работ по постройке плотины для парозлектрической силовой установки. Стоимость Г. П. в условиях СССР: до 15 руб. за 1 м³ кладки в Средней Азии и до 10 руб. на р. Аджарис-Цхали (в цену входят лишь производственные затраты, без начисления всех видов накладных расходов).

Лит.: Кандиба Б. Н., Регулирование рек, Л., 1927; Ганкевич В., Габiony Пальвиса, «Изв. Научно-мелiorационного ин-та», П., 1923, вып. 1, 5; L'événement P., L'aménagement des chutes d'eau en vue de la production de l'énergie électrique, Paris, 1922.

ГАБУН-КАУЧУКИ, африканские сорта каучука из ландольфий (*Landolphia*, сем. Ароусовые) и фикусов (*Ficus*, сем. Умбеллиевые) франц. Конго; на рынке имеются в виде шарообразных комков и удлиненных, так наз. «языков». Г.-к. теряют при промывке от 20 до 46% веса; снаружи они черного или серого цвета, в разрезе—розового, синего или красного, серого, белого или зеленого цвета; обладают неприятным запахом, часто бывают с песком и кусочками коры. Лучшие сорта: Prima Loango, Ogoway, Gabun, Maumba, Batanga, хуже—Kamerun и Bata. Хороши для технических изделий и прорезинения тканей.

Лит.: Marzahn R., Materialienkunde für die Kautschuk-Techniker, 2 Aufl., В., 1920. М. Лурье.

ГАВАНЬ, место безопасной стоянки судов, обычно служащее также для совершения операций по передаче грузов на воду и обратно, а также для ремонта судов и зимовки их. Г. состоит или из естественного бассейна, соединенного с рекой, озером или морем (затона, бухты), или из искусственного водного бассейна, огражденного сооружениями. На морях и озерах гавань должна быть защищена от действия волнения и ветра, иметь достаточно широкий и легко отыскиваемый с моря и озера вход, достаточные глубины для стоянки и причала судов. Речные Г. кроме того должны быть защищены от ледохода.

Простейшим видом гавани на морском побережье служат бухты, защищенные естественными берегами от волнения и ветра, а на реках—затоны, или зимовки, расположенные так, что берега защищают их от действия ледохода. На морских побережьях такие гавани носят название портов-убежищ, рыбацких портов. Иногда в затомах производится ремонт мелких судов; в этом случае затоны имеют оборудование для подъема судов и мастерские. Более сложное устройство имеет гавань, приспособленная для грузовых и пассажирских операций. Такая гавань представляет собою составную часть порта и имеет соответствующее оборудование (см. Порт).

Искусственные речные гавани представляют собою вырытый в береге бассейн, более или менее правильной формы, сообщаемый с рекой достаточно широким входом. Для удобной передачи грузов берега бассейнов устраивают в виде набережных, тип которых зависит от условий работы Г. Речные Г. бывают открытые и закрытые. Открытые имеют непостоянный уровень воды, соответственно уровню воды в реке. Набереж-

ные в них обычно устраивают в виде мощных откосов, с площадками на различной высоте, сообщающимися между собой съездами, иногда с расположенными на них ж.-д. путями. При небольших, сравнительно, колебаниях уровня воды предпочтительнее обделка набережной в виде вертикальной стенки, позволяющей судам подходить к ней вплотную; такое устройство значительно облегчает применение механических приспособлений для грузовых операций. Для устройства речных гаваней, в целях уменьшения земляных работ, пользуются как углублением естественных затонов, так и устьями притоков (Кинешемская гавань в устье реки Кинешемки, фиг. 1). Закрытые Г. состоят из бассейнов с повышенным



Фиг. 1.

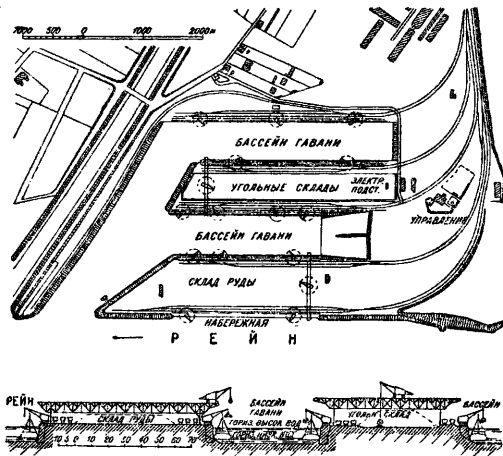
уровнем, отделенных от реки шлюзом; при этом для наполнения бассейна используется вода небольших притоков (Рыбинская гавань в устье р. Черемухи, фиг. 2). Преимущество такой Г.—независимость горизонта воды в Г. от горизонта в реке; однако при больших колебаниях горизонта воды в реке шлюз должен иметь значительные размеры. Г., устраиваемые в искусственных каналах, имеющих б. или м. постоянный уровень воды, обычно располагаются у обслуживаемых ими промышленных предприятий. Гавани, находящиеся в больших промышленных



Фиг. 2.

центрах, имеют бассейны и причальные линии, приспособленные для однородных грузовых операций; такова, например, Г. Вальзум на Рейне (фиг. 3). Вход в Г., шириной в 50 м, составляет с направлением русла Рейна угол в 40°. Перед бассейнами расположен аванпорт для маневров судов. Бассейны расположены параллельно берегу Рейна и обслуживаются мостовыми кранами. Длина бассейнов 245 и 320 м, ширина по дну 53,74 м; территория гавани возвы-

пашается на 2 м выше горизонта самых высоких вод; дно бассейнов на 0,55 м ниже речного дна. Речной берег на протяжении 120,6 м обделан набережной, к которой примыкают откосы, обделанные мостовой. Берега бассейнов обделаны набережными в виде стенок на сводах, опирающихся на



Фиг. 3.

основание из отдельных опускающих колодцев; такое устройство применено в виду возможности неравномерных осадок.

Бассейны на реках должны удовлетворять следующим требованиям: 1) глубина их должна позволять судам, при полной нагрузке, принятой для данного плеса реки, и, следовательно, при наибольшей осадке, пользоваться бассейном при самой низкой воде; 2) вход в Г. должен быть расположен так, чтобы ледоход в реке не мог оказывать влияния на условия стоянки в Г.; для этого вход располагают под углом к направлению берега реки и против течения; 3) вход в Г., по возможности, не должен заноситься; в этом отношении играет роль расположение входа, указанное выше, а также расположение Г. и входа у вогнутых или прямых глубоких берегов; 4) суда должны иметь возможность маневрировать в гавани, для чего между бассейнами и входом располагают водную площадь, достаточную для поворота судов; 5) бассейны для операций с огнеопасными грузами (лесные, керосиновые и т. п.) должны быть устроены возможно дальше от других бассейнов.

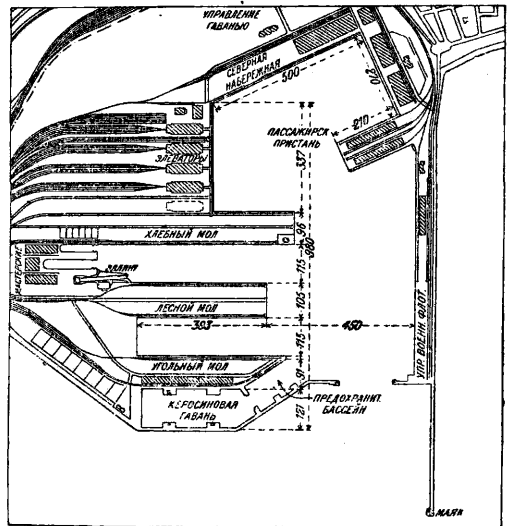
Несколько особняком стоят лесные гавани, приспособляемые специально для выгрузки сплавного леса. Лесные гавани, отдельные или в составе речного порта, имеют берега с пологим откосом для удобства вытаскивания бревен; при крутых берегах устраиваются специальные «лесотаски» — вагонетки с горизонтальными платформами,двигающиеся по наклонной плоскости.

Морские гавани также могут быть открытыми и закрытыми. Последние, как стесняющие движение судов, устраиваются лишь при наличии значительных приливов и отливов и при особых условиях. Таковы гавань в Зебрюгге, Бремергафене, док короля Альберта в Лондоне и др. Для входа в бассейн

устраивается полушлюз, если Г. работает лишь во время прилива. Ворота полушлюза открываются перед наступлением гребня прилива и закрываются вскоре после прохода гребня, так что уровень воды в бассейне немного разнится от уровня гребня приливной волны. При более оживленном движении судов делается камерный шлюз (см.). Перед закрытой Г. обычно делается аванпорт для судов, ожидающих входа в Г. Морские открытые Г. устраиваются различно: Вход в Г., в виду большой трудности управления судами при ветре и волнении, ограждается сооружениями в виде массивных молов (см.) и волномолов (см.), ограждающих рейд. Самые бассейны или устраиваются в береге или образуются выдвинутыми от берега молами и пирсами (эстакадами). Возможны и Г. смешанного устройства, напр. Г. в Констанце (фиг. 4).

Для морских Г. весьма значительную роль играет быстрая погрузка и выгрузка товаров, в виду чего гавань должна быть оборудована помещениями для грузов и средствами для быстрой разгрузки этих помещений, а также надлежащими ж.-д. путями. В гаванях, расположенных в устьях рек, где грузы в значительных количествах поступают на речных судах, в бассейнах или аванпорте происходит и непосредственная перегрузка из речных судов в морские; место для таких перегрузок предпочтительнее располагать в верхней по реке части порта.

Формы бассейнов гавани зависят от типа ее, от местных условий, грузооборота и, следовательно, от длины потребной причальной линии. Длина последней определяется: 1) в зависимости от годового грузооборота данного рода грузов, распределения его по

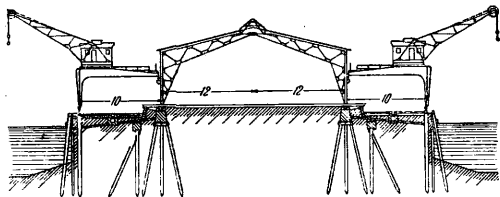


Фиг. 4.

месяцам и месячной пропускной способности погонной единицы длины набережной или 2) по числу судов, посещающих порт в месяц, по срокам их погрузки и грузообороту наиболее деятельного месяца. Длина бассейнов не превышает 2 000 — 3 000 м. Ширина находится в зависимости

от длины бассейна, размеров судов и способов их размещения. При выгнутаом расположении судов вдоль набережной ширина бассейна д. б. приблизительно в шесть раз более ширины судов, для свободного расхождения судов в бассейне. При перегрузках с речных судов на морские ширина бассейна колеблется от 150 до 250 м. Глубина бассейна в открытых гаванях должна превосходить максимальную осадку судов более чем на высоту волны и во всяком случае не менее чем на 0,50 м. В закрытых гаванях необходим такой же запас глубины от горизонта гребня наимизшего прилива, уменьшенного на 0,10 м.

Высота набережных над уровнем воды в открытых Г. должна быть такой, чтобы их не захлестывало волнами при наивысшем приливе и наибольшей высоте волны. В закрытых Г. это возвышение составляет около 2,0 м. На самой набережной располагают лишь помещения для массовых грузов, непосредственно передаваемых на суда: элеваторы, нефтяные и керосинные баки и т. п. Между остальными складами и набережной



Фиг. 5.

располагают рельсы для кранов, иногда ж.-д. пути. Ширина набережной делается 60—80 м, а пирсов 110—170 м. Такая ширина позволяет расположить от 3 до 6 жел.-дор. путей, склады шириной 15—50 м, краны и проезжую дорогу по набережной. Отношение площадей водной поверхности бассейнов и набережных колеблется от 1:1 до 1:2. Пример расположения устройств на пирсе (город Эмден) представлен на фиг. 5.

Лит.: Ляхницкий В. Е., Курс морских и речных портов, М.—Л., 1926; его же, Конспект курса морских сообщений и портов, П., 1919; Кандиба Н., Русское портостроительство в период войны 1914—1918 гг., Л., 1924; Engels H., Handb. d. Wasserbaues, 3 Aufl., B. 2, Leipzig, 1926; Handbuch der Ingenieurwissenschaften, T. III—Der Wasserbau, Lpz., 1921—24.

Н. Акулов.

ГАГАТ, черный, блестящий, смолистый уголь с раковистым изломом; тв. 3—4, уд. в. 1,35. Г. легко обрабатывается ножом и напильником, хорошо полируется; применяется для производства различных мелкших (главным образом траурн.) украшений (Виблей в Англии, где годовой оборот достигает 100 000 фн. ст.; число рабочих 1 200—1 500 чел.). Цена 1 кг Г. от 1 р. до 20 р.; чем чернее Г., тем он дороже. Разрабатываемые месторождения Г.: в Испании (Астуриас), в Англии (Йоркшир), в СССР (Кавказ и Иркутский округ, Балаганский район). Кроме указанных месторождений Г. встречается в Германии (Вюртемберг), в Америке (Колорадо), в СССР—на Сахалине, на Камчатке, в Крыму.

Лит.: Ферман А. Е., «НИ», Л., 1926, т. 4; Kraus E. a. Holden E., Gems a. Gem Materials, p. 186, N. Y., 1925.

Е. Цинзерлинг.

ГАДОЛИНИЙ, Gd, элемент редких земель; ат. вес 157,3, порядковый номер 64. Г. был открыт в 1880 г. Мариньяком в виде окиси. Физическ. свойства Г. см. *Справочник физ., хим. и технол. величин*. Гадолиний входит в состав многих минералов, содержащих иттриевую (гадолиниевую) группу редких земель (см.). Наибольшее значение для добывания Г. имеют минералы гадолинит и самарскит.

Лит.: Менделеев Д. И., Основы химии, т. 2, стр. 315—327, 631—671, Москва—Ленинград, 1926; Hevesy G., Die seltene Erden vom Standpunkte des Atombaus, Berlin, 1927; Noyes A. a. Gray W., A System of Quantitative Analysis for the Rare Elements, London, 1927.

В. Горшешников.

ГАДОЛИНИТ, минерал моноклинич. системы; встречается б. ч. в сплошном виде и кристалленным, в кристаллич. форме редко; излом раковистый или же неровный, занозистый; цвет смоляно-черный, зеленоваточерный; черта зеленая, до серой; блеск стеклянный, до жирного, просвечивает по краям или непрозрачен; тв. 6,5—7; уд. в. 4—4,3; по хим. составу Г.—силикат бериллия (BeO до 10%), иттриевой земли, закиси железа (Be₂, FeY₂, Si₂O₁₀) с примесями лантана, церия и тория. Разновидности Г. из Иттерби (Швеция)—иттербит—не содержит бериллия. Г.—минерал редкий, встречается в гранитах Гиттере (Норвегия), в Радаутале на Гарце, в Италии, Колорадо и других местах. Употребляется для добывания редких земель, применяемых при изготовлении газокальциевых колпачков Ауэра. См. *Редкие земли*.

Лит.: «НИ», т. 4, 1926; Лебедев Г., Учебник минералогии, СПб, 1907.

ГАДФИЛЬДА СТАЛЬ, специальная сталь с высоким содержанием марганца (11—14%), значительным содержанием углерода (1—1,3%) и обычно низкими количествами Si, S и P. Она изобретена в 1888 г. англ. ученым Р. Гадфильдом и изготовляется в мартеновских или электрических печах присадкой ферромангана к готовой мягкой стали, при чем стремятся к возможно малому выгоранию марганца. Образующийся в застывшей Г. с твердый раствор—аустенит—существенно отличается от аустенита углеродистой стали: в противоположность последнему, он является очень устойчивым при обычных скоростях охлаждения и с большим трудом распадается на свои составные части—железо и карбиды. Поэтому Г. с. уже при умеренной закалке приобретает чисто аустенитное строение. При охлаждении на воздухе из аустенита успевает выделиться некоторое количество карбида, так что получается смесь аустенита и цемента. Только при очень медленном охлаждении наряду с аустенитом получают дальнейшие продукты распадаения его—мартенсит и троостит; перлит же получается только при исключительно медленном охлаждении.

Указанным строением Г. с. определяются ее физич. и механич. свойства. В закаленном состоянии она не магнитна, обладает умеренной твердостью, большой вязкостью и тягучестью; в отожженном же и отпущенном состоянии она становится магнитной, приобретает большую твердость и теряет вязкость и тягучесть. Эта зависимость

механических свойств от условий нагрева и охлаждения для Г. с. с 1,15% С и 11,5% Mn видна из следующей таблицы (Rapatz):

Зависимость механических свойств от условий нагрева и охлаждения для стали Гадфильда с 1,15% С и 11,5% Mn.

t° закалки	R (временное сопротивление на разрыв) в кг/мм ²	ϵ (сужение поперечн. сечения) в %	t° отпуска после закалки	R в кг/мм ²	в %
940	107	51,6	260	117	57,6
900	109	56,7	315	124	63,5
810	96	44,8	344	90	15,6
700	59	10,7	372	97	3,6

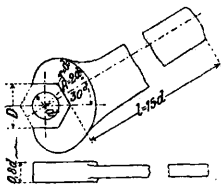
Г. с. применяется исключительно в закаленном состоянии, в к-ром она, помимо высокой прочности и пластичности, обнаруживает большое сопротивление истиранию и износу. Из Г. с. готовятся изделия, работающие преимущественно на истирание, например ж.-д. стрелки и крестовины, болты и козырьки для землечерпалок, челюсти для камнедробилок, пробки для прокатки труб. Широкому распространению Г. с. препятствует трудность горячей ее обработки давлением и холодной обработки резанием; этим вызывается необходимость готовить изделия из нее путем отливки. (См. *Справочник физ., хим. и технолог. величин, т. II.*)

Лит.: Бабошин А. Л., *Металлография и термич. обработка железа, стали и чугуна, ч. III*, П., 1917; Борнгам Т. и Гадфильд Р., *Специальные стали*, Л., 1926; Mars G., *Die Spezialstähle*, 2 Aufl., Stuttgart, 1922; Rapatz F., *Die Edeltähle*, Berlin, 1925 (имеется русский пер.); Schäfer R., *Die Konstruktionsstähle und ihre Wärmebehandlung*, Berlin, 1923. М. Ойнов.

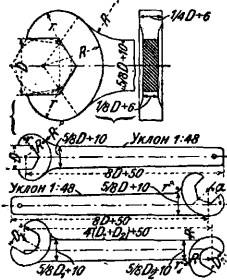
ГАЕЧНЫЙ КЛЮЧ, инструмент, служащий для отвинчивания и завинчивания гаек. Усилие Q, необходимое для завинчивания или отвинчивания гайки, приведенное к радиусу внешней окружности резьбы, выражается следующим образом:

$$Q = P \left(f_1 \frac{D}{d} + \frac{f + \cos \beta \cdot \operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta - f \cdot \operatorname{tg} \alpha} \right),$$

где P—нагрузка в кг на болт вдоль его оси, α —угол наклона средней винтовой линии резьбы к опорному торцу гайки, 2β —угол при вершине треугольника, образующего остроугольный профиль нарезки, f—коэфф. трения между поверхностями резьбы у болта и гайки, f_1 —коэфф. трения между гайкой и



Фиг. 1.

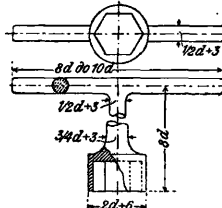


Фиг. 2.

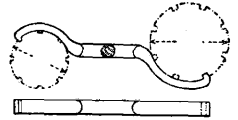
опорной поверхностью, D—наружный диаметр в см колец. площади торцевой опорной поверхности гайки, d—внутренний диаметр в см той же поверхности, равный наружному диаметру болта. Момент, вызывающий изгиб в челюстях и рукоят-

ке ключа при его работе, $M_b = Q \frac{d}{2}$ кгсм.

Прочные размеры для Г. к. определяются расчетом на изгиб челюсти и рукоятки. Правильн. форма и размеры Г. к., по Баху, указаны на фиг. 1. Построение очертания челюстей и размеры американских гаечных ключей изображены на фиг. 2. Размер челюстей в направлении, перпендикулярн. к оси гайки в плоскости ее грани, выполняется или

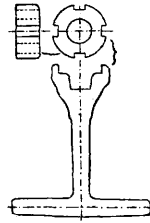


Фиг. 3.

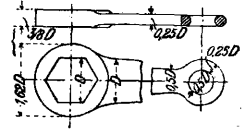


Фиг. 4.

равным d или более d на 3—5 мм. Изготавливают обычно Г. к. из литого железа штамповкой. Г. к. из ковкого чугуна дешевле, но не так прочны, как штампованные. Поперечному сечению рукоятки гаечн. ключа часто придают двутавровую форму. Для гаек утопленных или расположенных так, что работать нормальным ключом не представляется возможным, употребляются торцевые ключи (фиг. 3); для круглых гаек, имеющих на боках высверленные углубления или пропиленные пазы, применяется бель-

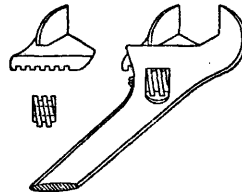


Фиг. 5.

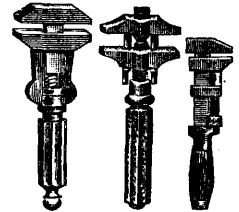


Фиг. 6.

гийский ключ (фиг. 4); для круглых утопленных гаек применяется вильчатый ключ (фиг. 5). В тех случаях, когда желательно уменьшить толщину челюстей, Г. к. выполняют с замкнутым зевом (фиг. 6). Для того, чтобы можно было одним ключом завинчивать гайки различных размеров, Г. к. выполняют с раздвижными щеками; такие Г. к.



Фиг. 7.



Фиг. 8, 9 и 10.

называются универсальными. Из многочисленных конструкций универсальных ключей наиболее совершенной является конструкция шведского ключа Бако (Bahco, фиг. 7); менее удобны для работы ключи—английский (фиг. 8), французский (фиг. 9) и швейцарский (фиг. 10).

Лит.: Сидоров А. И., *Курс деталей машин*, 2 изд., ч. I, М.—Л., 1927; его же, *Детали машин*. Таблицы чертежей, М., 1925. Б. Шпринг.

ГАЗ. Газообразным состоянием называется такое состояние вещества, в котором силы, действующие между молекулами, чрезвычайно малы и размеры самих молекул ничтожны сравнительно с промежутками между ними. Между столкновениями молекулы Г. двигаются прямолинейно, равномерно и совершенно беспорядочно. При нагревании и разрежении все Г. стремятся к предельному состоянию так называемого идеального, или совершенного Г.

В идеальном Г. междумолекулярные силы равны нулю, и объем самих молекул бесконечно мал сравнительно с объемом междумолекулярного пространства. Состояние идеального газа является тем предельным разведенным состоянием вещества, к которому стремятся все тела природы при достаточно высоких t° и достаточно низких давлениях; в этом и заключается особое значение состояния идеального газа, к тому же наиболее просто поддающегося исследованию и потому полнее всего изученного. Вещество, в крайнем разрежении заполняющее межпланетное пространство, может считаться находящимся в состоянии идеального газа.

Газовое давление p обуславливается ударами молекул Г. о стенки сосуда. Согласно *кинетической теории* (см.), средняя кинетич. энергия молекул Г. пропорциональна абсолютной темп-ре. В кинетическ. теории показывается, что идеальный газ строго подчиняется следующему уравнению состояния, связывающему три параметра состояния: v , T и p , из которых два являются независимыми, а третий — их функцией:

$$p \cdot v = R \cdot T. \quad (1)$$

Это ур-ие (ур-ие Клапейрона) заключает в себе в явной форме три основных закона состояния идеального Г.:

1) **Закон Бойля-Мариотта.** При постоянной T произведение $p \cdot v$ для данного количества идеального газа есть величина постоянная ($p \cdot v = \text{Const}$), т. е. объем идеального газа v обратно пропорционален его давлению p ; и з о т е р м ы идеального газа в системе координат (v, p) являются равнобокими гиперболоми, асимптотами которых служат оси координат.

2) **Закон Гей-Люссака.** При постоянном p объем данного количества идеального Г. линейно возрастает с t° :

$$v = v_0(1 + \alpha \cdot t) \quad (2)$$

(v_0 — объем при $t^\circ = 0^\circ\text{C}$, α — коэфф. расширения идеального Г.). Изменение p с t° при $v = \text{Const}$ подчиняется такому же закону:

$$p = p_0(1 + \alpha \cdot t). \quad (3)$$

α в ур-ии (3) — коэфф. давления, численно равный коэфф. расширения α в ур-ии (2) = $\frac{1}{273,1} = 0,00367$ — величина, не зависящая от природы Г. и одинаковая для всех идеальных Г.; p_0 — давление при $t^\circ = 0^\circ\text{C}$. Вводя вместо t абсолютную темп-ру

$$T = t + \frac{1}{\alpha} = t + 273,1,$$

находим вместо уравнений (2) и (3):

$$v = \frac{v_0}{273,1} \cdot T; \quad (4)$$

$$p = \frac{p_0}{273,1} \cdot T. \quad (5)$$

3) **Закон Авогадро.** Из ур-ия (1) видно, что газовая постоянная $R = \frac{p_0}{273,1} \cdot v_0$ пропорциональна нормальному

объему v_0 , занимаемому данным количеством Г. при нормальных условиях ($p_0 = 1 \text{ Атм}$ и $t_0 = 0^\circ\text{C} = 273,1^\circ\text{K}$), т. е. обратно пропорциональна плотности газа при нормальных условиях D_0 . По закону Авогадро, при одинаковых p и T все идеальные газы содержат в равных объемах (напр., равных v_0) равное число молекул. Обратнo: равное число молекул (например, 1 моль = 1 граммолекуле) всякого газа в идеальном состоянии занимает один и тот же объем v_0 при нормальных условиях, независимо от природы Г. (в 1 моле всякого вещества содержится $N_0 = 6,06 \cdot 10^{23}$ отдельных молекул — число Авогадро). Найдено с большой точностью, что нормальный молярный объем любого идеального газа (V_0)_м равен $22,412 \frac{\text{литр}}{\text{моль}}$.

Отсюда можно рассчитать число молекул в 1 см³ любого идеального Г. при нормальных условиях: $n_0 = \frac{6,06 \cdot 10^{23}}{10^3 \cdot 22,416} = 2,705 \cdot 10^{19}$ см³ (число Ломмита). При помощи ур-ия (1) закон Авогадро выражается в том, что газовая постоянная R при расчете на 1 моль любого Г. будет одна и та же, независимо от природы Г. Т. о. R является универсальной постоянной с размерностью $\frac{[\text{работа}]}{[\text{масса}] [\text{темпер.}]}$ и выражает работу расширения 1 моля идеального Г. при нагревании его на 1°C при $p = \text{Const}$:

$$R = p \cdot \left(\frac{dv}{dT} \right)_p;$$

в этом и состоит физическое значение R .

Из $R = \frac{p_0}{273,1} \cdot v_0$ (6) находим числовое значение

$$R = \frac{1 \cdot 22,416}{273,1} = 0,082 \frac{\text{литр атм.}}{\text{моль град.}}$$

В других единицах значения R (на 1 моль) таковы:

$$R = 8,315 \cdot 10^7 \frac{\text{эрг}}{\text{моль град.}} = 1,987 \frac{\text{кал.}}{\text{моль град.}}$$

Кроме разобранных трех законов, из уравнения (1) состояния идеального Г. в соединении с двумя началами термодинамики следуют еще такие основные законы:

4) **Закон Джоуля.** Одно из общих ур-ий *термодинамики* (см.)

$$-\left(\frac{\partial U}{\partial v} \right)_T = p - T \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_v \quad (7)$$

дает вместе с ур-ием (1) следующие условия для внутренней энергии U идеального Г.:

$$-\left(\frac{\partial U}{\partial v} \right)_v = 0 \text{ и } \left(\frac{\partial U}{\partial p} \right)_T = 0, \quad (8)$$

т. е. U идеального газа есть функция только T (закон Джоуля); при изотермич. расширении идеального газа все поглощаемое тепло переходит во внешнюю работу, а при изотермическом сжатии вся расходуемая работа — выделяющееся тепло.

5) **Теплоемкости** идеального Г. при постоянном объеме c_v и при постоянном давлении c_p являются функциями одной лишь T (см. *Теплоемкость*). Термодинамика дает общие уравнения:

$$\left(\frac{\partial c_v}{\partial T} \right)_T = \left(\frac{\partial^2 p}{\partial T^2} \right)_v; \quad \left(\frac{\partial c_p}{\partial p} \right)_T = - \left(\frac{\partial^2 v}{\partial T^2} \right)_p, \quad (9)$$

но для идеального Г. p и v линейно зависят от T , по закону Гей-Люссака (4) и (5); следовательно, правые части уравнений (9) обращаются в 0 и

$$\left(\frac{\partial c_v}{\partial v}\right)_T = \left(\frac{\partial c_p}{\partial p}\right)_T = 0.$$

Теплоемкости c_p и c_v не независимы друг от друга, но связаны для идеального Г. простым условием:

$$c_p - c_v = R, \quad (10)$$

вытекающим из газовых законов (R имеет размерность теплоемкости), т. е., если c_p и c_v отнести к 1 молю идеального Г., то они разнятся между собой на 2. (точнее — на $1,986 \frac{\text{cal}}{\text{моль град.}}$).

В кинетической теории принимается, по принципу равномерн. распределения энергии, что на каждую степень свободы газовой молекулы приходится энергия $\frac{1}{2} k_0 T$, а на 1 моль приходится

$$\frac{1}{2} k_0 \cdot T \cdot N_0 = \frac{1}{2} R \cdot T$$

($k_0 = -\frac{R}{N_0}$ есть газовая постоянная, рассчитанная на 1 молекулу — постоянная Больцмана). Числом степеней свободы (i) называется число независимых друг от друга видов механич. энергии, которой обладает молекула Г. Тогда энергия 1 моля

$$U = \frac{1}{2} i \cdot R \cdot T \text{ и } c_v = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v = \frac{1}{2} \cdot i \cdot R, \quad (11)$$

$$c_p = c_v + R = \left(\frac{1}{2} i + 1\right) \cdot R \quad (12)$$

(приближенно, считая $R=2$, $c_v=i$, $c_p=i+2$).

В учении о Г. важную роль играет отношение $\frac{c_p}{c_v} = \gamma$; из уравнений (11) и (12):

$$\gamma = 1 + \frac{2}{i}. \quad (13)$$

В простейшем случае одноатомного Г. (молекула к-рого состоит из 1 атома, каковы благородные Г. и пары многих металлов) i наименьшее и равняется 3: вся энергия молекулы сводится к кинетич. энергии ее поступательных движений, которые могут совершаться по трем независимым взаимно перпендикулярным направлениям; тогда

$$c_v = 2,98 \cong 3 \frac{\text{cal}}{\text{моль град.}}, \quad c_p = 4,98 \cong 5 \frac{\text{cal}}{\text{моль град.}},$$

а γ имеет наибольшую возможную величину:

$$\gamma = \frac{5}{3} = 1,667. \text{ Для д в у х а т о м н ы х Г.}$$

(H_2 , O_2 , N_2 , CO и другие) можно считать $i = 3 + 2$ (два вращения вокруг двух взаимно перпендикулярных осей, перпендикулярных к линии, соединяющей оба атома); тогда $c_v = 4,96 \cong 5$, $c_p = 6,95 \cong 7$ и $\gamma = \frac{7}{5} = 1,40$. Для трехатомного Г. (H_2O , CO_2 , H_2S , N_2O) $i = 3 + 3$ (вращение вокруг трех взаимно перпендикулярных осей) и $c_v = 5,96 \cong 6$, $c_p = 7,95 \cong 8$ и $\gamma = \frac{4}{3} = 1,33$.

При дальнейшем усложнении строения молекулы, т. е. с увеличением i , возрастают c_v и c_p , а $\gamma = 1 + \frac{2}{i}$ стремится к 1. Табл. 1 показывает, что все сказанное хорошо согласуется с данными опыта, что γ всегда > 1 и $\leq 1,667$ и не может быть $= 1,50$ (для $i=4$).

Табл. 1. — Экспериментальные значения c_v , c_p и γ для газов.

Числовые значения i	Г а з ы	Средние значения при $t^\circ \cong 20^\circ\text{C}$		
		c_v	c_p	γ
3	Hg (пары), He, Ar и др.	2,9	4,9	1,66
5	Воздух, H_2 , N_2 , O_2 , CO	4,91	6,90	1,404
6	H_2O (пары), CO_2 , N_2O , H_2S	6,1—7,3	8,3—9,2	1,31
—	Пары эфира (сложные многоатомн. молекулы)	32	—	1,06

Для одноатомных Г. c_v и c_p , в соответствии с теорией, практически не изменяются с T (так, для Ar значения c_p и c_v лежат в пределах от 2,98 до 3,00 между $t^\circ = 0^\circ$ и 1000°C). Изменения c_v и c_p с t° находят объяснение в теории квант. Впрочем, теплоемкости Г., близких к идеальным, практически почти не изменяются в широких интервалах температуры. Экспериментально определяются обычно c_p и γ , а c_v вычисляется из этих данных.

Реальные Г. Все Г., существующие в действительности, — реальные Г. б. или м. уклоняются от законов и д е а л ь н ы х Г., но тем меньше, чем выше t° и чем ниже p . Т. о. законы идеальных газов являются для реальных газов предельными. При обычной t° отклонения меньше всего у Г., $t^\circ_{\text{крит.}}$ к-рых чрезвычайно низки (т. н. постоянные газы: He, H_2 , N_2 , O_2 , воздух); у газов же со сравнительно высокой $t^\circ_{\text{крит.}}$ и у паров (паром называется Г. при $t^\circ < t^\circ_{\text{крит.}}$) отклонения бывают очень значительны. Причины отклонений реальных Г. от газовых законов заключаются в том, что: 1) в них действуют междумолекулярные силы; поэтому поверхность молекулы вытягиваются внутрь газов силами, равнодействующая которых, рассчитанная на единицу поверхности и направленная перпендикулярно к ней, называется молекулярным (внутренним) давлением K ; 2) не весь объем Г. v , а только часть его ($v-b$) дает свободу для движений молекул; часть объема b , ко во лю м, как бы занята самими молекулами. Если бы газ был идеальным, его давление было бы больше наблюдаемого p на величину K ; поэтому уравнение состояния реального Г. напишется в виде.

$$(p+K) \cdot (v-b) = R \cdot T. \quad (14)$$

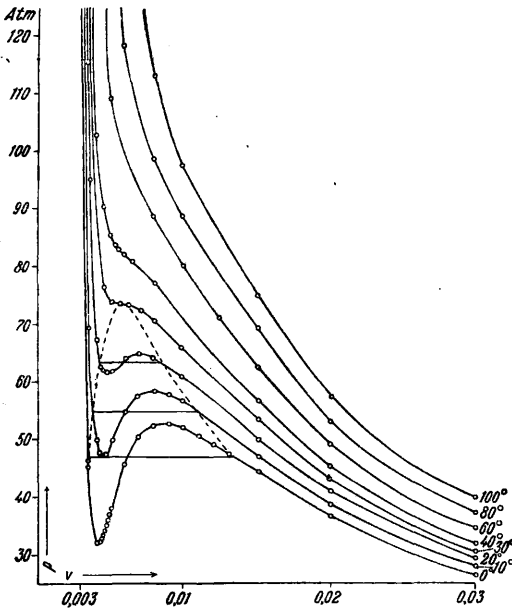
В этом общем уравнении K и b могут зависеть от T и v .

Ван-дер-Ваальс показал, что в простейшем случае $K = \frac{a}{v^2}$, а b — величина постоянная, равная учетверенному объему самих молекул Г. Таким образом уравнение Ван-дер-Ваальса имеет вид:

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right) \cdot (v-b) = T \cdot R; \quad (15)$$

a и b , константы Ван-дер-Ваальса, как показывает опыт, все же зависят от T и v , и потому ур-ие (15) является лишь первым приближением; оно хорошо передает качественную форму и з о т е р м р е а л ь н ы х Г. На фиг. 1 изображены для CO_2 теоретич.

изотермы: S-образные части этих изотерм отвечают термодинамически метастабильным состояниям. На фиг. 2 изображены для CO₂ экспериментальные



Фиг. 1.

изотермы: S-образные части кривых заменены прямолинейными частями; справа от этих частей кривые соответствуют газу (ненасыщенному пару), слева — жидкости, а сами прямолинейные отрезки — равновесию пара и жидкости. Ур-ие (15), в полном согласии с опытом, показывает, что с повышением t° размеры прямолинейных отрезков на изотермах делаются все меньше (фиг. 2) и, наконец, при нек-рой $t^\circ = t^\circ_{крит.}$ длина этого отрезка обращается в 0. При $t^\circ > t^\circ_{крит.}$ Г. не может обратиться в жидкость ни при каких давлениях: жидкость перестает существовать. Т. о. уравнение Ван-дер-Ваальса охватывает два состояния — газообразное и жидкое — и служит основанием для учения о непрерывности перехода между этими двумя состояниями. Критические темп-ры для некоторых Г. имеют следующие значения: +360°C для H₂O, +31°C для CO₂, -241°C для H₂ и -254°C для He.

Ожижение Г. Всякий Г. можно обратить в жидкость надлежащим давлением, предварительно охладив его ниже $t^\circ_{крит.}$. Необходимые для ожижения CO₂ давления (в Атм) при разных t° приведены в табл. 2.

Табл. 2. — Давления p_s , необходимые для ожижения CO₂ при разных t° .

t°	p_s Атм	t°	p_s Атм
+31	77 (= $p_{крит.}$)	-54	5,5
-34	12,7	-64	3,1
-44	8,7	-80	1,0

Понятно, что эти давления являются давлениями насыщенного пара жидкой углекислоты и тем ниже, чем ниже температура.

Чтобы предварительно сильно охладить Г. для ожижения, в технич. установках пользуются эффектом Джоуля-Томсона, заключающимся в том, что при адиабатическом расширении (напр., при резком падении давления, когда Г. вытекает из отверстия) внутренняя энергия Г. возрастает на ΔU , а T изменяется на ΔT , при чем термодинамически

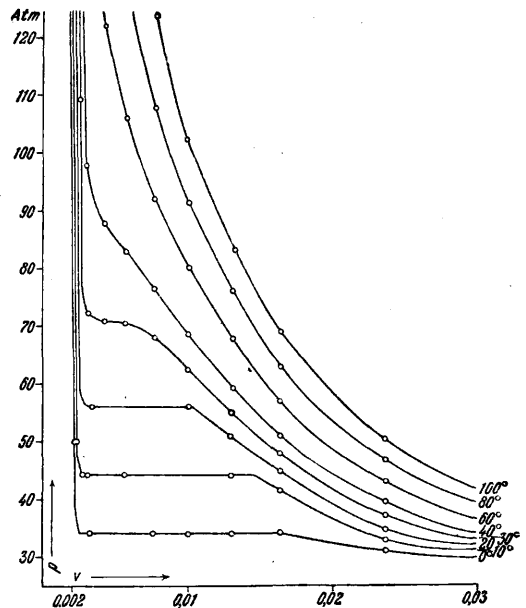
$$\Delta T = \left[T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p - v \right] \frac{\Delta p}{c_p} \quad (16)$$

В случае идеальных Г. $\Delta U = 0$ и $\Delta T = 0$ [так как, по ур-ию (1), $T \frac{\partial v}{\partial T} - v = 0$].

Для реальных Г. $\Delta T \leq 0$, т. е. происходит охлаждение или нагревание, смотря по тому, будет ли $T \frac{\partial v}{\partial T} - v \geq 0$ ($\Delta p < 0$). По уравнению Ван-дер-Ваальса,

$$T \frac{\partial v}{\partial T} - v = \frac{a}{R \cdot T} - b$$

(с достаточным приближением). Т. о. при достаточно высоких температурах все Г. при адиабатич. расширении нагреваются ($\Delta T > 0$, т. к. $\frac{a}{R \cdot T} < b$), но с понижением температуры для каждого газа наступает и нверсионная точка T_i , определяемая условием $T_i = \frac{a}{R \cdot b} \left(\frac{a}{R \cdot T_i} \right) - b = 0$, ниже к-рой газы начинают охлаждаться при адиабатическом расширении ($\frac{a}{R \cdot T} > b$ при $T < T_i$). Для всех газов, кроме H₂ и He, T_i лежит выше обычных t° (так, для воздуха T_i соответствует +360°C), и потому Г. могут быть ожижены



Фиг. 2.

по принципу Линде, без предварительного охлаждения. Для H₂ инверсионная точка $T_i = -80,5^\circ\text{C}$, а для He — даже 15°K ; поэтому H₂ и He для ожижения д. б. предварительно охлаждены ниже этих t° .

Соответственные состояния. Критическая температура T_k , давление p_k и

объем v_k м. б. выражены через константы Ван-дер-Ваальса a , b и R след. образом:

$$T_k = \frac{8}{27} \cdot \frac{a \cdot b}{R}; p_k = \frac{1}{27} \cdot \frac{a}{b^2}; v_k = 3b. \quad (17)$$

Если за единицы измер. T , p и v принять соответственно критич. величины, то вместо T , p и v состояние будет характеризоваться приведенными величинами:

$$\theta = \frac{T}{T_k}, \pi = \frac{p}{p_k}, \varphi = \frac{v}{v_k}. \quad (18)$$

Если ввести θ , π и φ в ур-е Ван-дер-Ваальса (15), то константы a , b и R сократятся, и получится приведенное ур-е состояния, с численными коэфф-тами

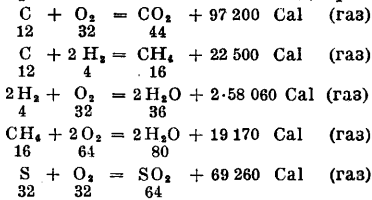
$$\left(\pi + \frac{3}{\varphi^2}\right) \cdot (3\varphi - 1) = 8\theta, \quad (19)$$

вовсе не содержащее величин, зависящих от природы вещества. Ур-е (19) предполагает, однако, правильность ур-ия Ван-дер-Ваальса, и потому уклонения от него часто весьма значительны, особенно в случае ассоциированных веществ. Учение о соответственных состояниях (так называются состояния, отвечающие одинаковым θ , π и φ) дает возможность находить большое число универсальных зависимостей, подобных уравнению (19).

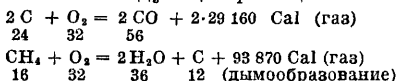
Применение Г. Сжатые и ожиженные Г. применяются в технике всюду, где нужны значительные количества газа в небольшом объеме; так, CO_2 применяется для газирования вод, Cl_2 и фосген—в военном химическом деле, O_2 —для медицинских целей, сжатый воздух—для пуска двигателей внутреннего сгорания. Особенное значение ожиженные Г. (CO_2 и NH_3) имеют в холодильном деле, в холодильных машинах (напр., для получения искусственного льда). Легкие Г. (H_2 , светильный газ, в последнее время He) применяются для наполнения аэростатов. Инертные Г. (N_2 и благородные Г., особенно Ar) применяются для наполнения полуваттных ламп накаливания. Особняком стоит применение газа для освещения или в качестве топлива; светильный, силовой, водяной газы и другие (см. *Газовое производство*).

Лит.: Бирон Е. В., Учение о газах и жидкостях, М.—П., 1923; Хвольсон О. Д., Курс физики, т. 1, 3, Берлин, 1923; Бачинский А., Введение в кинетич. теорию газов, М., 1908; Тимирязев А. К., Кинетич. теория материи, М.—П., 1923; Van der Waals J. D., Über die Kontinuität d. gasförmigen und flüssigen Zustandes, Lpz., 1899—1900. **П. Ребиндер.**

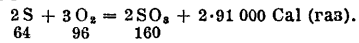
ГАЗ, топочный и дымовой. 1) Топочными газами называются продукты сгорания топлива в топке. Различают полное и неполное сгорание топлива. При полном сгорании имеют место след. реакции:



При неполном сгорании, кроме того, нужно отметить следующие реакции:



Нужно иметь в виду, что SO_2 —сернистый газ—не есть, собственно, продукт полного сгорания серы; последнее возможно также и по ур-ию:



Поэтому, когда говорят о полном и неполном сгорании топлива, то имеют в виду только углерод и водород топлива. Здесь не отмечены также реакции, имеющие иногда место при весьма неполн. сгорании, когда в продуктах сгорания, кроме окиси углерода CO , содержатся углеводороды C_mH_n , водород H_2 , углерод C , сероводород H_2S , так как подобное сгорание топлива не должно иметь места на практике. Итак, сгорание можно практически считать полным, если в продуктах сгорания не содержится иных газов, кроме углекислого CO_2 , сернист. ангидрида SO_2 , кислорода O_2 , азота N_2 и водяного пара H_2O . Если сверх этих газов содержится окись углерода CO , то сгорание считается неполным. Присутствие дыма и углеводородов в продуктах сгорания дает основание говорить о неотрегулированной топке.

Очень большую роль в подсчетах играет закон Авогадро (см. *Атомная теория*): в равных объемах газов, как простых, так и сложных, при одинаковых темп-рах и давлениях, содержится одинаковое число молекул, или, что то же: молекулы всех газов при равных давлениях и t° занимают равные объемы. Пользуясь этим законом и зная химический состав топлива, легко вычислить количество K_0 кг кислорода, теоретически необходимого для полного сгорания 1 кг топлива данного состава, по следующей ф-ле:

$$K_0 = 0,01 \left[\frac{8}{3} C + 8 \left(H - \frac{O}{8} \right) + S \right],$$

где C, H, S и O выражают содержание углерода, водорода, серы и кислорода в % веса рабочего топлива. Количество G_0 кг сухого воздуха, теоретически необходимого для окисления 1 кг топлива, определяется по ф-ле:

$$G_0 = K_0 \frac{100}{23,1} = 4,329 K_0.$$

Приведенное к 0° и 760 мм ртутного столба, это количество может быть выражено в m^3 следующей формулой:

$$V_0 = K_0 \cdot \frac{1}{1,4286} \cdot \frac{100}{20,9} = 3,349 K_0.$$

Д. И. Менделеев предложил весьма простые и удобные для практики соотношения, дающие с достаточной точностью для ориентировочных расчетов результаты:

$$\begin{array}{l} V_0 = \frac{Q_{раб.}}{900} = 1,1 \cdot \frac{Q_{раб.}}{1\,000}; \\ G_0 = \frac{Q_{раб.}}{714} = 1,4 \cdot \frac{Q_{раб.}}{1\,000}, \end{array}$$

где $Q_{раб.}$ —низшая теплопроизводительность 1 кг рабочего топлива. На практике расход воздуха при сгорании топлива бывает больше теоретически необходимого. Отношение количества воздуха, фактически поступившего в топку, к количеству воздуха, теоретически необходимому, называется коэффициентом избытка и обозначается буквой α . Величина этого коэфф-та в топке α_m зависит от конструкции топки, размеров топочного

пространства, расположения поверхности нагрева относительно точки, характера топлива, внимательности работы кочегара и пр. Наименьшую величину коэфф-та избытка воздуха—ок. 1,1—имеют пылевидные точки, а наибольшую, до 2 и более,—ручные точки для пламенного топлива без вторичного впуска воздуха. От величины коэфф. избытка воздуха в топке зависит состав и количество топочных газов. При точном вычислении состава и количества топочных газов следует также учитывать влагу, внесенную с воздухом за счет его влажности, и водяной пар, расходуемый на дутье. Первая учитывается введением коэфф-та ψ , к-рый есть отношение веса водяных паров, заключенных в воздухе, к весу сухого воздуха и м. б. назван коэфф. влажности воздуха. Второй учитывается величиною W_{ϕ} , к-рая равна количеству пара в кг, поступающего в топку, отнесенному к 1 кг сжигаемого топлива. Пользуясь этими обозначениями, состав и количество топочных газов при полном сгорании можно определить из приведенной таблицы.

Продукты полного сгорания 1 кг топлива при расходе воздуха с коэффициентом избытка α .

Наименование продукта сгорания	Вес в кг	При 0° и 760 мм рт. ст.	
		уд. в. (кг/м³)	объем в м³
Углекислый газ CO ₂	$3,667 \cdot \frac{C}{100}$	1,9643	$1,867 \cdot \frac{C}{100}$
Сернистый ангидрид SO ₂	$2 \cdot \frac{S}{100}$	2,8602	$0,6993 \cdot \frac{S}{100}$
Кислород O ₂	$(\alpha - 1) \cdot K_0$	1,4285	$0,7 \cdot (\alpha - 1) \cdot K_0$
Азот N ₂	$3,329 \cdot \alpha \cdot K_0 + \frac{N}{100}$	1,2572	$2,6479 \cdot \alpha \cdot K_0 + \frac{N}{100}$
Водяные пары H ₂ O	$\frac{9H+W}{100} + W_{\phi} + 4,329 \cdot \alpha \cdot \psi \cdot K_0$	0,8043	$\frac{9H+W}{80,43} + \frac{W_{\phi}}{0,8043} + 5,3823 \cdot \alpha \cdot \psi \cdot K_0$

Обычно принято учитывать водяные пары H₂O отдельно от сухих газов CO₂, SO₂, O₂, N₂ и CO, при чем состав последних вычисляют (или определяют экспериментально) в % по объему сухих газов. При полном сгорании топлива должны быть удовлетворены следующие пять уравнений:

$$CO_2 + SO_2 + O_2 + N_2 = 100; \quad (1)$$

$$\beta = 2,373 \cdot \frac{H - \frac{O}{8}}{C + \frac{3}{8} S}; \quad (2)$$

$$CO_2 + SO_2 + O_2 = 20,9 - \beta(CO_2 + SO_2); \quad (3)$$

$$\alpha = \frac{N_2}{N_2 - 3,785 \cdot O_2}; \quad (4)$$

$$\frac{SO_2}{CO_2} = \frac{3S}{8C}. \quad (5)$$

При неполном сгорании д. б. удовлетворены следующие семь уравнений:

$$CO_2 + SO_2 + CO + O_2 + N_2 = 100; \quad (6)$$

$$Q_3 = 56,7 \cdot C \frac{CO}{CO_2 + CO}; \quad (7)$$

$$\beta = 2,373 \cdot \frac{H - \frac{O}{8}}{C + \frac{3}{8} S}; \quad (8)$$

$$CO = \frac{Z}{0,6045 + \beta}; \quad (9)$$

$$Z = 20,9 - \beta(CO_2 + SO_2) - (CO_2 + SO_2 + O_2); \quad (10)$$

$$\alpha = \frac{N_2}{N_2 - 3,785 \left(O_2 - \frac{CO}{2} \right)}; \quad (11)$$

$$SO_2 = \frac{3S}{8C} (CO_2 + CO). \quad (12)$$

При расчете новых установок искомым является состав продуктов сгорания CO₂; SO₂, CO, O₂ и N₂, а данными величинами считаются: состав топлива (C, O, H, S), коэфф. избытка воздуха α и потеря от хим. неполноты сгорания Q₃. Последними двумя величинами задаются на основании данных испытания аналогичных установок или берут их по оценке. Наибольшие потери от химич. неполноты сгорания получаются в ручных топках для пламенного топлива, когда Q₃ достигает величины 0,05 Q_{раб.}. Отсутствие потери от химическ. неполноты сгорания (Q₃ = 0) можно получить в хорошо работающих ручных топках для антрацита, в топках для нефти и для пылевидного топлива, а также в правильно сконструированных механич. и шахтных топках. При экспериментальном

исследовании существующих топков прибегают к анализу газов, при чем чаще всего пользуются прибором Орса (см. Анализ газов), дающим состав газов в % по объему сухих газов. Первый отсчет по прибору Орса дает сумму CO₂ + SO₂, т. к. раствор едкого кали KOH, предназначенный для поглощения углекислого газа, одновременно с ним поглощает и сернистый ангидрид SO₂. Второй отсчет, после промывки газа во втором сифоне, где находится реактив для поглощения кислорода, дает сумму CO₂ + SO₂ + O₂. Разница их дает

содержание кислорода O₂ в % объема сухих газов. Все остальные величины находятся путем совместного решения вышеуказанных ур-ий. При этом нужно иметь в виду, что ур-ие (10) дает величину Z, которая м. б. названа х а р а к т е р и с т и к о й неполноты сгорания. В эту ф-лу входит коэфф. β , определяемый по ф-ле (8). Так как коэфф. β зависит только от химического состава топлива, а последний в процессе сгорания топлива все время меняется за счет постепенного окисления топлива и неодновременного выгорания его составных частей, то величина Z может дать правильную картину протекающего в топке процесса только при условии, что величины (CO₂ + SO₂) и (CO₂ + SO₂ + O₂) суть результаты анализа непрерывно берущихся средних проб за определенный достаточно долгий промежуток времени. Судить о неполноте сгорания по отдельным единичным пробам, взятым в какой-нибудь произвольный момент, никоим образом нельзя. Зная состав продуктов сгорания и элементарный анализ топлива, можно по нижеследующим ф-лам определить объем продуктов сгорания, условно отнесенный к 0° и 760 мм ртутного столба. Обозначив через V_{н.о.} полный объем

продуктов сгорания 1 кг топлива, $V_{c.g.}$ — объем сухих газов, а $V_{в.п.}$ — объем водяных паров, будем иметь:

$$V_{n.c.} = V_{c.g.} + V_{в.п.};$$

$$V_{c.g.} = \frac{C + 0,375 S}{0,5357 (CO_2 + SO_2)} = 1,867 \cdot \frac{C + 0,375 S}{CO_2 + SO_2};$$

$$V_{в.п.} = \frac{0,01 (9 H + W) + W_{\phi.} + \psi \cdot a \cdot G_0}{0,8043};$$

$$V_{n.c.} = \frac{C + 0,375 S}{0,5357 (CO_2 + SO_2)} + \frac{0,01 (9 H + W) + W_{\phi.} + \psi \cdot a \cdot G_0}{0,8043}.$$

продукты сгорания в произвольном сечении газохода, но такое распространительное толкование неправильно.

Лит.: Гавриленко А. П., Паровые котлы, М., 1924; Надежин А. А., Тепловой расчет котельной установки, М.—Л., 1927. А. Надежин.

ГАЗ БОЛОТНЫЙ, см. Метан.

ГАЗ ДЛЯ ВОЗДУХОПЛАВАНИЯ. Для наполнения воздухоплавательных аппаратов применяются: водород (см.), светильный газ (см.), гелий (см.), нагретый воздух и азот (см.).

В таблице приведены данные для химич. чистых газов; получаемый технический газ

Газы	Плотн., отнесенная к воздуху=1	Газовая постоянная	Вес 1 м ³ в кг при 0° и 760 мм рт. ст.	Подъемная сила 1 м ³ в кг при 0° и 760 мм рт. ст.	Подъемная сила в %, отнесен. к водороду = 100
Воздух	1	29,26	1,293	—	—
Азот	0,9673	30,25	1,2507	0,0423	3,5
Водород	0,0695	420,93	0,08987	1,203	100
Воздух нагретый (при 100°)	0,946	—	0,96	0,333	27,7
Гелий	0,137	211,93	0,1785	1,114	92,6
Светильный газ	0,35—0,52	—	0,45—0,67	0,843—0,623	70—51,8

На основании закона Бойля-Мариотта-Гей-Люссака, объем продуктов сгорания при температуре t и барометрич. давлении $P_б.$ найдется по формуле:

$$V_{n.б.} = V_{n.c.} \cdot \frac{t+273}{273} \cdot \frac{760}{P_б.}$$

Если обозначим через $G_{n.c.}$ вес продуктов сгорания, $G_{c.g.}$ — вес сухих газов, $G_{в.п.}$ — вес водяных паров, то будем иметь следующие соотношения:

$$G_{n.c.} = 1 + (1 + \psi) \cdot a \cdot G_0 + W_{\phi.} - 0,01 A$$

(где A — содержание золы в % от веса рабочего топлива) и

$$G_{в.п.} = 0,01(9 H + W) + W_{\phi.} + \psi \cdot a \cdot G_0;$$

$$G_{c.g.} = G_{n.c.} - G_{в.п.}.$$

2) Дымовые газы. По пути от топки к дымовой трубе к топочным газам примешивается воздух, присасываемый через неплотности в обмуровке газоходов. Поэтому газы при входе в дымовую трубу (называемые дымовыми газами) имеют состав, отличный от состава топочных газов, т. к. представляют смесь из продуктов сгорания топлива в топке и воздуха, присосанного в газоходах по пути от топки до входа в дымовую трубу. Величина присоса воздуха бывает на практике весьма различна и зависит от конструкции кладки, ее плотности и размеров, от величины разрежений в газоходах и многих других причин, колеблясь при хорошем уходе от 0,1 до 0,7 теоретически необходимого. Если обозначить коэффициент избытка воздуха в топке через $\alpha_m.$, а коэффициент избытка воздуха газов, уходящих в дымовую трубу, через $\alpha_y.$, то

$$\alpha_y = \alpha_m + (\text{от } 0,1 \text{ до } 0,7).$$

Определение состава и количества дымовых газов ведется по тем же ф-лам, что и для определения топочных газов; разница лишь в численной величине коэфф-та избытка воздуха $\alpha.$, от которого, конечно, зависит %-ный состав газов. На практике весьма часто под термином «дымовые газы» понимают вообще

содержит обычно, в зависимости от способа его добытия, аппаратуры и пр., не менее 1—3 % примесей, соответственно чему его подъемная сила уменьшается. Для наполнения привязных аэростатов (см.) и дирижаблей (см.) чаще всего применяется водород, как имеющий наибольшую подъемную силу, редко — гелий, вследствие трудности добытия его и сравнительно большой стоимости. Светильный газ, вследствие дешевизны, часто служит для свободных полетов на сферических аэростатах; для дирижаблей и привязных аэростатов его подъемная сила недостаточна. Нагретый воздух имеет ряд преимуществ (простота и дешевизна добытия, возможность пополнения в любом месте посадки и пр.), но вследствие незначительной подъемной силы применяется очень редко и только для специальных сферических аэростатов (тепловых, монгольфьеров). Азот, как нейтральный газ, применяется, с целью уменьшения опасности возгорания водорода, только в специальных аэростатах, имеющих двойную оболочку (промежуток между внутренней и внешней оболочками и заполняется азотом).

Водород добывается способами: заводскими и полевыми — нормальными и быстродействующими. Общие требования к различным способам для сравнительной оценки: 1) чистота получаемого газа (не ниже 97 % H₂) и отсутствие в нем вредных примесей; 2) дешевизна добытия, связанная с малым расходом химич. материалов, употреблением наиболее дешевых из них и легко получаемых, с простотой аппаратуры и обслуживания ее; 3) безопасность работ. В частности, для полевых способов имеют значение: 4) небольшие размеры и вес установки, удобство монтировки ее на повозки и автомобили; 5) небольшой вес исходного материала и удобство его перевозки; 6) кратковременность подготовки аппарата к работе; 7) сравнительная скорость добытия газа. Как общее правило, водород не

должен содержать примеси фосфорист. и мышьяковистого водорода; присутствие сероводорода, хлора и хлористого водорода может быть допущено только в незначительно малых количествах, не дающих ясной реакции (с соответствующими реактивами), так как эти примеси сильно влияют на сохранность оболочки азостата.

1. Заводские способы добычи водорода: 1) способ Дельвик-Флейшера (контактный), основанный на разложении паров воды раскаленным железом, при чем накаленная окись железа восстанавливается водяным газом (методически повторяющиеся процессы восстановления и окисления железа); 2) электролиз, основанный на разложении электрическим током водного раствора хлористых солей, перерабатываемых в едкие щелочи; 3) способ Линде-Франк-Каро, основанный на получении водяного газа и освобождении содержащегося в нем водорода от примесей: окиси углерода и углекислого газа; 4) способ Вольтер-Ринкера, основанный на разложении паров нефти при высокой t° .

Водород, получаемый заводским путем, компримируется в трубы (баллоны), представляющие собою цилиндры из цельнотянутой стали с внутренним диам. ок. 180 мм, наружным—от 198 до 200 мм и емкостью в 36—36,5 л. Водород содержится в трубах обычно под давлением 165—167 atm, что дает возможность в одну трубу вместить 5,5—5,8 м³ газа. Вес трубы 52—56 кг, длина с навинченным колпачком—1,6 м. Применяются трубы и большей емкости. Водород доставляется в воздухоплавательные части в трубах и может храниться там продолжительное время. При подсчете стоимости водорода, добытого заводскими способами, следует иметь в виду стоимость доставки труб к месту употребления и обратно на завод, при чем следует принять в расчет, что в товарный вагон укладывается 220—250 труб, на 3-м грузовик—55, на парную повозку—10—15, на двуколку—6—8 труб.

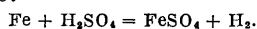
Из заводских методов наибольшее распространение имеют контактный и электролитический, дающие газ чистотой 97—99%. Способ электролиза распространен на Западе и в Америке; он выгоден там, где имеется дешевая электрическая энергия. В воздухоплавании часто пользуются водородом с заводов химического производства, на которых он получается как побочный продукт.

2. Нормальные полевые способы:

1) кислотный, 2) щелочно-алюминиевый, 3) щелочно-кремниевый (силиколевый).

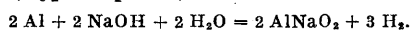
Кислотный способ основан на действии серной к-ты на железную стружку; этим способом наполнялись первые шары (см. *Воздухоплавание*) еще в 1783 г. В настоящее время он почти не применяется,

так как получаемый газ недостаточно чист (~95%) и содержит в себе углеводороды, сернистый и фосфористый водород, иногда и мышьяковистый водород, очищение же газа от этих примесей обходится дорого. На получение 1 м³ газа расходуется 7—8 кг химических материалов; реакция протекает по формуле:

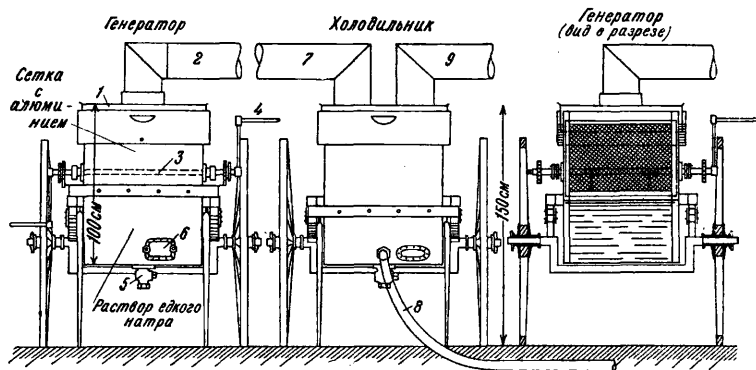


Установки для добычи водорода обычно монтировались на повозках и состояли из нескольких генераторов, холодильника, очистителей и сушиителей газа. Не считая расходов по очистке водорода, этот способ является наиболее дешевым из полевых способов. Производительность установки 50—100 м³/ч.

Щелочно-алюминиевый способ представляет собой в основе процесс взаимодействия алюминия и раствора едкого натра; ур-ие реакции:



Этот способ впервые введен в воздухоплавательных частях с 1904 года (в русско-японскую войну) и применяется до последнего времени, хотя и не является рациональным вследствие примитивности установки, дорогизны алюминия и значительного расхода исходных материалов (на 1 м³ водорода уходит алюминия 0,81—1,0 кг, едкого натра 1,5—2,4 кг). Достоинство этого способа—чистота газа (98%), имеющего примесь, главным образом, воздуха. Установка смонтирована на двуколке (фиг. 1) и состоит из генераторов для получения газа, холодильника для его охлаждения, двуколки для подачи воды, моторного насоса и повозки для химических материалов. Генератор состоит из железного ящика, закрытого сверху железной крышкой 1 с отверстием в ней для прохода газа через патрубков 2, соединяющий генератор с холодильником. В генераторе готовится раствор едкого натра, затем в него постепенно погружается, посредством валиков 3,



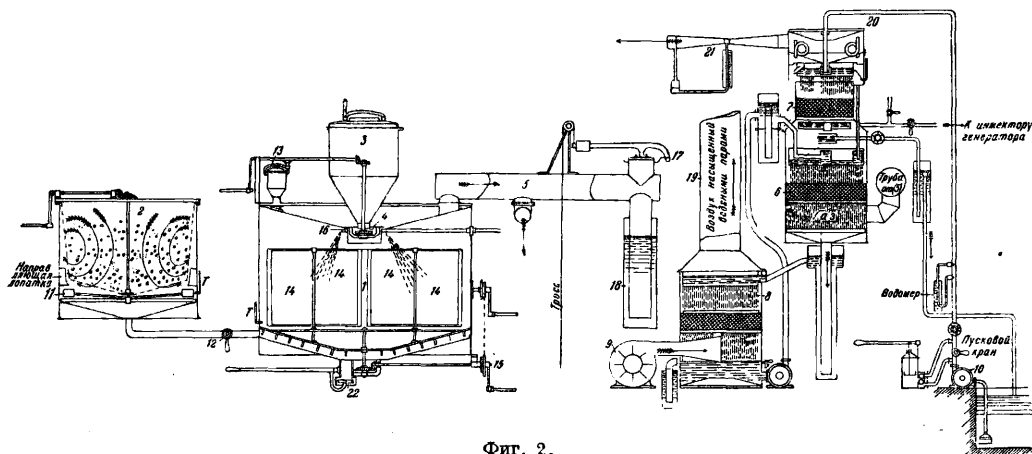
Фиг. 1.

соединенных железными цепями, и рукоятки для вращения 4, железная проволочная сетка, в которую накладывается алюминий. Для выпуска промывной воды в дно ящика вделан кран 5, для выпуска алюминатов—люк 6. Вес генератора—500 кг. Холодильник представляет собою железный ящик, соеди-

няющийся патрубком 7 с генератором; ящик разделен внутри вертикальными перегородками на четыре камеры, в которых циркулирует водород, охлаждаемый водой, подаваемой насосом через шланг 8. Водород через патрубок 9, вделанный в крышку, поступает из холодильника по шлангу в газгольдер (см.). В каждый генератор опускается 250 кг едкого натра и наливается 250—300 л воды. При помощи двух генераторов и одного холодильника добывается

вистый водород; поэтому при перевозке его и при работах по добытию газа необходимы особые меры предосторожности. Едкий натр употребляется с содержанием щелочи ~ 95 % и соды не более 3 %; хранится в герметически закупоренных и осмоленных железных барабанах по 50—200 кг в каждом.

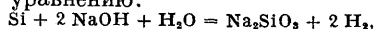
Силиколевые установки строятся полустационарного типа и подвижные (автомобильные и на повозках); производительность аппаратов—от 100 до 1000 м³ водорода



Фиг. 2.

~ 100 м³ водорода в час. Щелочно-алюминиевый способ, как нерациональный, на Западе не применяется.

Щелочно-кремниевый (силиколевый) способ основан на химич. взаимодействии щелочи (едкого натра) и ферросилиция или силиколя, представляющих собою сплав кремния (85—92 %) с железом. Примерный состав силиколя: кремния (Si) 90 %, титана (Ti) 0,6 %, железа (Fe) 4,3 %, алюминия (Al) 4,58 %, кальция (Ca) 0,15 %, углерода (C) 0,2 %, водяного пара (H₂O) 0,15 %, мышьяка (As) и фосфора (P) 0,2 %. Этот способ, при котором реакция протекает по уравнению:

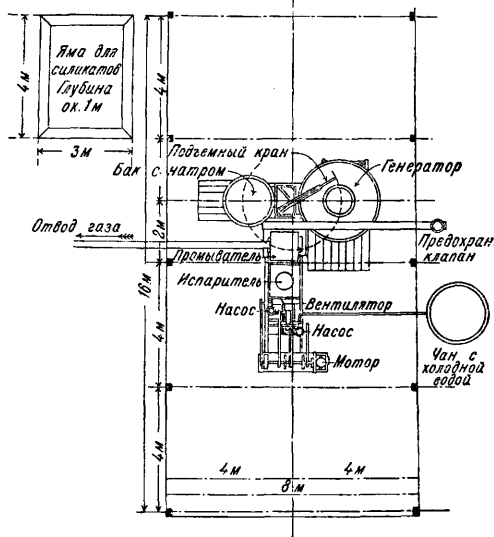


разработан в 1903 г. во Франции и до сего времени является наиболее рациональным и распространенным способом полевого добытия водорода; он широко применялся в войну 1914—1918 годов. Добываемый газ имеет чистоту ~ 98 %. На получение 1 м³ водорода теоретически требуется 0,6 кг чистого кремния и 1,79 кг едкого натра; практически расход материала находится в зависимости от содержания чистого кремния в силиколе: обычно силиколя идет 0,8—0,9 кг и едкого натра 1,3—1,6 кг. До войны силиколь вырабатывался только во Франции, теперь его изготовляют и в других странах. Для получения его нужны: чистый кварцевый песок, уголь, железные стружки и электрич. энергия. Силиколь употребляется в виде мелкого темносерого порошка, слегка блестящего; упаковывается в железные барабаны, обычно по 65 и 130 кг в каждом. Под влиянием атмосферной влажности силиколь выделяет ядовитые газы—фосфористый и мышьяко-

в час. Полустационарная установка дает приблизительно 600—800 м³ газа в час. Она состоит (фиг. 2): из генератора 1; бака для раствора едкого натра 2; бака для силиколя 3; распределителя 4 с мешалкой, механизмом и распределительными приборами; газового коллектора 5 с предохранительными гидравлич. и механич. клапанами; двух промывателей с горячей 6 и холодной 7 водой, с распределительными и сливными трубами; испарителя 8; вентилятора 9; насоса 10; подъемного крана, двигателя, трансмиссии, трубопроводов и пр. При работе в сетчатый ящик бака 2 помещается едкий натр, помощью лопаточек мешалки 11 вода в баке приводится в движение. В бак 3 помещается силиколь; находящийся под баком распределитель 4 способствует проходу силиколя в генератор, при чем скорость пропускания регулируется механически или от руки; раствор едкого натра поступает в генератор через впускной клапан 12. Крыльчатый салник 13 дает доступ смазочному маслу для уничтожения пены; четырехлопастная вращающаяся мешалка 14, приводимая в действие помощью трансмиссии 15, производит равномерное смешивание смеси. Темп-ра в генераторе поддерживается водяным инжектором 16. Образовавшийся в генераторе газ поступает из него через коллектор 5, снабженный предохранительным клапаном 17 и автоматич. гидравлич. затвором 18, в промыватели (Деларжа) с циркулирующей водой—сначала в горячей 6, с t° воды ок. 50°, а затем в холодный 7. Темп-ра газа, выходящего из генератора, выше 100°; газ содержит в себе приблиз. 80% водяных паров. При прохождении газа вода в промывателе частью испаряется,

частью охлаждается в испарителе 8, устроенном наподобие промывателя. В промывателе 6 температура газа понижается до 55° . Пройдя затем через холодный промыватель, газ освобождается от примеси воды в особом водоотделителе 20 и выходит через волюмометр 21. Вода в испарителе охлаждается струей холодного воздуха, поступающего в испаритель через центробежный вентилятор 9 и трубу 19. Баки загружаются едким натром и силиколом при помощи подъемного крана; для опораживания генератора после реакции служит выпускной клапан 22. Для приведения в действие всей установки требуется мотор мощностью 10—12 HP. На фиг. 3 показана схема установки для работы. Обслуживающий персонал 10—15 чел. Существуют и более мощные установки, с производительностью до $1\,000\text{ м}^3/\text{ч}$ и выше.

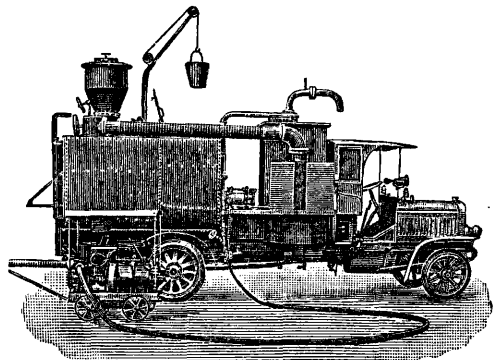
Наибольшее распространение в условиях фронта получили подвижные силиколевые аппараты франц. типа «Оксилит», требующие небольшого обслуживающего персонала и дающие значительное количество газа в непродолжительное время. Эти аппараты устанавливаются на двух повозках (на одной—генератор и баки, на другой—промыватели) или на автомобиле и на прицепной тележке. Схема аппаратов и их работы аналогична полустационарному типу; отличие состоит только в размерах, весе и расположении отдельных частей. В автомобильной установке электрич. энергия для работы механизма и для освещения получается от динамомашин, приводимой в действие передачей от автомобильного двигателя. Для одновременной зарядки баков установки



Фиг. 3.

требуется 220 кг силиколя и 500 кг едкого натра, что дает ок. 300 м^3 водорода через $2\text{—}2\frac{1}{2}$ ч. работы; последующие 300 м^3 получаются приблизительно через 1 час. Для приготовления раствора едкого натра в бак наливается столько воды, чтобы плотность раствора была $39\text{—}40^{\circ}\text{ В}^{\circ}$; t° раствора перед пуском в генератор д. б. не ниже 70° .

К началу образования газа, наступающему вскоре после опускания силиколя в генератор, t° реакции достигает $\sim 110^{\circ}$; в случае ее значительного повышения в генератор добавляется при помощи инжектора вода. Расход холодной воды для промывки газа—10 л на 1 м^3 водорода. Вес автомобиля с установкой—5,5 т, прицепа с тележкой с промывателями и пр.—3,4 т. Команда в 18 чел.,

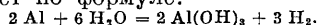


Фиг. 4.

работая посменно, может добыть $6\,500\text{ м}^3$ газа в сутки, что позволяет одной установке обслуживать несколько воздухоотрядов. Немецкие аппараты фирмы Шуккерт по своему устройству аналогичны аппаратам типа «Оксилит». Подвижные установки, смонтированные на двух повозках, позволяют добывать $200\text{—}220\text{ м}^3$ газа в час; автомобильная установка (фиг. 4) дает $300\text{—}350\text{ м}^3$ водорода в час.

Быстродействующие полевые способы применяются в тех случаях, когда надо в короткое время получить большое количество газа; вследствие большей стоимости добывания газа эти способы, при обычной работе воздухоплавательных частей, большого распространения не имеют. Наиболее часто применяются способы: 1) активного алюминия, 2) гидролита и 3) гидроженита.

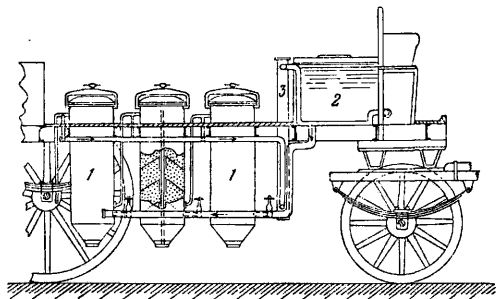
1) Активный алюминий получается из сплава алюминия (89—97%) и олова (11—3%). Сплав подвергается специальной химич. и механической обработке с целью повышения способности алюминия вступать во взаимодействие с водой, при к-ром и выделяется водород. Изготовленные из сплава пластинки покрываются амальгамой, состоящей из трех весовых частей ртути и одной цинка, и прокаливается затем в особой нагревательной печи. Атмосферная влага действует на активный алюминий медленно, но при продолжительном действии его активность уменьшается, поэтому алюминий хранится в герметической упаковке. Реакция протекает по формуле:



При соприкосновении активного алюминия с водой реакция начинается с его поверхности, при чем выделяется теплота, ускоряющая процесс образования водорода, проходящий вообще очень интенсивно. Для получения 1 м^3 газа требуется ок. 0,9 кг активного алюминия. Газ получается очень высокой чистоты (выше 99%). Добывание водо-

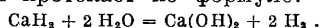
рода производилось на опытном заводе системы японского профессора Уено, а также в обычных генераторах щелочно-алюминиевых аппаратов.

2) Вторым из быстродействующих способов является способ добывания водорода при помощи гидролита—водородистого кальция, легко вступающего в реакцию с водой. Для получения гидролита готовят, путем электролиза расплавленного хлористого кальция, металлический кальций в полосах, которые затем помещают в муфельные печи и нагревают до высокой t° . Над нагретыми полосами пропускают чистый водород, который ими и поглощается. Металлич. кальций при этом видоизменяется, превращаясь в куски мышиного цвета. Гидролит хранится в герметич. укупорке. Полевые аппараты для получения водорода из гидролита (фиг. 5), построенные во Франции в войну 1914—1918 гг., очень просты; они устанавливаются на одной повозке и состоят из генератора 1, холодильника 2, коллектора 3 и трубопроводной арматуры. Аппарат дает $\sim 1500 \text{ м}^3$ газа в час. Процесс получения водорода заключается в последовательном действии на гидролит сперва



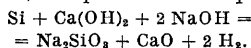
Фиг. 5.

водой, а затем образующейся смесью водяных паров и уже выделившегося газа. Реакция протекает по формуле:



Добываемый газ—высокого качества, сухой и почти без примесей. На получение 1 м^3 газа идет $0,95 \text{ кг}$ гидролита.

3) Третий из быстродействующих способов заключается в применении гидроженифта, порошкообразной смеси из ферросилиция, едкого натра и извести. При действии воды на эту смесь она выделяет водород. Реакция протекает по формуле:



Выделяющийся газ проходит через очиститель и сушитель. Существующие аппараты Жюбера очень удобны; они дают газ чистой 99% , но для получения 1 м^3 водорода расходуют 3 кг гидроженифта, вследствие чего применяются мало. Аппараты других систем (Майерта и Рихтера, Якоби) требуют еще большего расхода исходных материалов.

Из всех перечисленных способов добывания водорода наиболее рациональными являются: для наполнения дирижаблей (даже в условиях военных действий, в тылу)—заводские способы, как наиболее дешевые и дающие возможность сосредоточить

большое количество газа в одном месте; для наполнения аэростатов в мирное время—заводские, а в военное—заводские и полевые (нормальный—силиколевый и быстродействующие—активного алюминия и гидролита).

Для перевозки газа, помимо труб, применяются также и газовые поезда, состоящие из платформ с установленными на них газовыми цистернами. Газ в цистернах находится под давлением $100\text{--}200 \text{ atm}$; на одной платформе перевозится в цистернах $1750\text{--}2500 \text{ м}^3$ газа.

Н. Лебедев.

ГАЗ ЕСТЕСТВЕННЫЙ, газ, выходящий из недр земли на ее поверхность. В состав таких газов входят углеводороды (метан, этан и т. д.), углекислота, азот и друг. В более узком смысле Г. е. называются горючие природные газы, встречающиеся как совместно с нефтью, так и независимо от нее в самостоятельных газовых месторождениях. Выходы Г. е. широко разбросаны на поверхности земного шара и приурочены к породам самого разнообразного геологического возраста. Поэтому Г. е. довольно рано стал применяться для освещения рудников (Слатина в Венгрии) и даже целых городов (Генуя), для обжига извести (Баку) и т. п. Г. е. почти всегда сопровождает природную нефть, при чем в каждом нефтеносном районе можно проследить все переходы от б. или м. газированной нефти до сухого Г. е. Отсюда понятно, что с возникновением нефтяной промышленности число месторождений Г. е. стало быстро увеличиваться. Однако лишь за последние 35—40 лет, в связи с открытием мощных залежей горючих газов в Америке и некоторых странах Европы, Г. е. стал приобретать в промышленности подобающее ему значение. Первое место по добыче и потреблению Г. е. принадлежит в настоящее время С. Ш. А. (Западная Виргиния, Оклахома, Пенсильвания, а также Луизиана и Калифорния). На долю всех остальных стран, как это видно из табл. 1, приходится менее 10% мировой добычи Г. е.

Табл. 1.—Добыча газа естественного по странам (в тыс. м^3).

Страны	1924 г.	1925 г.
С. Ш. А.	32 324 450	33 653 027
Канада	421 395	472 297
Польша	438 004	535 093
Румыния	362 322	—
СССР	26 800	127 700

В СССР важнейшие месторождения Г. е. находятся в районах Бакинском (особенно Сураханы и Биби-Эйбат) и Грозненском; кроме того, известны месторождения: Дагестанские Огни (около Дербента), Ставропольское (С. Кавказ), Урало-Эмбенское (Досор) и Дергачевское (Новоузенский район, Пугачевского округа). Известны также, но мало разведаны месторождения Г. е. во многих других районах СССР, как то: Керченском, Темрюк-Таманском, Кубано-Черноморском, Бердянском, Закаспийском, Ферганском, на о-ве Челекене, о-ве Сахалине,

в Ужтинском районе и Прибайкальи. В некоторых случаях выходы Г. е. приурочены к грязевым сопкам (вулканам), грифоны которых выделяют газ, по своему составу не отличающийся от Г. е. из буровых скважин. По размерам добычи Г. е., как видно из табл. 1, СССР далеко отстал не только от С. Ш. А., но и от Зап. Европы. За последние годы, однако, эта отрасль промышленности начинает быстро развиваться и у нас (табл. 2), хотя пока лишь в наших основных нефтеносных районах—Бакинском и Грозненском.

Главной составной частью Г. е. являются метан и его гомологи. Содержание метана в нек-рых природных газах достигает 98—99% (Венгрия), но обычно оно ниже; остаток составляют другие углеводороды и газы. Так назыв. сухой Г. е. содержит до 90% метана и выше (Питтсбург, Сураханы, Дагестанские Огни и др.). Во влажных газах содержание метана значительно меньше; на первое место здесь выступают гомологи метана: этан, пропан, бутан, пентан и т. д., находящиеся частью в газообразном, частью в паробразном состоянии. При

ак, фосфористый водород, встречаются в газе естественном также лишь в виде следов.

Г. е. применяется гл. обр. для освещения и как источник тепла (для паровых котлов, домашних очагов и пр.). Влажный Г. е. приобрел за последнее время громадное значение также в качестве исходного продукта для получения легкого бензина (см. *Бензин из газа*), а сухой—для переработки на высокосортную сажу, применяемую в резиновой и других видах промышленности.

Лит.: Стопневич А. Д., Природные горючие газы, «Поверхность и недра», П., 1917, 2—3 (11—12); Стопневич А. Д., Природные газы в России, П., 1920; Гурвич Л. Г., Научные основы переработки нефти, 2 изд., М.—Л., 1925; Черепеников А., Горючие природные газы. Годовой обзор минеральных ресурсов СССР за 1925/26 г., Л., 1927 (здесь же новейшая литература вопроса); Оберфельд Г. и Алден Р., Газоли из природного газа; перевод с английского, Москва—Ленинград, 1926.

С. Наметкин.

ГАЗ ЖИДКИЙ, см. Жидкие газы.

ГАЗ КОЛОШНИКОВЫЙ, газ, выделяемый через колошник, засыпное отверстие шахтных печей. Г. к. представляют ценный горючий материал в тех случаях, когда в печах совершается восстановительный процесс, так как они в таком случае содержат избыток восстановителя—окси углерода—и сверх того немного водорода и еще меньше болотного газа. Такими являются Г. к. доменных печей, которые утилизируются для отопления воздухонагревателей. В самое последнее время применение Г. к. приобрело особенно важное значение для *двигателей внутреннего сгорания* (см.). Имея доменные печи, металлургический завод для передела всего своего чугуна в сортовое железо может обойтись без употре-

бления какого-либо иного топлива, кроме газов, какие получаются в доменном це-пе при производстве кокса и чугуна. В приводимой ниже таблице указан примерный состав колошниковых газов (в объемных %) древесноугольных (анализы 1—3)

Состав колошниковых газов доменных печей (в объемных %).

Анализы	CO ₂	CO	CH ₄	H ₂	N ₂
Древесноуг. печи:					
1.	10,8	27,6	1,4	9,8	50,4
2.	11,5	27,1	1,2	7,2	53,0
3.	11,8	27,9	1,3	8,1	50,9
Коксовые печи:					
4.	15,0	24,6	1,4	9,4	49,6
5.	5,7	32,5	0,3	2,5	59,0
6.	9,8	30,0	0,2	3,1	56,9
7.	11,5	28,8	0,2	2,5	57,0
8.	12,1	27,0	0,3	3,0	57,6
9.	13,4	25,8	0,2	2,6	58,0
10.	14,8	25,0	0,2	3,6	56,4

и коксовых (анализы 4—10) доменных печей. Первые отличаются более высоким содержанием горючих составных частей, и теплотворная способность их обыкновенно

Табл. 2.—Добыча естественного газа в СССР (в тыс. м³).

Районы	1916 г.	1923/24 г.	1924/25 г.	1925/26 г.	1926/27 г.
Бакинский	84 000	26 800	87 200	156 200	166 200
Грозненский	16 000	—	37 800	59 300	87 600
Дагестанские Огни	—	—	—	11 000	—
Дергачевский	5 600	—	2 700	1 000	—
Урало-Эмбенский	—	—	—	300	1 150
Ставропольский	5 300	—	—	—	—
Темрюкский	400	—	—	—	—
Всего	111 300	26 800	127 700	227 800	254 950

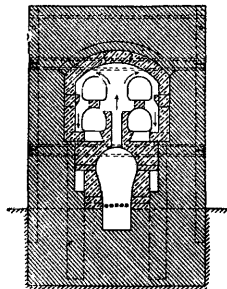
ожигении такого газа получается конденсат со свойствами легких бензинов, однако в больших количествах в нем могут встречаться углеводороды с $t_{кип}$ даже выше 150°. Почти постоянной составной частью Г. е. является углекислота. Обыкновенно она находится в Г. е. лишь в незначительном количестве, но известны случаи, когда содержание углекислоты в Г. е. достигает 20—30 и даже 50% (Балаханы, Биби-Эйбат). Кислород и азот также представляют собою одну из почти постоянных составных частей Г. е. Если отношение азота к кислороду в Г. е. таково же, как в воздухе, т. е. 4:1 (по объему), то источником этих газов является, очевидно, воздух. Однако в некоторых случаях содержание азота бывает значительно больше; последний составляет иногда даже главную часть Г. е., при незначительном содержании кислорода и других газов; таков, например, Г. е. в штате Орегон С. Ш. А., содержащий 97,9% азота и только 2% метана. В нек-рых Г. е. обнаружен гелий. В Г. е. Кавказа (С. Ш. А.) содержание гелия достигает 1,8% при высоком содержании азота. Содержание водорода в газе естественном, по новейшим аналитическим данным, ничтожно. Другие газы, как то—окись углерода, сероводород, амми-

не меньше 1000 Cal на м³; теплотворная способность вторых—обыкновенно не выше 900—950 Cal на м³.

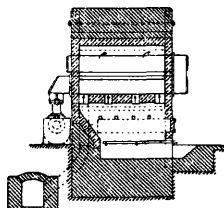
Учет количества Г. к. и запаса тепловой энергии в них является важной технич. задачей; она разрешается исходя из химич. состава газов; анализ их должен давать ок. 39% суммы CO₂+CO в коксовых и ок. 38% в древесноугольных печах, при чем содержание N₂ в первых может колебаться в пределах 56—58%, а во вторых—50—53% (высокое содержание N₂ и низкий расход горючего уменьшают % N₂, и наоборот). Вследствие неполноты поглощения CO при производстве анализа, во многих литерат. источниках (журн. статьях, учебниках, справочн. книгах) указывается пониженное содержание в Г. к. CO и преувеличенное N₂; в приводимой табл. даны проверенные расчетом анализы. Техника безопасности см. *Доменное производство*. М. Павлов.

ГАЗ НЕФТЯНОЙ, Oelgas, горючий газ, получаемый разложением нефти и ее продуктов при высокой температуре.

В качестве сырья для получения Г. н. пользуются в настоящее время сырой нефтью, нефтяными остатками (мазут), а также соляровым дистиллатом, к-рые под небольшим давлением, обычно самотеком, поступают в нагретые до красного каления реторты и здесь под влиянием высокой t° разлагаются, образуя Г. н., нефтяную смолу и



Фиг. 1.



Фиг. 2.

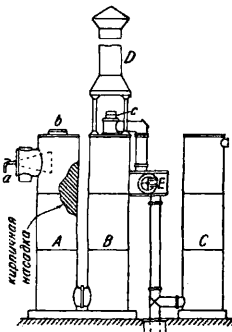
кокс. Употребляемые при этом реторты располагаются по несколько штук в одной печи. В печах Пинча с двойными железными ретортами (фиг. 1—поперечный разрез, фиг. 2—продольный разрез) последние расположены горизонтально, в количестве 2—3 на печь. Реторта состоит из 2—3 соединенных между собой колен, каждое длиной до 1,5 м и более. Подогретый нефтепродукт поступает в верхнее колено, отсюда переходит в среднее и нижнее. Образующийся при этом Г. н. направляется далее в гидравлику, общую для нескольких реторт, где задерживается нефтяная смола,—пары же легко летучих углеводородов и нефтяной газ идут в холодильники и далее в скрубберы. В ретортах остается кокс, который периодически должен быть из них удаляем—частью механически, частью путем выжигания. Температура реторты во время процесса поддерживается между 800 и 900°, при чем в нижней части реторты она бывает примерно на 100° выше, чем в верхней. Из 100 кг нефти или нефтепродукта получается до 60 м³ Г. н., 25—30 кг газовой смолы и 4—5 кг

Т. Э. т. IV.

кокса. Около 16% сырья идет на обогрев реторт. При работе не на Г. н., а на газовую смолу, для дальнейшей ее переработки на ароматические углеводороды, используются также печами Пиккеринга с шамотовыми ретортами, которые изнашиваются меньше железных. Реторты, высотой до 3 м, расположены вертикально по периферии цилиндрической печи, в количестве до 8 штук. Нагревание доводится до 650°.

Отдельные способы получения Г. н. существенно отличаются друг от друга, между прочим, тем, что, в целях увеличения выходов на нефтяной газ, утилизируют в самом процессе производства газовую смолу, а иногда также и кокс. Примером такого рода устройства может служить способ Юнга и Белла, иначе называемый пибльским способом (по имени шотландского города Пибль, где он впервые был применен). Процесс ведется здесь в ретортах при невысокой t° (500—600°). Образующийся сырой газ промывается далее не водой, а свежей порцией масла, к-рое вместе с поглощенной им газовой смолой поступает затем в реторту. Т. к. образование смолы при этом способе происходит при сравнительно низкой темп-ре, то в смоле содержится мало ароматич. углеводородов, и газификация ее происходит поэтому так же легко, как и газификация нефти. Крупным недостатком пибльского способа являются большие выходы на кокс (до 25% сырья). Этот кокс представляет собою хорошее топливо, но образование его в ретортах в таком количестве вызывает слишком частые перерывы в работе для его удаления, а также ускоряет износ реторт. Выход на Г. н. по пибльскому способу достигает 65 м³ на 100 кг сырья.

Кроме реторт для получения Г. н. используются также разного рода генераторными печами, при чем в процессе производства здесь происходит утилизация всего кокса и части газовой смолы в качестве топлива. Подогрев сырья ведется здесь уже изнутри, а не снаружи, как при ретортных способах. Примером может служить генераторная печь Пинча (фиг. 3), состоящая из трех основных частей: испарителя А, перегревателя В и гидравлики Е. Испаритель и перегреватель заполнены шамотовым кирпичом и внизу соединены друг с другом свободным ходом. В верхней части испарителя имеется штуцер а с форсункой. Продукты горения проходят через испаритель и перегреватель и через открытый лаз с вступают в трубу D (период обогрева). Когда достигнута необходимая t°, закрывают форсунку, запирают лаз и через особый вентиль b пускают нефть в испаритель (период газификации). Здесь, встречая раскаленный кирпич, нефть испаряется и, проходя через перегреватель, превращается в газ, который через гидравлику Е



Фиг. 3.

встречая раскаленный кирпич, нефть испаряется и, проходя через перегреватель, превращается в газ, который через гидравлику Е

направляется в промывной аппарат С и далее в очистители. Когда температура внутри аппарата, согласно показанию пирометра, падает, прекращают подачу нефти, открывают лаз и форсунку, пока не будет достигнута требуемая температура. Последняя в начале процесса достигает 750—1 000° в испарителе и 750—850° в перегревателе; к концу температура падает до 650—800° в испарителе и до 720—770° в перегревателе. Выходы на газ и смолу по этому способу те же, что при работе в ретортах. Генераторная печь Пинча работает периодически; чтобы сделать процесс непрерывным, было предложено одновременно с нефтью вводить в печь такое количество воздуха, чтобы при сгорании нефти выделялось ровно столько тепла, сколько надо для поддержания в печи необходимой темп-ры. Однако такие способы получения горючего газа из нефти пока еще не получили сколько-нибудь широкого распространения.

Очистка Г. н. значительно проще очистки каменноугольного газа, т. к. Г. н. содержит значительно меньше углекислоты и сероводорода и совершенно свободен от аммиака и синильной к-ты. Поэтому главная задача очистки сводится здесь к освобождению Г. н. от воды, газовой смолы и следов сероводорода, для чего применяются те же методы, что и при очистке каменноугольного газа (см. *Газовое производство*). В тех случаях, когда ведется утилизация ароматич.

Г. н. для последующей утилизации хранится не в газгольдерах, а в баллонах, т. е. в сгущенном состоянии, необходимо, в целях придания ему большего постоянства состава и более ровной светосилы, тщательно удалить из него наиболее легко сгущаемые углеводороды. Такой обработке подвергается, например, получивший за последние 20 лет широкое распространение так называемый *блаугаз* (см.).

Наилучшим сырьем для получения Г. н. является соляровое масло; более тяжелые масла дают худшие результаты. Из углеводородов различных рядов лучше всего газифицируются парафиновые углеводороды; за парафинами следуют олефины и, наконец, нафтеновые углеводороды; ароматич. углеводороды газифицируются наиболее трудно. Состав Г. н. мало зависит от исходного сырья. По Гемпелю, сходственные масла дают при газификации газ сходственного состава не только в качественном, но и в количественном отношении. Зависимость от исходн. материала обнаруживается только при сырье, глубоко различном по составу, наприм. при газификации легкого бензина и какого-либо минерального масла. В весьма сильной степени состав Г. н. зависит от t° , при которой он получается: по мере повышения t° содержание олефинов и этана в Г. н. все более и более падает; содержание же водорода и метана возрастает; вместе с тем падает и сила света Г. н. В табл. приведены данные,

Характеристика нефтяного и светильного газов.

Свойства газов и состав (в %)	Сила света нефтяного газа в норм. свечах *						Газ светильный
	16,2	12,6	9,0	7,3	6,5	4,5	
Парообр. углеводороды	1,0	0,8	0,8	0,3	0,5	0,2	—
Олефины	36,2	29,1	27,1	24,1	21,2	12,5	3,6—4,8
Этан C_2H_6	12,6	11,7	9,8	8,4	5,3	2,3	—
Метан CH_4	27,4	38,0	40,4	39,6	42,3	45,9	29,0—35,2
Водород H_2	8,9	10,2	14,1	18,9	20,6	33,7	48,6—51,9
Окись углерода CO	2,7	3,7	2,5	2,1	3,3	1,7	7,7—9,2
Углекислота CO_2	0,4	0,7	0,4	0,6	0,8	0,9	1,8—2,0
Кислород O_2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,7	0,4	0,3—0,5
Азот N_2	6,8	5,5	4,6	5,1	5,3	2,3	2,1—4,6
Уд. вес	0,6—0,9						0,35—0,48
Теплота сгорания	10 000—12 000 Cal на 1 м ³						4 800—6 000 Cal на 1 м ³
Содержание серы	25—30 г на 100 м ³						10—100 г на 100 м ³

* При расходе 35 л в 1 ч.

углеводородов, образующихся при пироге-нетическом разложении нефти, Г. н., после ряда водяных или воздушных холодильников, просасывают с помощью эксгаустеров в скрубберы. Последние представляют собою высокие цилиндры с деревянными решетками, по которым сверху вниз, обратно току газа, стекают смоляные остатки от того же производства. Пройдя через несколько таких скрубберов, Г. н. лишается почти нацело находящегося в нем в парообразном состоянии ароматических углеводородов, которые, растворяясь в смоляных остатках, образуют т. н. скрубберное масло. Путем перегонки в аппаратах с небольшой колонкой из скрубберного масла выделяется до 20% легкого масла, поступающего далее на колонные аппараты для получения из него бензола и толуола. В тех случаях, когда

характеризующие зависимость силы света Г. н. от состава, а вместе с тем приведены для сопоставления состав и свойства светильного газа (из каменного угля).

Г. н. бесцветен, обладает довольно резким запахом; его удельный вес и теплотворная способность почти в два раза, а сила света пламени в 3—4 раза, больше, чем у светильного газа; аппарат для получения Г. н. значительно проще, чем для получения каменноугольного газа. Причины, почему, несмотря на все указанное, Г. н. не вытеснил каменноугольного газа, заключаются в том, что: 1) каменный уголь встречается значительно чаще, чем нефть; 2) добыча светильного газа сопровождается получением продуктов (кокс и каменноугольная смола), представляющих для современной промышленности громадную ценность.

Г. н. всегда содержит небольшое количество паров ароматическ. углеводородов—бензола, толуола, ксилола, нафталина—всего ок. 1%. Значительно больше ароматич. соединений содержится в газовой смоле (нефтяной), особенно при ретортной газификации нефтяных продуктов. При пирогазации нефтяных продуктов в хорошо подобранных условиях выходы достигали в Баку: на ароматич. углеводороды 7—10% от переработанного сырья, на бензол 4—6%, на толуол 3—4%.

Г. н. находит широкое применение: 1) для освещения и снабжения газом з-дов, лабораторий и других аналогичных учреждений; 2) в сжатом состоянии, в цилиндрах, для освещения железнодорожных вагонов, маяков, а также для автогенной сварки и тому подобных целей; 3) в отдельных случаях для освещения городов (Казань) или для подмешивания к светильному газу в целях увеличения его силы света.

Лит.: Л ю б а в и н Н. Н., Технич. химия, т. 5, ч. I, М., 1910; Chem. Technologie, 2 Aufl., hrsg. v. F. Peters, B. 1, Stg., 1925; Scheithauer W., Die Braunkohlenteerprodukte u. d. Ölgas, Hannover, 1907. **С. Наметкин.**

ГАЗ РУДНИЧНЫЙ, газ, образовавшийся при процессе обугливания органич. массы растительных остатков и выделяющийся в подземных выработках из пластов каменного угля или из трещин в породах, прилегающих к этим пластам. Главная составная часть Г. р.—*метан* (см.). Наряду с метаном в процессе углеобразования выделяется и углекислота CO_2 , но этот газ при дальнейших геохимическ. процессах частью расходуется на образование карбонатов, а частью растворяется в воде, покрывающей толщу растительных остатков, из которых образуется уголь, тогда как метан, нерастворимый в воде, остается в пласте угля и в соприкасающихся с ним породах. При дальнейших геологических процессах часть метана улетучилась, но значительная часть осталась в угле и окружающих породах. Количество оставшегося в угле метана зависит от характера окружающих его пород и условий их залегания: с увеличением глубины залегания угольного пласта увеличивается и количество содержащегося в нем метана; содержание метана доходит до 1,5 л и выше на 100 г угля. Наибольшие скопления метана обычно встречаются в коксующихся углях, но иногда и в антрацитах. Метан в угле может находиться: 1) в свободном состоянии в пустотах, трещинах и порах самого угля и окружающих его пород (свободный метан); 2) в сгущенном и растворенном виде (окклюдированное состояние) на поверхности угольных частиц или в виде твердого молекулярного раствора в угле. Процессы выделения метана из угля различны, в зависимости от характера распределения его в угле, а также от физич. свойств и геологич. условий залегания последнего. При выемке угля метан может выделяться из трещин угольного пласта или пород сосредоточенной струей под некоторым избыточным давлением с отчетливо слышимым шумом (суфляры); такое выделение может продолжаться иногда в течение ряда лет. Кроме того метан

может выделяться постепенно со всей площади забоя, стенок выработок, проведенных в целиках угля, и с поверхности уже отбитого угля. Иногда замечается усиленное выделение метана в момент отбойки угля (особенно при твердых углях), сопровождающееся характерным потрескиванием. При значительных скоплениях в угле под большим давлением, метан часто внезапно выделяется в больших объемах, при этом выделение сопровождается сильным разрыхлением и выбрасыванием значительных масс угля. Выделяющийся из угля метан содержит всегда некоторое количество примесей в виде углекислоты, свободного азота, кислорода и иногда в небольших количествах—водорода, этана и тяжелых углеводородов (этилен).

Смесь метана с воздухом обладает способностью взрываться. Взрывчатые свойства такой смеси проявляются при содержании метана в воздухе не ниже 5,5% (нижний предел) и не выше 14% (верхний предел), достигая максимума при 8—9%. В присутствии этана нижний предел взрываемости смеси понижается. Темп-ра воспламенения взрывчатой смеси 650° , но для взрыва при этой t° смесь требует предварительного подогревания в течение 10 сек. (в присутствии же этана запаздывание взрыва значительно меньше); при 1300° взрыв происходит почти мгновенно. Взрыв может произойти, если смесь нагреется до опасной t° даже в каком-либо одном месте; в этом случае он распространяется по всей остальной массе рудничного воздуха, хотя бы содержание метана в нем и не достигало 5,5%. Если воздух содержит 12% кислорода или более 19% углекислоты, то взрыв не происходит. Воспламенение смеси может произойти: от открытого огня, раскаленного тела, вольтовой дуги и электрич. искры. Эти взрывы сопровождаются гибелью рабочих и механич. разрушениями (см. *Взрыв пыли*).

Борьба с опасностью взрывов является довольно сложным делом. Единственным средством против скоплений метана в подземных выработках является усиленная их *вентиляция* (см.). Во всех газовых рудниках запрещено пользоваться открытым огнем. Освещение в них производится исключительно предохранительными лампами—пламенными или электрическими аккумуляторными. Все электрич. приборы и машины должны быть так устроены, чтобы была исключена возможность соприкосновения взрывчатой смеси с могущей появиться вольтовой дугой или электрич. искрой. Последняя особенно опасна при токе высокого напряжения. Электромоторы, применяемые в атмосфере, насыщенной Г. р., защищаются непроницаемым кожухом, через который пламя взрыва газа не может проникнуть наружу. Особые предосторожности соблюдаются в газовых рудниках при производстве *взрывных работ* (см.).

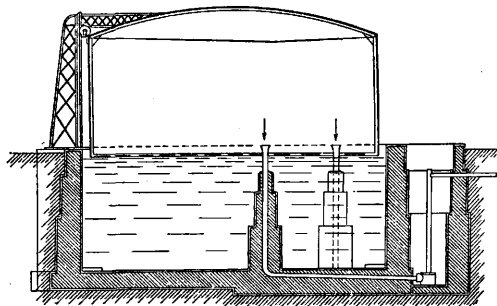
Лит.: Черныцын Н., Рудничный газ, Харьков, 1917; Rudolph K., Theoretische Betrachtungen über Gasausbrüche im Steinkohlenbergbau, «Glückauf», Essen, 1927, 44, 46; Lalignant G., Du grison et des dégagements instantanés, «Revue de l'Industrie Minière», Paris, 1927, 165; Co ward H. and Hartwell T., The Limits of Inflammability of Firedamp in Atmospheres which Contain Blackdamp,

«Safety in Mines Research Board Papers», London, 1926, 19; Wheeler R., The Electric Ignition of Firedamp, *ibidem*, 20. А. Гармаш.

ГАЗ САТУРАЦИОННЫЙ, смесь газов (CO_2 , CO , водяного пара и воздуха), получаемых при сгорании топлива в процессе обжига известняка или мела. Г. с. применяется в свеклосахарном производстве для насыщения (очистки) свекловичного сока, смешиваемого с известью с целью осаждения несахаров, а также в содовом производстве для насыщения аммиачно-соляного раствора. Обжиг известняка или мела производится на сахарных заводах в особых и известковых обжигательных печах. См. *Сахарное производство* и *Содовое производство*.

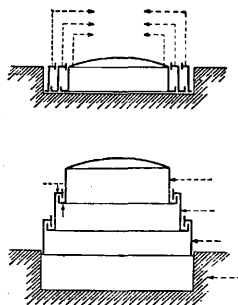
Лит.: Зув М. Д., Свеклосахарное производство, Дефекция и сатурация, М., 1922. А. Сиягин.

ГАЗ СВЕТИЛЬНЫЙ, см. *Светильный газ*.
ГАЗГОЛЬДЕР, газоем, является связующим звеном между производством и потреблением газа. Избыток производимого газа аккумулируется в Г., откуда поступает по мере надобности в газосную сеть.



Фиг. 1.

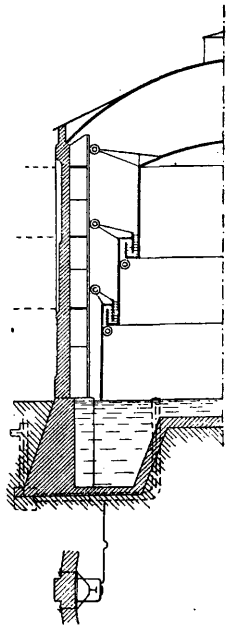
Г. строят двух типов: мокрые и сухие. Мокрый Г. состоит из плавающего в водном бассейне железного колокола, при чем вода служит гидравлическим затвором. При поступлении газа колокол поднимается вверх по особому направляющему каркасу, обеспечивающему правильное положение колокола. Ввод и выпуск газа из Г. происходит по трубам, ведущим через воду во внутрь колокола. На фиг. 1 представлен простой Г., применяемый обычно для целей выравнивания давления при производстве водяного газа, водорода, азота, кислорода и т. п. При производстве светильного газа применяют раздельные, т. н. телескопич. Г., состоящие из 2—6 звеньев (фиг. 2



Фиг. 2 и 3.

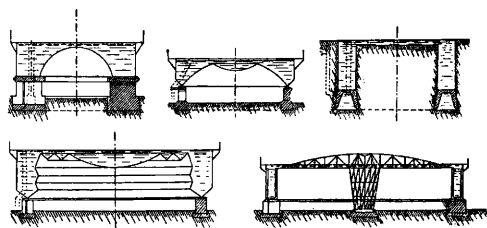
и 3). Верхний край каждого звена в таком Г. изогнут желобообразно внутрь, а нижний—наружу. Когда колокол Г. поднимается вверх, эти желоба входят один в другой, и вода, находящаяся в нижнем желобе, служит гидравлическим затвором. Чем больше звеньев, тем целесообразнее может быть использован газгольдер, но тем затрудни-

тельнее устройство удовлетворительных направляющих приспособлений. На фиг. 4 представлена схематически одна из самых распространенных систем направляющих для трехчленного колокола в виде роликов, скользящих по вертикальным направляющим. В местностях с суровым климатом на каменном основании бассейна воздвигается вокруг Г. стена с предохранительной крышей. В этом случае направляющий железный каркас м. б. более легкой конструкции, т. к. отпадает нагрузка на изгиб от давления ветра. Тем не менее обыкновенно предпочитают первую конструкцию, так как в большинстве случаев условия грунта и стоимость кирпичных стен значительно удорожают сооружение. Закрытая конструкция представляет ту опасность, что при случайном выходе газа образуется внутри здания взрывчатая газовая смесь, которая при малейшей искре (например вследствие трения колокола о железные направляющие) может вызвать взрыв. Где только позволяют климатич. и финансовые условия, водяной бассейн строят со свободностоящим направляющим каркасом для колокола. Колокол изготовляют всегда из лучшего листового железа, а желоба прессуют из листовой стали. Водяной бассейн строят из кирпича на цементном растворе, из бетона или из ковкого железа; на стенную кладку идет клинкер на хорошем растворе портландцемента. Бетон для подошвы и подпор составляет из 1 ч. цемента, 6—8 ч. мелко-го песка и столько же частей гравия; для стен берут на 1 ч. цемента от 5 до 6 ч. песка и гравия. Профили бассейнов представлены на фиг. 4 и 5 (бассейны системы Интце).



Фиг. 4.

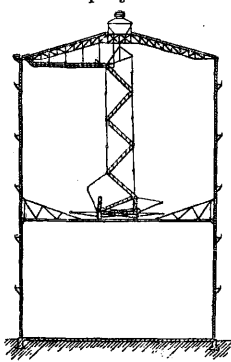
тальнее устройство удовлетворительных направляющих приспособлений. На фиг. 4 представлена схематически одна из самых распространенных систем направляющих для трехчленного колокола в виде роликов, скользящих по вертикальным направляющим. В местностях с суровым климатом на каменном основании бассейна воздвигается вокруг Г. стена с предохранительной крышей. В этом случае направляющий железный каркас м. б. более легкой конструкции, т. к. отпадает нагрузка на изгиб от давления ветра. Тем не менее обыкновенно предпочитают первую конструкцию, так как в большинстве случаев условия грунта и стоимость кирпичных стен значительно удорожают сооружение. Закрытая конструкция представляет ту опасность, что при случайном выходе газа образуется внутри здания взрывчатая газовая смесь, которая при малейшей искре (например вследствие трения колокола о железные направляющие) может вызвать взрыв. Где только позволяют климатич. и финансовые условия, водяной бассейн строят со свободностоящим направляющим каркасом для колокола. Колокол изготовляют всегда из лучшего листового железа, а желоба прессуют из листовой стали. Водяной бассейн строят из кирпича на цементном растворе, из бетона или из ковкого железа; на стенную кладку идет клинкер на хорошем растворе портландцемента. Бетон для подошвы и подпор составляет из 1 ч. цемента, 6—8 ч. мелко-го песка и столько же частей гравия; для стен берут на 1 ч. цемента от 5 до 6 ч. песка и гравия. Профили бассейнов представлены на фиг. 4 и 5 (бассейны системы Интце).



Фиг. 5.

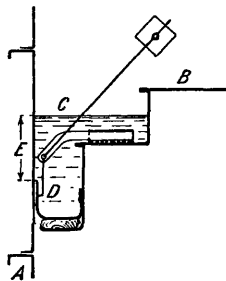
За последние годы находят применение сухие Г. Они имеют то громадное преимущество перед мокрыми Г., что отпадает необходимость обогревать зимою воду во избежание замерзания; кроме того при отсутствии воды и желобов сильно понижается строительный вес Г. и стоимость сооруже-

ния. Сухой Г., появившийся всего лишь 10—12 лет тому назад, под названием дискового, изображен на фиг. 6. Он состоит из неподвижного многогранного резервуара, угловые стойки которого изготовлены из таврового железа. Над верхним звеном корпуса имеется застекленная стенка для освещения. Крыша обыкновенно деревянная, покрыта двойным слоем толя. На вершине кровли помещается вентиляционный фонарь. Вертикальн. подпорки, горизонтальные кольца жесткости, вместе с системой стропил крыши, придают всему сооружению необходимую устойчивость. Внутри резервуара передвигается диск, отделяющий верхнюю его часть от пространства, которое наполняется газом.



Фиг. 6.

Диск движется свободно наподобие поршня вверх и вниз в резервуаре на роликах, скользящих по угловым стойкам (фиг. 7: А—кожух, В—диск, С—жолоб, D—подвижное соединение, E—столб дегтя). Наполненный дегтем жолоб дает полную газонепроницаемость. Деготь должен содержать мало асфальтов, не сгущаться и не замерзать. Немного дегтя все же просачивается, стекает по стенкам вниз, собирается в нескольких приемниках и оттуда вновь подается насосом вверх в распределители. Желоба с дегтем и направляющие ролики легко доступны для осмотра при посредстве складной лестницы (фиг. 6). Сооружение таких газгольдеров значительно дешевле постройки мокрых. Помимо того, нагрузка основания составляет лишь приблизительно $\frac{1}{60}$ веса водяного резервуара одинакового объема, что имеет большое значение при неблагоприятных почвенных условиях, на территории рудников с оседающей почвой и на других ненадежных грунтах. Основание Г. м. б. использовано под склады. Обслуживание Г. просто; эксплуатационные расходы минимальны. Так, напр., в Карнаде (Германия) чисто эксплуатационные расходы за сутки на Г. вместимостью 120 000 м³ равны 2,662 марки; стало быть при ежедневном расходе газа в 100 000 м³ чисто эксплуатационные расходы на 1 000 м³ газа, пропущенного через Г., составляют 2,662 пф. Внешние стенки резервуара сухих Г. требуют окраски каждые 5—7 лет; мокрых—каждые 2—3 года. Стекающий по внутренним стенкам деготь предохраняет их от ржавления, тогда как колокола мокрых Г. подвержены ржавлению и требуют частой окраски. Газ выходит из сухого Г. таким же сухим, каким он в него поступает. Давление газа постоянно. Диск



Фиг. 7.

немедленно, без толчков, повинуется каждому изменению давления газа. Наибольшая вместимость построенных до сих пор дисковых Г. равна 425 000 м³; высота—115 м, диаметр—78 м.

Г. в военном деле. Кроме неподвижных металлич. Г., устанавливаемых на газовых з-дах, применяются еще переносные матерчатые Г., предназначенные для непродолжительного (2—5 дней) хранения и переноски газа. Они имеют форму цилиндра с днищами в виде полушарий. В воздухоплавании наиболее употребительны Г. объемом в 100—125 м³, с отношением длины к диаметру 3:5. Г. изготовляют из двуслойной косо дублированной (основа одного слоя расположена под углом в 45—60° к основе другого слоя) прорезиненной хлопч.-бумажной ткани; материя иногда имеет резиновый слой и с внутренней стороны. Снаружи матерью покрывают порошок алюминия, что придает Г. серебристый цвет, наиболее подходящий к пейзажу всех времен года и способствующий отражению солнечных лучей; реже матерью окрашивают хромовой краской в желтый цвет для защиты резинового слоя от окисляющего действия света. Сопротивление двуслойной материи на разрыв 1 200—1 300 кг на 1 п. м, вес 1 м²—0,32—0,35 кг, газопроницаемость 4—6 л с 1 м² в сутки. Иногда Г. делают из трехслойной материи с сопротивлением на разрыв 1 400—1 600 кг на 1 п. м, весом 1 м² в 0,4 кг и газопроницаемостью 3—4 л с 1 м² в сутки. Продольное натяжение оболочки (по направлению оси цилиндрич. части Г.) в кг на

1 п. м составляет $P = \frac{D}{4} \cdot p$, а поперечное

$Q = \frac{D}{2} \cdot p$, где D—диаметр Г., а p—давление

газа внутри Г. в кг/м². Материя в 2—3 слоя для Г. выбирается не по соображениям прочности, т. к. p даже с повышением t° воздуха не м. б. велико, а с целью увеличения газонепроницаемости. На цилиндр. поверхность Г. наклеено несколько рядов кружков с пришитыми к ним крестообразными матерчатыми ошагованными петлями; таких петель делается несколько в каждом ряду (2—8 рядов по 8 петель). К двум диаметрально противоположным рядам петель прикреплены поясные веревки, длиной ок. 4,0 м, при помощи к-рых команда удерживает и переносит Г.; остальные петли служат для подвешивания мешков с балластом при выдавливании (переливании) газа из Г. в азростат. В концевых полушариях Г. имеется по одному отверстию диам. 0,4—0,5 м; от этих отверстий идут рукава—аппендиксы, через к-рые газ входит в Г. и выходит из него. На конце аппендикса, по краям, подклеено резиновое кольцо, образующее род воротника, к-рый надевается на болты соединительной шайбы, что дает с аналогично оканчивающимся шлангом газонепроницаемое соединение. При переносе Г. с газом, для чего требуется команда в 4—8 чел. (в зависимости от силы ветра), аппендикс перевязывают шпагатом. Весит Г. от 90 до 100 кг. Перед наполнением Г. расстилается на брезенте, и к нему прикрепляется с каждой стороны по 2—4 мешка балласта.

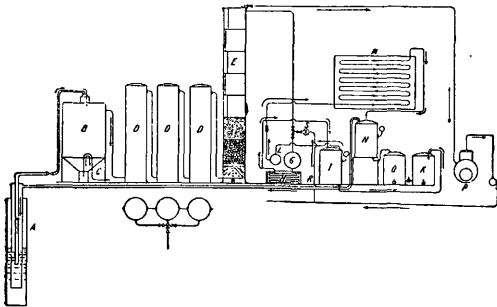
Сложенные Г. хранятся в специальных брезентовых мешках весом 4—5 кг. **Н. Лебедев.**

Лит.: Schilling E. und Bunte H., Handb. der Gastechnik, Mch., 1919; Bertelsmann W., Lehrbuch d. Leuchtgasindustrie, Stg., 1911; Ullmann's Enz., B. 7, p. 577; Strache H., Gasbeleuchtung und Gasindustrie, Braunschweig, 1913; Städtische Gaswerke im Jahre 1924. «Mitt. d. Handelskammer zu Berlin», B., 1924; Meade A., Modern Gasworks Practice, L., 1921; Winter H., Taschenbuch f. Gaswerke, Halle, 1928; «Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung», München, 1893, p. 184, 1894, p. 533, 1896, p. 665, 1902, p. 663, 1905, p. 715, 784, 1906, p. 77, 127, 128, 257; о каменных Бассейнах: ibidem, 1892, p. 537, 1897, p. 223, 1893, p. 142, 1906, p. 38, 143, 494, 873; о железных Бассейнах: ibid., 1904, p. 27, 222, 1905, p. 960, 978, 1001, 1906, p. 261, 427; о направляющих колоколах: ibid., 1890, p. 694, 1893, p. 362, 1894, p. 386, 693, 1895, p. 181, 209, 1900, p. 421, 1829, 1905, p. 223, 383; «Ztschr. f. Bauwesen», B., 1892, p. 417; «Z. d. VDI», 1893, p. 1127, 1161, 1185, 1905, p. 1644; о сухих газольдерах: Fleisch, Betriebserfahrungen mit einem wasserlosen Gasbehälter, «Gas- u. Wasserfach», Mch., 1921, B. 64, p. 793, 1926, B. 69, p. 504; «Bautechnik», B., 1925, p. 603; «Kohle u. Erz», B., 1926, 52—53, p. 1134; «Technische Rundschau», B., 1925, 9—12; «Z. d. VDI», 1926, p. 1248; «Glückauf», Essen, 1926, 59.

ГАЗЕТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, см. *Типографское дело*.

ГАЗЛИФТ, установка для подъема нефти из буровой скважины на дневную поверхность посредством нагнетания в скважину сжатого нефтяного газа. Для этого в скважину опускают т. н. компрессорные трубы, в к-рые компрессором нагнетается нефтяной газ. На определенной глубине газ поступает в подъемные трубы, не доходящие до забоя скважины. Действие Г. основано на том же принципе, как и действие *аэролифта* (см.). Преимущество Г. перед *аэролифтом* в данном случае состоит гл. обр. в том, что растворимость нефтяного газа в нефти приблизительно в четыре раза больше, чем воздуха, вследствие чего производительность работы значительно повышается.

Нефтяной газ при применении Г. не улетучивается, а почти целиком м. б. вновь использован для работы. Это достигается при



Фиг. 1.

помощи так наз. замкнутого газового цикла, идея к-рого у нас была впервые предложена в 1914 г. проф. М. М. Тихвинским, а осуществлена на практике в одной из скважин в Сураханах (Баку) в 1924 году. Схема этой установки (фиг. 1) состоит в следующем.

Смесь газа и жидкости поступает из скважины A в трап B, в к-ром происходит отделение газа от жидкости. Жидкость удаляется из трапа через сифон C, расположенный в нижней его части, а жирный (мокрый) газ, насыщенный легкими углеводородами нефти, из верхней части трапа поступает в газо-

очистители D (числом три), в которых, благодаря зигзагообразному пути своего движения (газ входит в газоочистители в нижней их части, а уходит из верхней), освобождается от увлеченных им частиц жидкости, выпускаемой в амбар через выкидные задвижки внизу газоочистителей. Для окончательного освобождения от примеси жидкости газ из последнего газоочистителя поступает в газоосушитель E, заполненный в нижней части, примерно на 1/3 его высоты, гольшем, вначале крупным, а затем более мелким, поверх к-рого располагается слой металл. стружек. Газосушитель снабжен предохранительным клапаном F, выпускающим избыток газа в аккумулятор P при увеличении давления внутри газоосушителя на 0,3 atm против рабочего давления в системе. По достижении в аккумуляторе давления, превышающего требуемое режимом скважины, избыток газа откачивается эксгаустером в газовую магистраль и используется для других надобностей (отопление). Из газоосушителя газ поступает в цилиндр G низкого давления компрессора, в к-ром сжимается до 4 atm, после чего направляется в холодильник H для охлаждения и выделения из него конденсата бензина, а затем в трап I. В трапе происходит отделение сконденсированного бензина, поступающего затем в бак K, а газ направляется в цилиндр L высокого давления компрессора. Здесь газ еще раз сжимается, но уже до 12—15 atm, после чего направляется в холодильник M, а затем в трап N, в котором происходит окончательное отделение газа от бензина. Из трапа N бензин направляется в бак O, а газ, теперь уже сухой, в скважину A, где он нагнетается в компрессорные трубы и вновь совершает работу по подъему нефти из скважины. Необходимый в начале процесса для пуска в ход компрессора газ поступает в цилиндр низкого давления из газовой магистрали по дополнительной линии R, снабженной редукционным клапаном S, регулирующим подачу газа в компрессор. Таким же образом пополняется количество газа в системе G, если выделяющегося из скважины газа недостаточно для работы G.

В Америке патент Г. был взят Ф. Джонсом еще в 1914 г., но широкое распространение Г. получил лишь в последн. годы, когда выявились затруднения при эксплуатации глубоких скважин с значительным дебитом. В таких скважинах давление газа в нефтеносном пласте хотя еще и велико, но уже недостаточно для фонтанирования, а потенциальный дебит скважин превышает количество нефти, могущее быть полученным из них при помощи глубоких насосов даже наиболее совершенных конструкций.

Одна из интересных установок газлифта действует на промыслах Юнион Ойль К° в Калифорнии; она несколько отличается от описанного цикла проф. Тихвинского. В этой установке, обслуживающей одновременно несколько скважин (фиг. 2), жирный газ по выходе из трапа, в к-ром он отделяется от нефти, проходит через систему газопроводов к компрессорной станции низкого давления. Эта станция нагнетает мокрый газ на абсорбционную установку, где от него

0,999 и даже выше, высокая вязкость ее вызывала постоянные остановки в работе насосов и не давала возможности установить сепаратор для газа, оставшийся поэтому неиспользованным. Применение газлифта устранило все неполадки при эксплуатации скважин и дало возможность утилизировать газ, который раньше улетучивался. На промыслах Пангедль (Panhadle) в Техасе (С. Ш. А.) применение Г. оказалось весьма действительным средством против отложения парафина в трубах, которое очень осложняло эксплуатацию скважин вследствие необходимости частой чистки труб. Успешность действия газлифта при добыче вязких и парафинистых нефтей повышается предварительным подогревом нагнетаемого в скважину газа.

При наличии в скважине сернистых вод применение Г. имеет преимущество перед аэролифтом в том отношении, что при нагнетании газа не происходит разведения и порчи труб, имеющих место при этих условиях в аэролифте. В отношении образования эмульсий при Г. и аэролифте данные бакинской и америк. практики расходятся: в Баку применение Г. привело к исчезновению эмульсий, получавшихся при аэролифте, тогда как, по данным америк. авторов, в Америке применение аэролифта сопровождалось получением трудно разрушимых эмульсий.

В Америке имеется ряд патентованных систем газлифта, среди которых наибольшее распространение получил патент Лумис, применяемый на промыслах Торранс и Кет Кенсон в Калифорнии. Система Лумис характеризуется применением специального башмака, которым снабжаются компрессорные трубы, и периодич. подачей газа в пространство между обсадными и компрессорными трубами.

При оценке Г. как способа эксплуатации нефтяных скважин все же необходимо иметь в виду, что этот способ, вследствие сравнительно высокой стоимости скважино-суток эксплуатации, пригоден лишь для скважин высокой производительности.

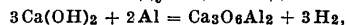
Лит.: Сорокер Г., Газолифт, «Азерб. нефт. хоз.», Баку, 1927, 4; Саркисянц Г. Эр. и газолифты, *ibid.*; ег же, Инсталляции для получения gasoline и естествен. газа, *ibid.*, 1925, 3; П р и т у л а А. Ф., Улучшенные методы эксплуатации нефти, «НХ», 1927, 11—12; S h a w S. F., Air Lifts Employed in Oil Wells, «Oil Field Engineering», Los Angeles (Cal.), 1926, 11, p. 57—60; H i l l F. F., Lifting Oil with Gas, «Bull. of the American Petroleum Institute», N. Y., 1927, v. 3, 6, p. 67—73; S h a w S. F., Roxana Finds Air Lift Successful in Mid Continent, «Oil Weekly», Houston (Tex.), 1926, p. 40—43; M c C o l l o m C. R., Report on Gas Lift Operations, as Applied in California Fields, «The Oil and Gas Journal», Tulsa, (Oklahoma), 1926, 52.

Л. Процынов.

ГАЗОБЕТОН, пористый или ячеистый бетон (poröser Beton, Zellenbeton), различные модификации материала, получаемые из высокоортных портланд-цементов, представляющие собою губчатую массу с правильно распределенными очень мелкими сфероидальными порами (вакуолями). Структура Г. может быть получена или путем химической реакции, в результате которой выделяющийся газ поднимает бетонную массу, подобно тому как углекислота поднимает тесто, или же путем прерывистого вдвигания воздуха в пластичную и доста-

точно вязкую бетонную массу. На способ изготовления газобетона взято много патентов, и в качестве газообразователей предложены: алюминиевая пыль, металлические кальций и барий, сплав цинка с медью, омедненная железная пыль, карбид кальция, сода, углекислый кальций и друг., но применение нашел пока лишь алюминий в виде пыли. Действующий патент принадлежит фирме Христиани и Нильсен (Копенгаген), к-рая держит производство своего газобетона в секрете. Указание фирмы, что в основу получения газобетона по ее методу положено введение особой пены (Schaum) в бетонную смесь, состоящую из высокоортных (пуццолановых) цементов и диатомовых земель состава 1 : 2 и 1 : 2,5, дает основание полагать, что этот способ получения газобетона базируется на методе флотации.

Ин-т прикладной минералогии и металлургии разработал способ получения Г. по химическому методу, основанному на экзотермической реакции алюминиевой пыли с гидратом окиси кальция Са(ОН)₂. Уравнение, по к-рому протекает эта реакция, можно представить в следующем виде:



т. е. в результате получаются нерастворимые в воде алюминаты кальция, придающие бетону повышенную гидравличность, а равно стойкость против атмосферных влияний, и водород, сообщающий бетонной массе пористую структуру. При получении газобетона различных объемных весов по этой реакции необходимо строго держаться установленных рецептов, основанных на оптимальных количествах взаимодействующих компонентов. Практически известное соотношение портланд-цемента, извести, алюминиевой пыли и затворяющей воды д. б. взято с таким расчетом, чтобы к моменту окончания газовой выделения тестообразная масса, достаточно вязкая, чтобы удерживать в себе водород, надлежало схватывалась, будучи в губчатом состоянии, что достижимо при правильной рецептуре и при условии применения высокоортных цементов. Если это схватывание запаздывает, то часть газа, прорвавшись через массу, непроизводительно теряется. В противном случае, т. е. когда схватывание наступает очень быстро, масса затвердевает, не раздувшись, как требуется, от газов, и последние будут разрушать своим давлением тонкие стенки ячеек Г. Для придания цементно-известковому раствору надлежащей вязкости и для замедления процесса схватывания к смеси необходимо добавлять различные вещества, и, кроме того, в начале процесса приходится побудить реакцию газообразования некр-ым подогреванием газующей массы, что практически осуществляется путем затворения извести на воде, нагретой до 40—60°. Применяя свежееобожженную известь в тонком размоле, затворение можно, конечно, произвести водой обыкновенной t° , так как необходимый нагрев получится за счет гашения извести, но практически гораздо удобнее употреблять известь-пушенку.

Оптимальные результаты получены Ин-гом прикладной минералогии и металлургии при нижеследующих условиях: а) весовое от-

ношение портланд-цемента к извести-пушенке д. б. не более 10:1; б) количество алюминиевой пыли, в зависимости от требуемого объемного веса Г., колеблется в пределах от 0,2 до 0,5% по весу сухих цемента и извести; в) количество замедлителей и веществ, придающих сложному раствору потребную вязкость и даже пенистость, зависит от рода этих веществ (гипс, мыльный корень и т. д.); г) количество воды различно, в зависимости от вещества, к-рое придает массе вязкость, и в общем колеблется в пределах от 450 до 600 см³ на 1 кг сухой массы. При этом процесс получения Г. проводится следующим образом. Сначала возбуждают реакцию на растворе смеси извести-пушенки с алюминиевой пылью; когда масса достаточно разогрелась, в нее вводят раствор цемента; эта операция должна производиться быстро, перемешивание должно быть возможно более совершенным, опережая полное газоотделение и схватывание. Массу перекадывают в разъемные формы, не заполняя их доверху, чтобы оставить место на дальнейшее поднятие. Момент полного поднятия должен совпадать, как было уже сказано, с полным схватыванием массы. Приблизительно через 24 часа форма м. б. осторожно разобрана, и дальнейшее отверждение Г. протекает уже обычным порядком, во влажной камере. Несколько меняя изложенную выше рецептуру, а также вводя тонко измельченные наполнители (например тонкий песок, диатомовые земли, трепел), можно получить газобетон различных объемных весов, примерно в пределах от 0,4 до 1,2. Пористость такого Г. находится в зависимости от его объемного веса и для легких модификаций достигает 80 на 100 объемов негазицированной массы.

Помимо своего небольшого объемного веса Г. присущи еще следующие ценные свойства: 1) низкий коэфф-т теплопроводности, 2) достаточная механическая прочность, которая, по проф. Мейеру, м. б. доведена до 70 кг/см², 3) стойкость по отношению к атмосферным влияниям, 4) малая звукопроницаемость, 5) малая влагоемкость, 6) высокая морозоупорность, 7) огнестойкость, 8) податливость при обработке машинами и инструментами и при вбивании гвоздей.

Г. является т. о. строительным материалом вообще, и в частности материалом для термоизоляции (холодильников, плоских перекрытий, изоляции горячих поверхностей в силовых установках и т. п.). Насколько ценен газобетон в этом последнем отношении, можно видеть из табл. 1, составленной фирмой Христиани и Нильсен на основании целого ряда лабораторных проверок.

Из этой таблицы видно, что, взамен стенки в 2½ кирпича, стенка из Г. при том же теплоизоляционном эффекте, м. б. выведена в три раза тоньше. Г. объемного веса 0,3, по своей изоляционной способности отличается от пробки всего лишь на 36%, при полной несгораемости материала. Г. выдерживает без всякого вреда t° до 800° и разрушается лишь при t°, превышающих 1 000°. Это свойство делает его неопценимым материалом для защиты железных конструкций от влияния высоких темп-р. Допускаемое напряжение

Табл. 1.—Термоизоляционные свойства различных материалов.

Материал	Вес 1 см ² в мг	Коэффициент теплопроводности λ	Теплопроводимость %	Толщина при одинаковых температурах, свойства в см
Лучшая пробка	150	0,035	28,6	2,5
Газобетон для тепловой изоляции	300	0,049	20,4	3,4
Газобетон для холодной изоляции	300	0,055	18,2	3,8
Газобетон сильно пористый I	305	0,069	14,5	4,8
Газобетон сильно пористый II	420	0,078	12,8	5,5
Сухое дерево	600	0,14	7,1	10
Газобетон для кровельных плит	800	0,16	6,3	11
Газобетон для стен » » строительных камней	900	0,19	5,3	13
Кирпичная стена	1 100	0,25	4,0	18
Цементный раствор	1 750	0,66	1,5	46
Бетон	2 000	1,00	1,0	70
	2 200	1,20	0,8	84

на раздавливание газобетона объемн. веса 0,6 можно принять равным 20—30 кг/см². Свойство газобетона хорошо противостоять атмосферным влияниям вытекает из его малой влагопоглощаемости и большой морозоупорности. Исследования, произведенные проф. Крейгером (Kreuger) в высш. технич. училище в Стокгольме, показали, что в образцах Г. объемного веса 1,1, предварительно выдержанных в воде в течение 24 ч. после 25-кратного замораживания при температуре -10° и 25-кратного оттаивания в нагретой до 40° воде, не было замечено никаких признаков разрушения.

К основным свойствам Г., выгодно оттеняющим его высокие строительные качества, необходимо отнести также его плохую звукопроводность. Исследования, произведенные Крейгером над опытными стенками из различных материалов, размером 2,55 × 2,17 м, могут быть сведены в табл. 2. Необходимо, однако, иметь в виду, что данные,

Табл. 2.—Звукопоглощение различных видов бетона.

Материал	Толщина стенки в см	Относительное уменьшение звуковой энергии
Шлакобетон	5	32
»	7	81
»	10	2 066
Газобетон	10	347 200
Стенка из газобетона, оштукатуренная с обеих сторон	12	874 200

приведенные в таблице, хотя и свидетельствуют о значительном поглощении звуковой энергии газобетонной стенкой, не могут все же вполне характеризовать заглушение звука для нашего уха, так как зависимость звукового восприятия от энергии звука очень сложна, при чем здесь огромную роль играет высота тона.

Совокупностью перечисленных свойств Г. определяется весьма разнообразная область его применения в качестве строительного

и изоляционного материала. В строительстве Г. применяют для стен жилых и промышленных построек, для изоляции холодильников, для плит плоских перекрытий, и т. д. Для изоляции горячих поверхностей в виде фасонных частей идет для обкладки паровых труб, поверхностей паровых котлов и т. п.

В С. Ш. А. применяют метод заполнения стен литым Г. При этом, по Мейеру, высота налива не должна превышать за один раз 40 см; через 2—3 часа можно налив повторить без риска повредить еще не вполне окрепший нижний слой газобетона.

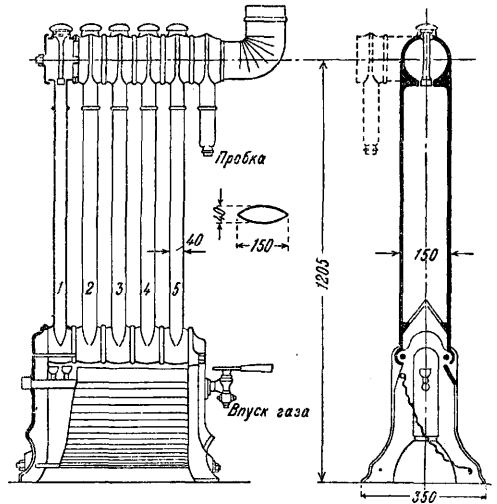
Лит.: «Bauwelt», 1926, 12; Schulze-Werner, Aerokret-Gasbeton u. das Torkret-Betonspritzverfahren, «Die Bauzeitung», Stg., 1928, H. 39, p. 404; Mitteilungen d. Reichsforschungs Ges., 17, Bericht über eine Reise n. Schweden z. Studieren d. Gasbetons. Н. Шаблыкин.

ГАЗОВОЕ ОТОПЛЕНИЕ помещений применяется значительно реже, чем другие виды отопления—печное, водяное, паровое или воздушное. Это объясняется высокою стоимостью светильного газа сравнительно с другими видами топлива. Так, напр., одна Cal, получаемая при отоплении каменным углем, обходится в 5—6 раз дешевле, чем при газом отоплении, и не только у нас, в Союзе, но и за границей. Тем не менее в некоторых случаях газ оправдывает себя, несмотря на дороговизну.

Выгодные стороны Г. о.: незначительные первоначальные затраты, весьма простая установка, отсутствие необходимости иметь запасы топлива, отсутствие золы, чистота, простой уход, легкость регулирования, постоянная готовность к действию и более высокий КПД сравнительно с другими системами отопления. Невыгодные стороны Г. о. (кроме дороговизны топлива): поверхности теплоотдачи в приборах Г. о. нагреваются до высоких t° , превышающих санитарные нормы, благодаря чему происходит пригорание и разложение органич. пыли и порча воздуха помещения; в связи с расположением выводных каналов для продуктов горения устанавливаются приборы для Г. о. у внутренних стен, а не под окнами, благодаря чему от окон получаются токи холодного воздуха; теплоемкость приборов очень незначительна—они очень быстро нагреваются и очень быстро остывают. Эти особенности определяют область применения Г. о.: оно применимо, когда требуется не постоянное отопление, а временное, или когда помещение д. б. быстро нагрето на короткое время; оно удобно также как вспомогательное отопление в дополнение к обычной системе центрального отопления в виде отдельных приборов Г. о. Далее, возможно применение газа—в виде ли отдельных отопительных приборов или в виде топлива под котлами центрального отопления,—для отопления коммунальных зданий в тех случаях, когда у города имеется газовый з-д с очень дешевым газом и без достаточ. сбыта. Наконец, Г. о. может оказаться даже выгоднее там, где газ является побочным продуктом (домен. газ, газ коксовых печей на металлургических заводах или каменноугольных копях).

Г. о. помещений. Теплоотдача приборов Г. о. совершается путем лучеиспускания и путем нагревания воздуха, соприкасаю-

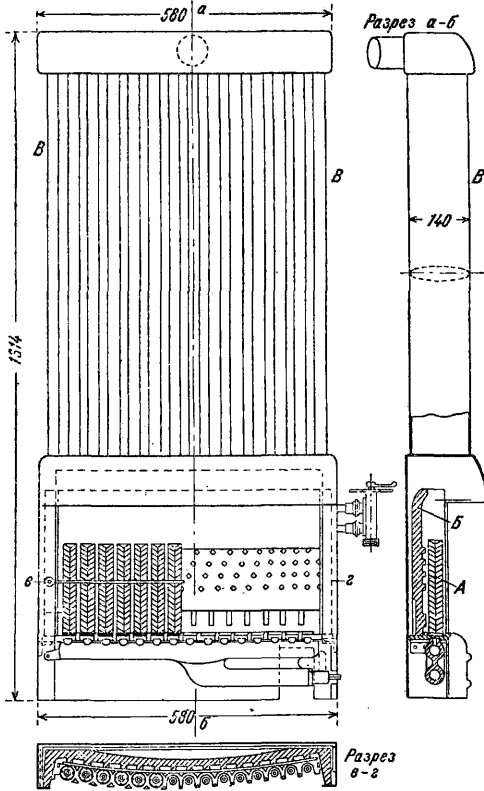
щегося с металлическими поверхностями нагрева, но некоторые приборы бывают рассчитаны преимущественно на тот или другой способ теплоотдачи. Примером аппарата с комбинированной теплоотдачей может служить изображенный на фиг. 1 (размеры в мм)



Фиг. 1.

газовый радиатор «Прометей». Он состоит из чугунных элементов, под которыми расположены огни газовой горелки; за газовой горелкой имеется волнистый полированный металлический лист, служащий для отражения лучистой теплоты. Продукты горения проходят через элементы печи, нагревая их, и отводятся в дымовой канал в стене. Конденсируемая из продуктов горения вода собирается в отстойке у отводящего патрубка и спускается через пробку. Вместо отражательного полированного листа, в нижней части печи в некоторых конструкциях помещаются особые «тела накала» (Glühkörper) из огнеупорных материалов, нагреваемые непосредственно газовым пламенем и излучающие значительное количество тепла (около 40%) в нижнюю часть обогреваемого помещения. Продукты горения поступают в ряд труб в верхней части прибора, непосредственно нагревающих соприкасающийся с ними воздух; эти трубы были бы более нагреты, если бы не было значительной теплоотдачи в нижней части через лучеиспускание. На фиг. 2 (размеры в мм) изображена печь с телами накала: А—тела накала, Б—задняя шамотовая стенка, В—железные овалы, нагревающиеся продуктами горения и отдающие тепло воздуху. Газ применяется также и в комнатных кафельных печах, обычно в виде вспомогательной топки. На фиг. 3 представлен вертикальный разрез кафельной печи, которая имеет угольную топку для нормальной работы и вспомогательную газовую с телами накала—для отопления в переходное время или для усиления отопления в сильные морозы. Для усиления чрезмерного и неравномерного нагрева поверхностей проф. Юнкерс сконструировал газовую печь, «Газизатор», элементы которой имеют двойные стенки (фиг. 4). Продукты горения, идущие

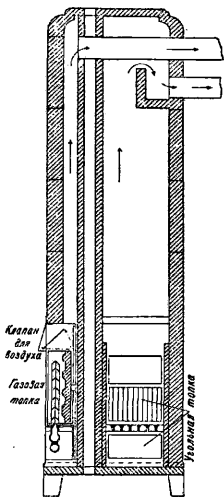
от горелки *A*, накаливают внутреннюю изогнутую трубу *B*; между стенками этих труб и внешним кожухом *B* имеется слой воздуха, к-рый служит передатчиком тепла от



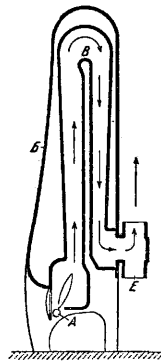
Фиг. 2.

В к Б. Поверхность *B* значительно больше поверхности *B*; поэтому температура кожуха значительно ниже t° внутренней трубы.

Фиг. 5 представляет диаграмму распределения t° на поверхности трубы, непосредственно нагреваемой продуктами



Фиг. 3.



Фиг. 4.

горения, а фиг. 6—при нагреве через слой воздуха; фиг. 7 дает диаграмму кпд газизатора Юнкера при разных нагрузках.

Все газовые печи д. б. снабжены приспособлениями для прерывания тяги во избежание обратной тяги в отводных каналах, например при порывах ветра. В газизаторе Юнкера также существует такой прерыватель (фиг. 4, *E*), через который направляется обратный ток продуктов горения, чем и предотвращается затухание газового пламени.

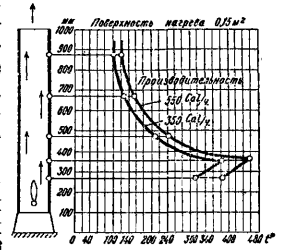
Расчет приборов Г. о. В существующих типах газовых печей с прямым (без воздушной прослойки) нагревом теплоотдача на 1 м^2 колеблется между 3 500 и 4 000 Cal/ч.

При этом t° теплоотдающей поверхности по соседству с пламенем горелки превышает 400° ; по санитарным же нормам она не должна превосходить 100° , так как выше этой t° начинается разложение органич. составных частей пыли и порча воздуха в помещении.

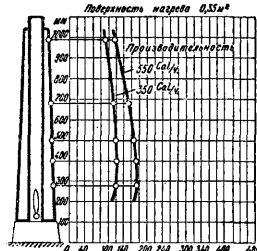
Чем выше t° поверхности приборов отопления, тем энергичнее происходит разложение и тем сильнее порча воздуха. На Конгрессе по отоплению и вентиляции в Берлине в 1924 г. проф. Штрахе высказал положение, что теплоотдача газовых печей не должна превосходить $2\,000 \text{ Cal/ч.}$ на 1 м^2 их поверхности. Следует заметить, что и при такой понижен. теплоотдаче тем-ра теплоотдающей поверхности все еще значительно превышает санитарные нормы. Газизаторы Юнкера отдают с 1 м^2 поверхности $1\,570 \text{ Cal/ч.}$; при этом тем-ра поверхности уже относительно близка к санитарным нормам и во всяком случае значительно ниже и равномернее, чем в приборах с прямым нагреванием, как это видно из фиг. 5 и 6.

На основании приведенных данных расчет поверхности теплоотдачи приборов Г. о. можно вести, принимая средн. расчетные теплоотдачи K на 1 м^2 : для помещений с понижен. санитарн. требованиями $K=3\,500 \text{ Cal/ч.}$, для помещений с несколькими более высокими санитарными требованиями $K=2\,000 \text{ Cal/ч.}$ Для газизаторов Юнкера $K=1\,500 \text{ Cal/ч.}$ Если обозначить расчетную теплопотерю помещения через $W \text{ Cal/ч.}$, то теплоотдающая поверхность F определяется $F = \frac{W}{K}$.

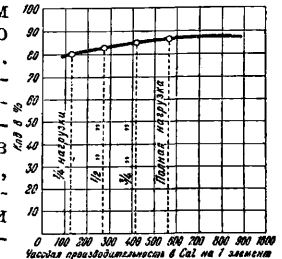
Расход газа, при теплопроизводительной



Фиг. 5.



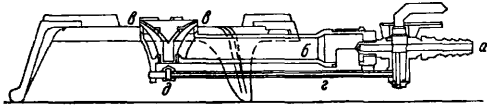
Фиг. 6.



Фиг. 7.

способности 1 м^3 газа q и кпд прибора η , составляет $Q = \frac{W}{q\eta} \text{ м}^3/\text{ч}$. Принимая теплопроизводительную способность газа городских газовых заводов около 4000—5000 Cal и коэффициент полезного действия приборов $\sim 0,75$, получаем $Q \approx \frac{W}{0,75 \cdot 4000} \text{ м}^3/\text{ч}$.

Газовые кухонные приборы. Применение газа для варки пищи получило весьма широкое распространение. Здесь высокая стоимость газа, как топлива, компенсируется тем, что коэффициент полезного действия газовых приборов в несколько раз превышает кпд обычного кухонного очага—плиты. Большим преимуществом газовых кухонь является также возможность пользоваться ими в любой момент, простота обращения с ними и чистота. Основным прибором газовой кухни является газовая горелка. Для удобства обращения применяются низкие горелки, монтированные в низких чугунных или штампованных подставках разной формы и на разное число горелок. Устройство горелки видно из фиг. 8.



Фиг. 8.

Газ подводится в a и через маленькое отверстие поступает в широкую трубку b ; т. к. газ поступает под нек-рым давлением (давление в газовой сети), то струя его присасывает воздух из регулируемого отверстия, имеющегося в трубке b , и т. о. получается смесь газа с воздухом, настолько бедная последним, что она не является гремучей смесью; эта смесь выходит из коронки горелки через ряд отверстий e , e и сгорает бледным, несветящимся и некоптящим пламенем, непосредственно нагревающим поставленный над горелкой сосуд. Горелки часто устроены так, что вместо полного пламени получается уменьшен. пламя,

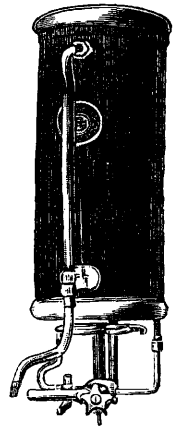


Фиг. 9.

которое может служить для поддержания температуры уже готовой пищи. Это пламя питается отдельным притоком газа, для каковой цели обший кран в горелке делается трехходовым; при повороте крана газ поступает в трубку g и в ниппель d , из которого тонкой струей выходит в коронку горелки, смешивается с воздухом и дает небольшое пламя при малом расходе газа. Кроме открытых горелок для обыкновенной варки, применяются также газовые духовые шкафы с трубками внутри, по длине которых имеются отверстия для газа. Эти шкафы устанавливаются или отдельно или монтируются вместе с открытыми горелками в виде газовой плиты (фиг. 9). Газовые духовые шкафы обычно снабжаются термометрами. Газовые кухонные очаги бывают всевозможных размеров—от небольших плит на

1 семейство до больших ресторанных плит. В последнее время газовые устройства стали применять также для печения хлеба и кондитерских изделий в больших булочных и кондитерских. Благодаря сосредоточению пламени на нагреваемом сосуде передача тепла в газовых горелках является более совершенной, чем в дровяных и угольных кухонных очагах. По исследованиям, произведенным К. Бунте в Газовом институте в Карлсруе, хорошая кухонная газовая горелка при нагревании кастрюли с водой дает кпд около 63—64%, тогда как кухонные плиты для твердого топлива дают лишь 5—15%. Поэтому даже при относительно дорогом газе применение его для кухонных приборов вполне оправдывается или оказывается даже более выгодным.

Ванные водогрейные приборы. Аппараты для приготовления горячей воды делаются обычно в виде стенового прибора, в котором газовое пламя нагревает протекающую над ним воду (фиг. 10). Подогревание происходит непрерывно: холодная вода, входящая в подогреватель, вытекает из него нагретой, при чем степень нагрева зависит от соотношения между количеством протекающей в единицу времени воды и количеством сжигаемого газа. Кпд ванных газовых водогрейных аппаратов около 85%. Т. к. дровяные и каменноугольные колонки для нагревания воды дают кпд ок. 50%, то с ними, при существующих ценах на газ, газовые водогрейные приборы конкурировать не могут. Тем не менее последние пользуются большим распространением вследствие удобства пользования и быстроты получения нагретой воды (особенно при потребности в малых количествах) благодаря подогреванию текущей струи.

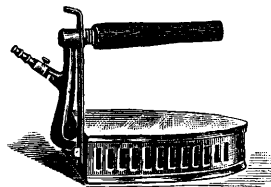


Фиг. 10.

Газовые утюги (фиг. 11) снабжены двойным дном, внутри которого находится газовая горелка. При помощи рычага у ручки утюга охладившая сторона дна может быть повернута вверх для нагрева, а горячая—вниз для утюжения.

Безопасность Г. о. Городской (с добавлением водяного газа) светильный газ содержит до 25% CO, которая является сильным ядом; вредное действие CO на организм человека сказывается уже при содержании 0,1—0,2 мг ее в 1 л воздуха. Наблюдались как единичные, так и массовые случаи отравления газами в связи с использованием приборами газового отопления и освещения. Отравление может иметь место только при неисправности устройства—при утечках газа в газовой сети или в газовых

Безопасность Г. о. Городской (с добавлением водяного газа) светильный газ содержит до 25% CO, которая является сильным ядом; вредное действие CO на организм человека сказывается уже при содержании 0,1—0,2 мг ее в 1 л воздуха. Наблюдались как единичные, так и массовые случаи отравления газами в связи с использованием приборами газового отопления и освещения. Отравление может иметь место только при неисправности устройства—при утечках газа в газовой сети или в газовых



Фиг. 11.

приборах; в меньшей степени, при неполном сгорании. Если приборы действуют вполне исправно и сгорание у них полное, то окись углерода и другие составные части газа, окисляясь до конца, дают безвредные для здоровья соединения. Исключение составляют сернистые соединения, которые дают ядовитый сернистый газ SO_2 ; но сернистые соединения нормально в светильном газе содержатся в ничтожных количествах.

Лит.: Rietchel H., Leitfaden d. Heiz- u. Lüftungstechnik, 7 Aufl., B., 1925; Körtling E., Amerik. Erwägungen über die Beckung der Spitzenbelastung durch Gasheizung, «Das Gas-u. Wasserfach», München, 1926, H. II, p. 35; Spaleck P., Centrale oder lokale Gasheizung, ibid., H. III, 43; Spaleck P. u. Kaiser J., Raumheizung mit Gas, ibid., H. IV, p. 69; Kobbert, Die Heizung d. Hauses d. Technik d. Deutschen Ostmesse, ibid., H. V, p. 97; Köhl, Ergebnisse einer Grogsküche, ibid., H. VI, p. 108; Rütishauser J., Vergleichende Kochversuche, ibidem, H. XII, p. 228; Kaiser J., Der Einfluss d. «Güte d. Benutzung» auf die Wirtschaftlichkeit der Gasküche, ibid., H. XVIII, p. 362; Hurdelbrink F. u. Polenske R., Über d. Anteil d. strahlende Wärme an d. Wärmewirkung v. Gasheizungen, ibid., H. XXI, p. 421; Nuss, Die Raumheizung mit Gas, ibidem, H. XXX, p. 625; Neuffer, Ein praktischer Versuch an einer Gaszentralheizung, ibid., H. XXXVII, p. 787; Reiber H. u. Knoblauch O., Strahlungstechnische Untersuchung eines Gasglühofens, ibid., H. XLII, p. 1054; Schumacher E., Neue Gasgeräte, ibidem, H. L, p. 1097; Bunge W., Neue Wege im Gasheizungsbaue, «Das Gas-u. Wasserfach», München, 1927, H. XXXV, p. 853; Rodde, Das Gas auf Bäckereifachausstellung in Essen, ibidem, H. XLII, p. 1023; Wunsch W., Neue Gesichtspunkte bei d. Bewertung v. Gaskochern, ibid., H. XLII, p. 1028; Hertzner, Die kombinierte Koks-u. Gasheizung, ibid., H. XLIII, p. 1052; Struensee R. u. Schuster F., Neues über Kocheruntersuchungen, ibid., H. LIII, p. 1287. Д. Нагорский.

ГАЗОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО, получение газа из каменного угля для целей освещения и отопления. Получение светильного газа основано на известном свойстве органических веществ (дерево, торф, каменный уголь и т. п.) распадаться при нагревании, превращаясь в летучие газообразные и жидкие продукты и нелетучий твердый остаток (кокс, уголь). Летучие газообразные продукты, в зависимости от исходного материала, при сжигании их в горелках обычного типа дают б. или м. светящиеся пламя. Когда светильный газ употреблялся в простых, а не аэуровских горелках, его светящая способность имела решающее значение. По этой причине дерево и торф, как дающие газы со слабо светящимся пламенем, оказались непригодными для освещения, и промышленность приняла в качестве сырья для Г. п. каменный уголь такого качества, к-рый давал бы достаточно большой выход газа с хорошей светящей способностью. В Англии для Г. п. лучшим считается кеннельский уголь, дающий ок. 500 м³ газа на т со светящей способностью 35—45 свечей (Гейнера), тогда как светящая способность газа из других каменных углей редко превышает 20 свечей. Из каменных углей для Г. п. применяются угли по возможности малозольные, содержащие мало серы и 30% и более летучих веществ. Нормальный уголь для Московского газового з-да в среднем должен удовлетворять следующим требованиям: влажность не выше 4,5%, содержание золы—8%, серы—1,75%, летучих веществ не менее 29%. Состав угля на безводную и беззольную массу таков: С—84%, Н—5,5%, О—7%, S—1,7% и N—1,8%. Кроме этих качеств

к газовому углю предъявляется требование, чтобы он при газовании в печах давал спекшийся кокс, а не порошкообразный твердый остаток.

Процесс распада угля при нагревании можно разделить на несколько фаз: 1) удаление влаги, 2) нагревание до сплавления и затем до 600—650°, когда происходит обильное выделение смолы и небольшое выделение газа, и 3) вторичный распад смолы и газов и прокаливание образовавшегося твердого остатка, к-рое сопровождается обильным выделением газа и образованием сравнительно малых количеств смолы. Основными факторами, влияющими на количество и свойства продуктов распада, являются: t° , скорость газования, конструкция реторт, степень и способ их заполнения (непрерывно действующие и периодически действующие). Вкратце влияние этих факторов можно свести к следующим положениям. Чем выше температура газования, тем больше содержание водорода в газе, тем меньше его светящая способность и тем выше количественный его выход; например, газ, полученный при 600°, содержит: H_2 —33,8, C_nH_{2n+2} —50,7 и C_nH_m —5,0%, при 900°: H_2 —54,5, C_nH_{2n+2} —34,0 и C_nH_m —3,5%; последний газ обладает меньшими теплотворной и светящей способностями. Скорость газования, при прочих равных условиях, оказывает такое же влияние, так как для более быстрого газования требуется и более высокая t° . Реторты вертикальные и горизонтальные дают газ различного состава, особенно при неполной загрузке горизонтальных реторт, к-рая практиковалась газовыми з-дами до последнего времени. Вертикальные реторты дают газ с большим содержанием углеводородов C_nH_{2n+2} и C_nH_m , горизонтальные же дают газ с высоким содержанием нафталина, часто вызывающего закупорку газоносных сетей. Разница в составе газа объясняется тем, что в вертикальных ретортах газообразные продукты, особенно при 400—450° и выше, проходят через слабо нагретый уголь и достигают верха реторты мало измененными, что и является причиной высокого содержания этих углеводородов. В горизонтальной же реторте, загруженной на $\frac{2}{3}$, газы поднимаются к верхней раскаленной стенке реторты и, прежде чем подойти к выводной трубе, испытывают действие высокой темп-ры, что вызывает дальнейший глубокий распад углеводородов с образованием нафталина как вторичного и третичного продукта. В последнее время стали делать полную загрузку и горизонтальных реторт, что улучшило качество и состав газа. Непрерывно действующие вертикальные реторты являются лучшими как по работе, так и по качеству получающихся продуктов—газа и смолы.

Для Г. п. могут употребляться угли с различным содержанием летучих веществ, а также с различным содержанием кислорода (4—10%). Влияние кислорода сказывается следующим образом: чем больше кислорода, тем больше выход летучих веществ, тем больше в газе CO и CO_2 , к-рые понижают качество газа. Для угля среднего состава (7—8% кислорода) при нормальном ходе

производства выходы продуктов характеризуются данными, приведенными в табл. 1.

Табл. 1.—Выход продуктов на 1 т разных сортов угля.

Название продукта	Москва	Англия (по W. Foullis)	Германия	Англия (по West)
Газ	350 м ³	17,09%	17,5%	440 м ³
Смола	4%	7,81%	5,0%	8%
Аммиак 25%-ный	0,9%	—	—	1%
Кокс	62,5%	65,66%	—	66%

Несоответствие выходов, приводимых различными авторами, объясняется указанными выше факторами. Высокая t° обуславливает пониженный выход смолы и аммиака, количество которых можно увеличить вдуванием пара в реторту во время газования. Влияние темп-ры представлено в табл. 2.

Табл. 2.—Влияние t° на результаты газования угля.

Результаты	400°	500°	600°	700°	800°	900°
Выход газа в м ³	140	180	220	250	280	310
Смолы в %	11,1	10,3	9,0	7,78	6,35	4,7
Уд. в. смолы	1,06	1,087	1,115	1,140	1,170	1,2
В составе газа (в %):						
H ₂	21,2	28,3	33,8	41,6	48,2	54,5
C _n H _{2n+2}	60,1	56,2	50,7	45,0	39,1	34,2
C _n H _m	6,3	5,8	5,0	4,4	3,8	3,5

Добывание светильного газа из каменного угля в настоящее время производится в ретортных или камерных печах. Ретортные печи можно подразделить на горизонтальные и вертикальные, к-рые, в свою очередь, разделяются на периодически действующие и непрерывно действующие. По методам обжига различают печи рекуператорные и регенераторные. Печи с вертикальными ретортами получили очень широкое распространение и почти вытеснили

печи с горизонтальными ретортами. Материалом для реторт как горизонтальных, так и вертикальных служит шамот. Горизонтальные реторты бывают различной формы: прямоугольные, овальные и полуовальные (фиг. 1). Вертикальные реторты строятся только овальной формы. Камерные печи имеют четырехугольную форму и по своей емкости значительно больше реторт. Производительность печей с горизонтальными ретортами ниже, чем с вертикальными, камерных—выше, чем вертикальных. В последнее время в Америке и Англии светильный газ получают также и в обыкновенных коксовых печах большой мощности.

Небольшие заводы применяют печи с горизонтальными ретортами, длиной 3,5—6 м, с пропускной способностью 600—700 кг угля на реторту в сутки, при чем продолжительность перегонки, смотря по качеству

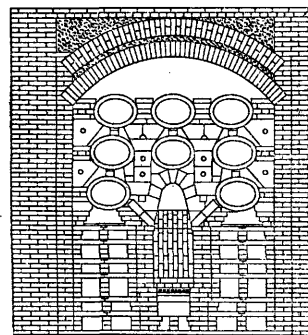
угля, бывает от 4 до 6 часов. В одной печи располагают 1, 2, 3, 4, 6, 8 или 9 реторт (фиг. 2). Расход кокса для нагревания реторт составляет для самых малых печей, с числом реторт до 4, от 50 до 20% веса газифицируемого угля. Печи снабжаются простыми плоскими колосниками из 5-мм квадратного железа. Более экономичны печи с генераторным отоплением. Генераторы устраиваются так, что они составляют одно целое с задней стенкой реторт, или же располагаются под основанием реторт. Выделяющиеся из печи газы выводятся в дымовую трубу по длинным каналам, вдоль стенок к-рых, нагреваясь, протекает воздух, идущий к колосникам генератора. В последнее время для таких печей стали строить генераторы, стоящие отдельно от печей. В этих генераторах газ может получаться из кокса, угля или брикетов бурого угля на так назыв. вращающихся колосниках с автоматич. удалением шлаков (см. Газогенераторы). Такой способ

отопления дает возможность вести нагревание реторт более равномерно, нежели в генераторах, составляющих одно целое с ретортами. Тепло выделяемых газов при этом способе утилизируется в регенераторах. Вертикальные реторты в последнее время строятся непрерывно действующие, регенеративные. Главное преимущество таких реторт—постоянство состава газа, большая про-

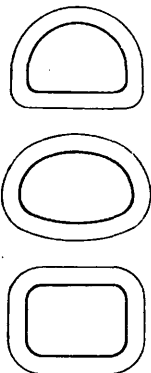
изводительность и экономия топлива. На Московском газовом заводе установлены реторты системы Дессау (фиг. 3), периодически действующие. В газовой печи имеются генератор А и 18 реторт З. Уголь из бункера Е поступает

в подвижной бункер Ж, откуда по трем рукавам одновременно грузится в три реторты. На дно реторт засыпают коксованный кокс, чтобы избежать получения некоксованного угля вследствие охлаждения нижней крышки воздухом. Кокс из реторт падает на наклонную

плоскость И и скатывается еще раскаленным на транспортер К, где заливается водой. Газы, образующиеся при нагревании угля, по трубе, обслуживающей три реторты, отводятся в гидравлику Н и через цилиндр Г в главный газопровод Д. Нагревание реторт производится коксом, к-рый из бункера Л, через мерник М, по мере надобности нагружается в генератор А. Генератор имеет наклонную колосниковую решетку В; воздух, идущий в генератор, регулируется заслоном В. Воздух, подаваемый для нагревания печей, подогревается за счет отходящих дымовых газов.



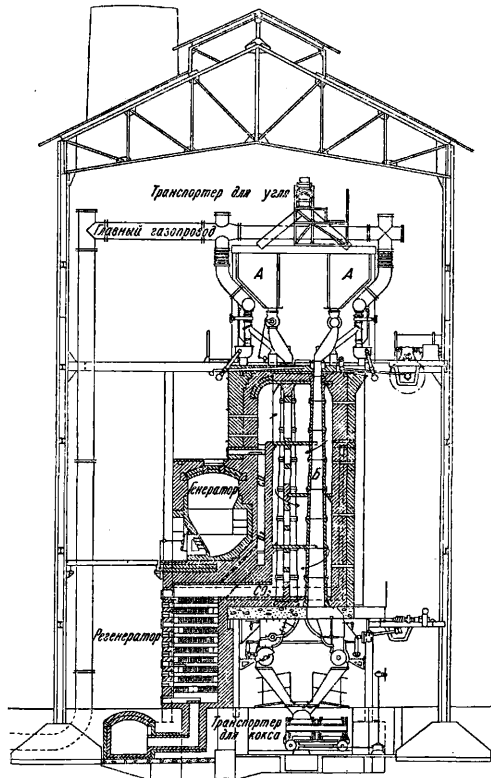
Фиг. 2.



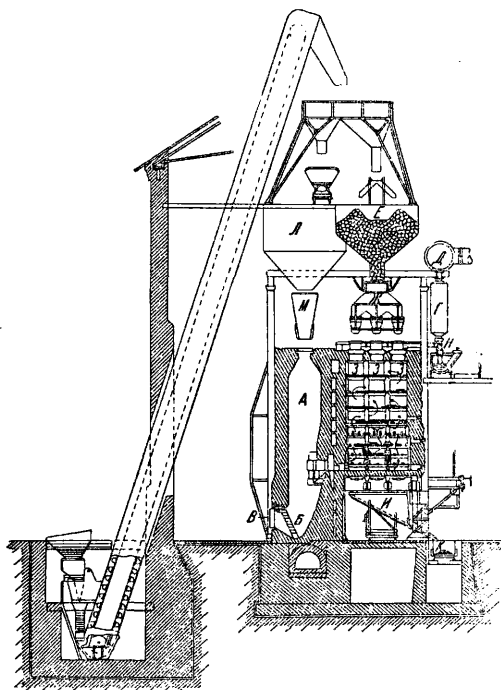
Фиг. 1.

Непрерывно действующая вертикальная реторта системы Woodall-Duckham (фиг. 4) с регенеративным отоплением устроена след. образом. Уголь поступает в бункер *A*, соединен. непосредственно с ретортой и вмещающий трехчасовой запас угля. Из него уголь поступает в реторту *B*, к низу расширяющуюся; при движении своем вниз (в течение 6 ч.) уголь отдает все газообразные и жидкие продукты перегонки и превращается в кокс. Внизу реторта снабжена особым приспособлением *A* (фиг. 5); при выгрузке кокса это приспособление, медленно вращаясь, увлекает кокс из реторты в приемник *B*, рассчитанный также на трехчасовой запас. Внизу приемник для кокса снабжен клапаном с гидравлич. затвором. Каждые три часа отгружается кокс и дается порция свежего угля. Кругом коксового приемника устроены каналы, по которым проходит воздух, идущий на отопление, что повышает тепловой коэфф. полезного действия установки. Особенность этих реторт заключается в том, что в верхней части они обогриваются сильнее, чем в нижней, т. к. затрата тепла в начальный период газования обычно требуется большая, чем в конечный. Теоретически такое отопление нерационально, т. к. может повлечь излишнее разложение продуктов дистилляции угля, представляющих большую ценность, чем газ. В одном

изводства они делают несколько меньших размеров, с возможно малым вредным пространством (расстояние от верха «коксового



Фиг. 4.

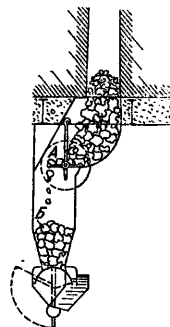


Фиг. 3.

агрегате обычно устанавливают 4 реторты: производительность одной реторты 6—6,5 т угля в сутки.

Камерные газовые печи строят горизонтальные и наклонные. Горизонтальные почти не отличаются от коксовых печей, в к-рых кроме получения кокса улавливаются все продукты разложения угля. Для газ. про-

пирога» до свода печи) и могут отапливаться как генераторным, так и светильным газом. Наклонные камеры получили распространение гл. обр. в Германии. Угол наклона камеры ок. 35—45°. Перед горизонтальными печами они имеют преимущество в сравнительной легкости их загрузки и разгрузки, а также и вследствие малого объема вредного пространства. Камеры делают различ. длины и емкости; в агрегат их ставят по 3 камеры, при чем процесс газования длится обычно 24 ч. Разрез установки с камерными печами дан на фиг. 6. Уголь из бункера *A* или башни высыпается в загрузочную тележку *B*, из к-рой поступает в камеру *B*. Когда газование закончено, камеру выключают от гидравлики и открывают двери в нижней и верхней части камеры. Вверху помещается небольшой коксовый выталкиватель *Г*, который выдвигает кокс из печи в вагонетку *Д*; продукты же газования идут по отводной трубе *Е*, помещающейся в верхней части камеры, сначала в гидравлику, а затем в главный газопровод для охлаждения и очистки. Камеры отапливаются генераторным газом.



Фиг. 5.

дукты разложения угля. Для газ. про-

вырабатываемым в генераторе Ж, непосредственно соединен. с печью. Использование тепла отходящ. топочн. газов производится в регенераторах для подогревания воздуха, идущего на отопление. Производительность камер меняется в зависимости от их размера.

Из всех описанных систем печей самый высокий выход газа дают печи с горизонтальными ретортами и неполной загрузкой, но зато в них выходы смолы и аммиака понижаются. Для увеличения выхода газа с тонны угля в реторты и камеры пускают водяной пар в количестве 5—10% от веса угля; проходя через раскаленный кокс, пар разлагается, реагирует с С кокса, и в результате получается водяной газ, состоящий почти нацело из CO и H₂. В печах, периодически действующих, пропаривание ведется после газования, в печах непрерывно действующих—выпуск пара постоянный. В непрерывно действующих ретортах выпуск водяного пара вызывает не только увеличение выхода газа, но и повышенные выходы смолы и аммиака, что видно из табл. 3, составленной на основании испытания реторт системы Гловер-Веста.

Табл. 3.—Результаты испытания реторт Гловер-Веста.

Результаты	Без пара за год в среднем	С паром за год в среднем
Выход газа на 1 т угля . . .	340 м ³	435 м ³
Теплотворная способность 1 м ³ газа	4 700 Cal	4 540 Cal
Состав газа:		
CO ₂	2,4 %	3,0 %
C _n H _m	2,4 »	2,4 »
CO	9,8 »	10,6 »
CH ₄	23,9 »	21,3 »
H ₂	53,2 »	54,4 »
N ₂	8,3 »	8,3 »
Выход кокса	66,0 »	67,0 »
» NH ₃	2,5 кг/т	3,2 кг/т
» смолы	41,25 л/т	62,87 л/т

Эти данные показывают, что сравнительно ничтожное ухудшение газа сопровождается значительным увеличением выходов смолы и NH₃. Самыми дорогими из всех типов установок являются вертикальные непрерывно действующие реторты, но они имеют большие преимущества перед другими типами, так как дают экономию в топливе и рабочей силе. Meade дает следующие данные по расходу топлива для реторт различных систем (в % от загруженного угля):

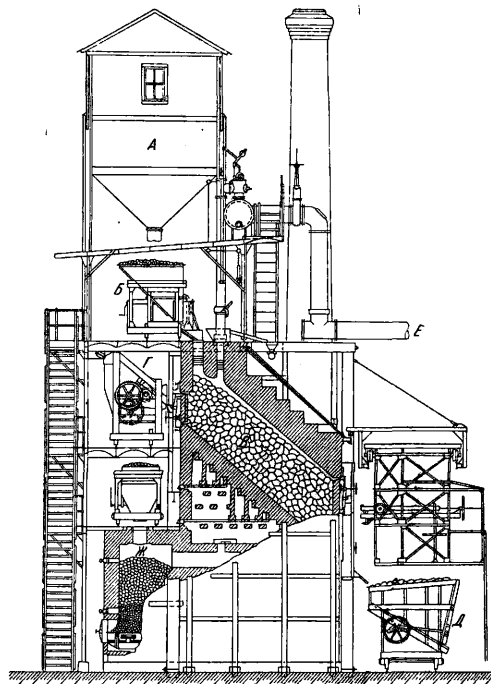
Горизонт. реторты с обжигом. топкой . .	28
» » генераторами	15—18
» » регенераторами	11—14
Вертик. » период. действующие . . .	16
» » непрерывно	11—12
» » отапливаемые генераторным газом со станции	13—16

Количество перерабатываемого в сутки угля на одного рабочего, обслуживающего реторты, составляет (в тоннах):

При горизонт. ретортах с ручной загрузкой и выгрузкой	3
Тоне с механизированной загрузкой и выгрузкой	до 6
При наклонных ретортах	9
При вертикальных »	до 40

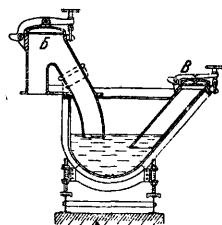
Продукты, выделяющиеся из реторт, отводятся по трубе прежде всего в гидравлику.

Гидравлика, с одной стороны, является местом для частичного охлаждения газов и удаления смолы (в ней отделяется обычно около 50% всей смолы), с другой—она служит для выключения реторты во время ее загрузки и разгрузки, препятствуя



Фиг. 6.

прониканию воздуха в светильный газ. Труба, отводящая газы из реторт, погружается в гидравлику в жидкость на 5—7 мм, что вполне обеспечивает герметичность затвора на случай выключения реторты. Из фиг. 7



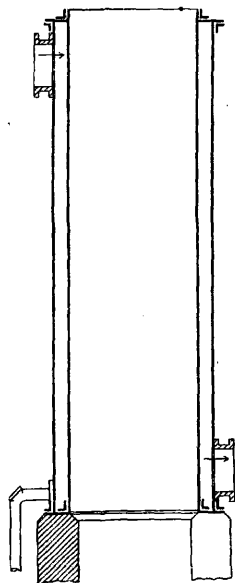
Фиг. 7.

ясно ее устройство. Газ поступает по трубе B, проходит через гидравлический затвор и выходит в свободное пространство гидравлики, откуда поступает в главный газопровод и в конденсационное отделение; люк B служит для чистки гидравлики. В гидравлике газ подвергается первому охлаждению, при чем его температура снижается до 100—120°. В состав смолы, конденсирующейся в гидравлике, входят (в %):

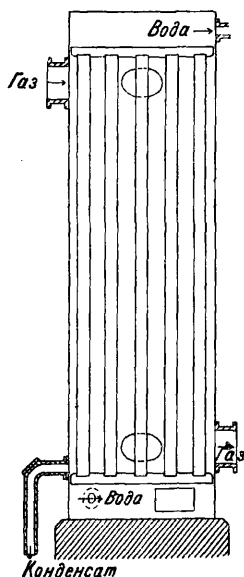
Легкие масла с t° кип. до 170°	от 2,41 до 3,14
Средние » » » » 230°	15,39 » 16,48
Тяжелые » » » » 270°	12,07 » 9,64
Неочищен. антрацен	0,37 » 0,27

Для выделения из газа таких продуктов, к-рые сохраняют жидкое состояние при обыкновенной t°, газ охлаждают при помощи холодильников, понижая t° газа до 15—20°. Попутно выделяются, растворяясь в конденсате, вредные примеси, как CO₂, H₂S, CN, NH₃, C₁₀H₈. Холодильники применяются воздушные (фиг. 8), водяные (фиг. 9) или ком-

бинации тех и других. Относительно размеров холодильников, применяемых на практике, имеется ряд ф-л и эмпирич. правил. Если охлаждение газа производится воздушными холодильниками, то поверхность охлаждения определяется из расчета 150—200 м² поверхности охлаждения на каждые 1 000 м³



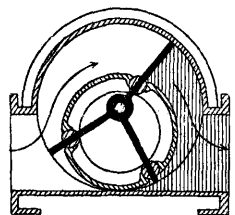
Фиг. 8.



Фиг. 9.

газа в сутки. Из водяных холодильников наиболее распространены трубчатые. Поверхность охлаждения для водяных холодильников значительно ниже: 3—5 м² на каждые 1 000 м³ газа при максимальной суточной производительности. Трубы берутся такого размера, чтобы отношение длины к диаметру было около 80 : 1. Охлаждение газа должно производиться до температуры газовой сети или еще более низкой.

Гидравлика, газопровод, холодильники и особенно последующ. аппараты для очистки газа представляют очень большое сопротивление, измеряемое часто несколькими десятками см водяного столба; оно не м. б. преодолено давлением, развиваемым в реторте (что безусловно вызвало бы большую утечку газа через шатонные стенки реторты). Поэтому одной из главных и самых ответственных машин в Г. п. является эксгаустер.

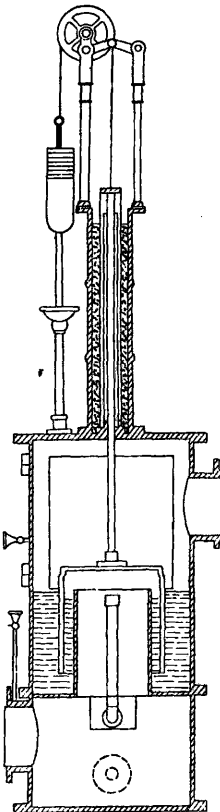


Фиг. 10.

Назначение эксгаустера — высасывать газ из гидравлики и нагнетать его в последующие очистные аппараты. Давление, создаваемое эксгаустером в реторте, должно равняться давлению газа в дымоходе, иначе или газ из реторты будет уходить в дымоходы или дымовые газы войдут в реторту. Наиболее распространены крыльчатые эксгаустеры Билля (фиг. 10).

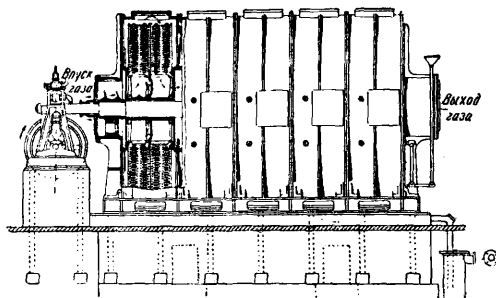
Часть сконденсировавшейся смолы, в форме мельчайшего тумана, уносится газом за

холодильники и эксгаустеры. Если такой газ прямо пустить в промыватели и очистную систему, то они быстро забьются смолой и перестанут работать, поэтому обычно за эксгаустером, а иногда и до него, ставят смолотделители. В смолотделителе системы Пелуза и Одуэна (фиг. 11) газ поступает снизу, поднимается под колокол, движущийся вверх и вниз в гидравлич. затворе, и проходит через две перфорированные стенки, из которых одна имеет отверстия диаметром в 1 мм, а другая — прямоугольные прорези, расположен. так, что газ, проходя через отверстия, ударяется в промежутки между прорезями следующей стенки. Таким образом, вследствие удара достигается необходимая потеря давления, и смола стгущается в достаточно большие капли, которые стекают по стенкам вниз. Продукты (смесь смолы и воды), выделяемые в холодильниках и смолотделителе, по большей части отводятся в подземн. железобетонный или кирпичный бассейн. Здесь, в силу разных удельн. весов, вода отделяется от смолы, после чего оба продукта выпускаются в отдельные цистерны.



Фиг. 11.

Аммиак, содержащийся в газе в количестве 500—800 г на каждые 100 м³, д. б. удален до последних следов. Аммиак из газа вымывается водой в скрубберах. Башенный скруббер представляет собою трубу, заполненную внутри хордовой деревянной насадкой, к-рая оmyвается текущей сверху водой навстречу



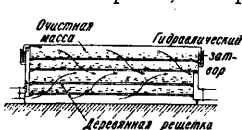
Фиг. 12.

идущему снизу газу. Кроме скруббера употребляются для промывки газа т. н. стандарт-вашер (фиг. 12). Этот аппарат заполнен деревянными тонкими насаженными на вал пластинками, которые наполовину

погружены в воду; газ проходит между отдельными пластинками, при чем NH₃ удерживается смоченными пластинками, а газ проходит дальше. Производительность и размеры трех установок стандарт-ваперов (по Ватаду) следующие:

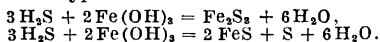
Суточная производит. в м ³	15 000	25 000
Длина в мм	1856	2260
Высота в "	1640	2145
Диаметр труб для газа в мм	225	300
Вес в кг	6100	9200

В случае большого содержания C₁₀H₈ (нафталина) в газе его удаляют промывкой в скрубберах, подобных аммиачным, при чем растворителем служит антраценовое масло (см.). От цианистых соединений газ очищают насыщенным раствором железного купороса; на дне скруббера собирается в этом случае осадок, так назыв. циановый шлам, который может быть переработан на краску (берлинскую лазурь). Особенно большое внимание уделяется вредн. сернистым примесям, состоящим преимущественно из H₂S. Иногда, для специальных целей, очищают газ и от CS₂. Улавливание H₂S производится мокрым или сухим путем. Мокрая очистка производится в скрубберах, обычно содовым раствором, а иногда сырой аммиачной водой. Эти способы основаны на том, что растворы щелочей реагируют с H₂S, имеющим кислый характер, так что он почти нацело переходит в раствор. Раствор щелочи после насыщения до определенного предела м. б. регенерирован продувкой воздухом, при чем сернистые соединения, окисляясь, частично освобождают серу, частично переходят в соли разных кислородных кислот S, как то: S₂O₃, SO₃, SO₄. При продувке часть S уходит в воздух в виде H₂S. Часто скруббер имеют надстройку для регенерации растворов; если вести регенерацию раствора в присутствии катализаторов (Ni, Fe), то удастся выделить в виде элементарной S до 85% всей уловленной S. Этот способ принят в Америке; в Европе же и на заводах СССР

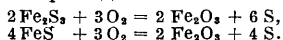


Фиг. 13.

H₂S удаляется сухой очисткой — пропусканьем газа через очистные ящики (фиг. 13), наполненные болотной рудой, количество которой принимают в 4 м³ на каждые 1 000 м³ газа в сутки. Ящики, обычные или двойные, имеют квадратную форму со сторонами 8—25 м, при высоте 1 250 мм. Процесс очищения можно выразить следующими химическими уравнениями:



Очистная масса, насыщенная сероводородом, увлажняется и раскладывается на воздухе для регенерации; при этом Fe₂S₃ и FeS снова переходят в окислы железа:



Регенерированная масса снова загружается в ящики. Когда в массе накопится S, в количестве 50—60% веса руды, ее заменяют новой. Для очистки ставят обычно 4 ящика, из которых постоянно работают 3, а один находится на регенерации. Газ проходит со скоростью 5—7 мм/сек последовательно через

все ящики, входя в самый загрязненный и выходя из ящика со свежей массой. Таким способом удастся очистить газ от H₂S настолько, что бумажка, смоченная раствором Pb(CH₃CO)₂, не чернеет в струе газа, что указывает на концентрацию H₂S ниже 1 : 100 000.

Очищенный от вредных примесей газ поступает в газомеры (см.), а затем — в газгольдеры (см.).

Подача газа в места потребления происходит по чугунным трубам со свинцовой заливкой или по маннесмановским трубам со сваренными муфтами. Если обозначить через Q количество газа, к-рое должно пройти в час через трубу, D—диаметр трубы в см, H—потерю давления в мм водян. столба, s—уд. вес газа по отношению к воздуху (=1), L—общую длину трубы в м, то, при элементарных условиях распределения газа в сети, получим при низком давлении:

$$Q = k \cdot \sqrt{\frac{D^5 \cdot H}{2sL}}$$

а для сети высокого давления и больших расстояний:

$$Q = c \cdot \sqrt{\frac{D^5 \cdot (p_a^2 - p_e^2)}{L}}$$

где p_a и p_e—давления в начале и в конце сети в абсолютных Atm, k и c—коэффициенты трения в трубах.

Размеры газопровода, обычно применяемые в практике английских заводов, приведены в табл. 4.

Табл. 4.—Принятые в Англии размеры газопровода.

Производительность в сутки в м ³ газа	Диаметр газопровода в мм	
	один	два
1 000—3 000	150—225	—
6 000—15 000	300—375	—
30 000—52 000	450	350
60 000—100 000	600	450

Механизация Г. п. Самый слабым местом в Г. п. является разгрузка кокса и его тушение. Особенно трудные условия работы были при горизонтальных ретортах, имевших дверцу только с одной стороны, когда приходилось выгружать кокс вручную при помощи кочерги, что обуславливало также и невозможность полной загрузки угля. Современные горизонтальные реторты—как открывающиеся с одной стороны, так и с обеих—загружаются и разгружаются механически. См. *Загрузочные машины*.

Транспорт раскаленного кокса производится обыкновенно на металлических ленточных транспортерах, при этом кокс поливается сверху водой и самая лента передвигается в канаве, частично заполненной водой. Количество тепла, уносимое коксом, составляет около 20% от всего тепла, затраченного на газование, и поэтому естественно возникла мысль об утилизации его для нужд производства. В нек-рых, еще немногочисленных, установках применяют методы т. н. сухого тушения кокса, Так, напр., в системе Зульцера кокс охлаждают инертными газами, к-рые заставляют циркулировать от

камеры с горячим коксом через паровой котел и затем снова в камеру с коксом. Таким путем удается с 1 т кокса получить до 400 кг пара высокого давления. В других системах (ВАМАГ) тушат кокс паром, а образующийся водяной газ употребляют как топливо. Такие установки особенно выгодны при газовых з-дах, построенных вдали от источников топлива.

Применение светильного газа. По мере развития газовой промышленности и поднятия культурного уровня населения газ начинает находить широкое применение в домашнем обиходе в виду чистоты, простоты обслуживания и удобств, связанных с его применением. Легкость регулирования нагрева с соответственным изменением расхода газа позволяет использовать

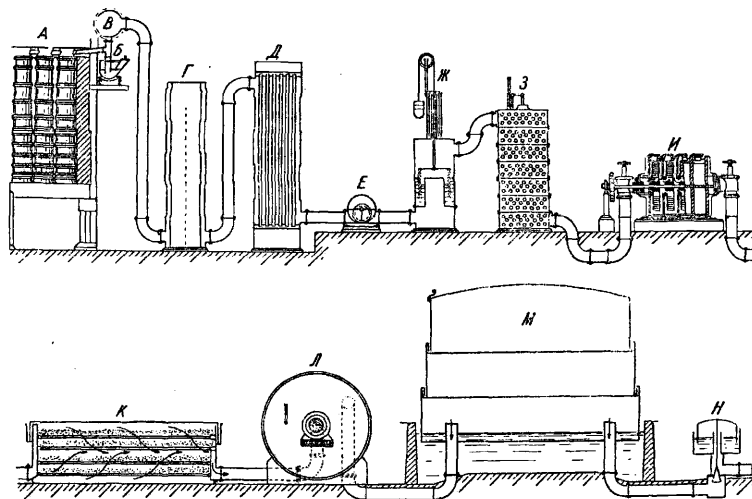
регулятор давления. Светильный газ, получаемый на Московском газовом з-де, не содержит NH_3 и H_2S (содержание серы в нем около 60 г на 100 м³ газа) и обладает тепловорной способностью выше 4500 Cal/м³. Состав его следующий: CO_2 —3%, O_2 —0,5%, CO —10%, C_nH_m —5%, CH_4 —33%, H_2 —46% и N_2 —2,5—3%.

Газовая промышленность во всех странах растет и развивается очень быстро; в настоящее время и в СССР в разных городах намечена постройка новых заводов светильного газа. Сведения о выработке светильного газа, по данным английской, американской и германской статистики—см. *Светильный газ*.

Из всех перечисленных стран максимальное душевое потребление газа приходится на

Англию, где, в среднем, оно превышает 200 м³, а по различным городам доходит до 300 м³ в год. Среднее душевое потребление в С. Ш. А. около 100—110 м³ в год. Несмотря на большое распространение электричества, Г. п. не сокращается; развитие его обуславливается увеличением потребления газа как топлива и для домашнего обихода и в промышленности; особенно это заметно в С. Ш. А., где он получает широкое распространение в металлургич. и пищевой промышленности. В Германии решен в настоящее время вопрос об осуществлении передачи газа на расстояние с целью

использования колоссальн. количества отходящих газов, получаемых из угля в Рурской области. Сторонники передачи газа на расстояние приводят в пользу газа, ссылаясь на данные Швейцарии, следующие аргументы: если бы вся имеющаяся в Германии водяная сила была использована, то и тогда вся производимая энергия не достигала бы даже 1/4 потребного количества энергии. Из этого защитники проекта передачи газа на расстояние заключают, что и впредь главным источником энергии в Германии будет уголь. Из 7 500 Cal/кг—тепловорной способности каменного угля—могут быть использованы при газовом производстве около 60% = 4 500 Cal, при производстве электричества—приблизительно 750 Cal, т. е. при превращении в газ определен. количества угля получают в 6 раз большее количество тепла, нежели при превращении его в электричество. Кроме того, арматура для освещения и приборов для варки, глажения и друг. хозяйственных целей прочнее и дешевле при газе, чем при электричестве. Обслуживание газовых приборов также проще, чем обслуживание электрических, а починка последних обходится часто дороже стоимости самих приборов. Эксплуатационные расходы на электрических станциях



Фиг. 14.

закрывающийся в нем запас тепла с максимальным эффектом. Последнее обстоятельство способствовало широкому применению газового отопления и в промышленности, особенно там, где требуется равномерный обогрев. Горелки для газового отопления устроены очень несложно, легко прочищаются и поддаются регулированию (см. *Газовое отопление*).

Огромное потребление газа вызвало на газовых заводах устройство установок другого типа, к-рые дают т. н. *водяной газ* (см.), удовлетворяющий требованиям, предъявляемым в настоящее время к светильному газу. Высокое содержание CO в водяном газе делает его более ядовитым, чем светильный газ, и потому для уменьшения опасности отравления смешивают его с каменноугольным. На Московском газовом з-де к каменноугольному газу примешивают 25% водяного газа, но иногда и больше.

Примером устройства газовой з-да может служить Московский газовый з-д, схема которого приведена на фиг. 14: А—реторты, Б—гидравлика, В—газопровод, Г—воздушный холодильник, Д—водяной холодильник, Е—эксгаустер, Ж—смолоотделитель, З—холодильник, И—стандарт-вашер, К—очистной ящик, Л—газомер, М—газгольдер, Н—

Германии превышают в настоящее время таковые на газовых заводах в 3—3,5 раза.

Лит.: Лидов А. П., Краткий курс газового производства, Харьков, 1911; Любавин Н. Н., Техническая химия, т. 5, М., 1910; Шестаков П. И., Краткий курс лекций по производству светильных газов и технологии нефти, жиров и масел, Л., 1928; Товароведение, т. 3, М.—Л., 1924; Handbuch f. Kokerei u. Gasanstalten, hrsg. v. W. Glund, Halle a/S. (печатается); Gas Engineers' Handbook, L., 1924; Meade A., Modern Gasworks Practice, L., 1924; Lewes V. B., The Carbonisation of Coal, L., 1912; Porter H. C., Coal Carbonization, N. Y., 1924; Bone W. A., Coal and its Scientific Uses, London, 1918; Strache H., Gasbeleuchtung u. Gasindustrie, Brschw., 1913; Bertelsmann W., Lehrb. d. Leuchtgasindustrie, Stg., 1911; Simmersbach O., Grundlagen der Koks-Chemie, B., 1914; Weymann G., The Chemistry of Gas Manufacture, London, 1923; Starke R. F., Grogasversorgung, Leipzig, 1924; Bunte H., Zum Gaskursus, Mch., 1906; Schneider G., Die Gasmessung am Verbrauchsort, Handbuch d. Gastechnik, hrsg. v. E. Schilling und H. Bunte, B. 4, München, 1917; Die Gas-Beleuchtung, Festschr. d. Gaskoks-Vertriebsges. m. B. H., B., 1926; Kalender f. d. Gas- und Wasserfach, T. II, München, 1927; «Das Gas u. Wasserfach (GWF)», München, ab 1920; «Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung», München, ab 1858; «Glückauf», Essen, 1922.

Н. Караваев.

Техника безопасности. При Г. п. возможны отравления газами и взрывы газа. Так как опасность в таких случаях угрожает не только работающим на заводе, но и окрестному населению, такие заводы можно возводить вне населенных пунктов, а территория завода д. б. обнесена сплошной несгораемой стеной высотой в 2,5 м; от пограничных жилых строений завод д. б. отделен незастроенной полосой с древесными насаждениями шириной в 50—75 м. Заводские здания д. б. выстроены из огнестойкого материала. Очистное здание и газгольдер, как наиболее опасные, должны отстоять от прочих зданий зда на 15—30 м (в зависимости от производительности завода). Помимо общей искусственной приточно-вытяжной вентиляции, во всех тех местах, где происходит выделение копоти, каменноугольной пыли и газов, должна быть устроена местная вентиляция у места возникновения этих вредных выделений. Регенерация очистной массы должна производиться механическим путем или в открытых помещениях. Большое значение в отношении предупреждения взрывов имеет правильное устройство отопления и освещения. Отопление во всем заводе должно быть центральным при полной изоляции топок от мастерских, при чем в очистительном отделении и в помещении для

восстановления болотной руды трубы отопления д. б. так ограждены, чтобы на них не могла попасть очистная масса. В здании для газгольдера постоянное искусственное освещение вовсе не допускается. В очистном отделении оно допускается только через стекла окон здания посредством фонарей; в аппаратном—допускается электрическое освещение, но со включением извне. Вход в газгольдерное и очистное отделения разрешается только с безопасными переносными предохранительными лампами, при чем электрич. лампы должны включаться до входа в эти помещения. Безопасные неэлектрич. лампы должны удовлетворять ряду особых условий, указанных в правилах НКТ. В виду опасности воспламенения и взрыва хранение летучих и легко воспламеняющихся жидкостей совершенно не допускается в помещениях аппаратных, очистных, счетчиков, регуляторов и газгольдера. Одной из наиболее опасных является работа по очистке труб, подводящих и отводящих газ от газгольдера, в виду чего в колоколе газгольдера должны быть устроены специальные люки, а у труб—особые гидравлич. затворы для их отъединения от остальной сети. Не менее опасной является впайка и распайка газомеров, при к-рой д. б. устроена энергичная местная вентиляция для удаления газа. Побочные продукты Г. п., выделяющие вредные пары или газы, должны храниться в герметически закрытых приемниках. Слив в аммиачном отделении нашатырного спирта должен производиться при помощи приспособлений, не допускающих поступления аммиака в воздух. При Г. п. всегда существует опасность отравления газами; в виду этого на газовом заводе должен быть соответствующим образом оборудован приемный покой с непрерывным дежурством фельдшера. В наиболее опасных отделениях Г. п. (ретортном, аппаратном, очистном, счетчиков и регуляторов, ремонта счетчиков), а также при ремонте газовой сети, установлен сокращенный рабочий день. Женщины и подростки к работам не допускаются.

Лит.: Якимчик И. И., Законодательство по технике безопасности, М., 1926; Сурин Ф., Handbuch des Arbeiterschutzes und der Betriebssicherheit, B. 2, Berlin, 1927.

П. Сивов.

ГАЗОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ, см. *Двигатели газовые.*

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ К IV ТОМУ Т. Э.

- Абака** 345.
Абсолютное скольжение 214.
Авианосцы 115.
Агава 342, 343.
Агнион 509.
Адиопирир 527.
Адалурия 509.
Альпака 357.
Альтитуда 724.
Альфа 348, 405.
Амплитуда 290.
Ангидрид вольфрамовой кислоты 463.
Анод 452.
Аномалия силы тяжести 726.
Анаспалин 509.
Апликация 800.
Аппендикс 906.
Асбестовые изделия 381.
Атлас 823.
Ацетат английский 312.
Аэрогидродинамич. институт 768.
Аэрофрижерация 146.
- Баэна формула** 28.
Байеринит 525.
Байерит 525.
Баланфор 515.
Балансир 159.
Бальзам мускатный 537.
Банан 347.
Барашки 296.
Бархат 498.
Батареи пловучие 115.
Бачисского закон 846.
Ваши орудийные 134.
Бетон пористый 911.
Бетон ячеистый 911.
Бимсы 133.
Боек 262.
Бойля-Мариотта закон 875.
Бомбовозы 252.
Бомбы глубинные 128.
Броненосцы берег. обороны 115.
Броня бортовая 134.
Броня гарвированная 141.
Броня крупшовская 141.
Буксирное устройство 144.
Були 131.
Бумага кабельная 397.
Бумага канатная 385.
Бумага карболовая 542.
Бумага каучуково-восковая 542.
Бумага клеенчатая 541.
Бумага компрессионная 541.
Бумага лакированная 381.
Бумага манильская 384.
Бумага масляная 541.
Бумага салициловая 542.
Бумага фильтровальная 385.
Бюркли формула 43.
- Ванса сапожная** 546.
Валка (шерсти) 264.
Вальгальо-войлочное производство 255.
Вальная обувь 261.
Вата 379.
Вектор Пойнтинга 301.
Векторные волны 292.
Ведолин 509.
Вешняк 65.
- Вигонь** 357.
Виксатин 541.
Викунья 357.
Вискоза 312.
Вискозиметр 843, 844, 845, 854.
Витогликол 521.
Витол 521.
Вихревая теория 222.
Влага шерсти 353.
Влажность волокон матер. 316.
Влажность хлопка 325.
Водоемные здания 33.
Водопой 19.
Водоприемные сооружения 31.
Водопроводная сеть 25.
Водород 886.
Водоснабжение жел.-дорожн. 29.
Водосос 19.
Водоспуск сифонный 39.
Волостеснительный метод 674.
Водоупорные мастики 46, 47.
Водоупорный клей 46.
Водохранилище 21.
Воды артезианские 22.
Воды грунтовые 22.
Водяное отопление индивид. 74.
Водяное отопление этажное 74.
Водяное число 853.
Водяной газ двойной 77, 80, 81.
Возбудитель колебаний 287.
Воздуходувки 158.
Воздуходувки цилиндрич. 162.
Воздухоохладители сухие, мокрые 173, 177.
Воздушные подогреватели пластинчатые 210.
Войлок 256, 379.
Волновая поверхность 291.
Волок 398.
Волокно ананаса 347.
Волокно ости 350.
Волокно луковое 350.
Волокно санзевьеры 345.
Волонюша сменная 398.
Волонюша-скрепер 399.
Волоски 307.
Волос конский 406.
Волочильные глаза 469.
Волочильные доски 406, 409, 410, 411.
Волочуги 398.
Воловстрой 426.
Волчок астатический 436.
Волчок компасный 436.
Волчок маятниковый 436.
Вольтаметр газовый 447.
Вольтаметр медный 447.
Вольтаметр серебряный 446.
Вольт-ампер безваттный 448.
Вольт-ампер реактивный 448.
Вольтаметр ламповый 451.
Вольтаметр тепловой 450.
Вольтаметр термоэлектрич. 451.
Вольтаметр электродинамич. 450.
Вольтаметр электростатич. 450.
Вольтоли 458.
Вольфраматы 463.
Вольфрамит 462, 479.
Вольфрамовая голубая 479.
Вольфрамовая дуговая лампа 477.
Вольфрамовая желтая 479.
Вольфрамовая кислота 463, 479.
- Вольфрамовая охра** 462.
Вольфрамовые проволока 462.
Вольфрамовые белые краски 478-479.
Вольфрамовые бронзы 463, 479.
Ворвань акулы 486.
Ворвань дельфина 485.
Ворвань из печени рыб 485.
Ворвань китовая 484.
Ворвань черепаховая 485.
Воронение железа 487.
Воронение латуни 490.
Воронение меди 489.
Воронение серебра 491.
Воронение цинка 489.
Ворот двухвальный 493.
Ворот настенный 493.
Ворот передвижной 493.
Ворот подвесной 493.
Ворот приводной 493.
Ворот стоячий 493.
Ворот трехвальный 493.
Ворот четырехвальный 493.
Ворсовальная пишка 493.
Ворсянка 493.
Воск аралиевый 515.
Воск баланфора 515.
Воск балхашитовый 525.
Воск белый 500.
Воск буревестниковый 507.
Воск гонданговый 517.
Воск гонданговый 517.
Воск горный 522.
Воск древесный 538.
Воск желтый 500.
Воск зеленый 536.
Воск кабельный белый 540.
Воск кабельный для подземных проводов 540-541.
Воск кабельный желтый 540.
Воск кабельный черный 540.
Воск кандельильский 516.
Воск канзасский 516.
Воск китайский 514.
Воск красный 536.
Воск ленной 535.
Воск линолеумный 546.
Воск мебельный 545.
Воск монтажный 522.
Воск морской 525.
Воск огарочный 500.
Воск окусобый 519.
Воск пальмовый 520.
Воск паркетный 545.
Воск пизанговый 519.
Воск подтесный 500.
Воск подток 500.
Воск пробочный 500.
Воск растительный 514.
Воск сапропелевый 525.
Воск с асфальтом 540.
Воск синий 537.
Воск скульптурный 535.
Воск смоковичный 518.
Воск сушевой 500.
Воск торфяной 524.
Воск хлопковый 519.
Воск цветной 536.
Воск цеаровый 516.
Воск черный 536.
Воск шеллаковый 513.
Воск яванский 518.

- Воск японский 522.
 Воски кабельные 539.
 Воск-капанец 500, 535.
 Воскобойня 499.
 Восковой пластырь 537.
 Воско-жиры 506.
 Воск-пробойка 500.
 Воск-шлаков 500.
 Воск-сырец 508.
 Восстановитель 551.
 Вращение удельное 557.
 Выключатель электрический автоматический 644.
 Выключатель электрический воздушный 642.
 Выключатель электрический двухполюсный 642.
 Выключатель электрический контактный 643.
 Выключатель электрический масляный 642, 644.
 Выключатель электрический однополюсный 642.
 Выключатель электрический трехполюсный 642.
 Выключатель электрический четырехполюсный 642.
 Выморозка 649.
 Выпрямитель алюминиевый 686.
 Выпрямитель «Балкит» 686.
 Выпрямитель без накаленного катода 691.
 Выпрямитель в радиотехнике 677.
 Выпрямитель в технике сильных токов 693.
 Выпрямитель для зарядки аккумуляторов для радио 685.
 Выпрямитель для непосредственного питания анода приемника 692.
 Выпрямитель железный 687.
 Выпрямитель кенотронный 677.
 Выпрямитель «Коллоид» 687.
 Выпрямитель механич. 685, 702.
 Выпрямитель оксидный 687.
 Выпрямитель ртутный 697.
 Выпрямитель ртутный с металлическим корпусом 698.
 Выпрямитель ртутный со стеклянной колбой 697.
 Выпрямитель сухой пластинчатый 687.
 Выпрямитель танталовый 686.
 Выпрямитель электротехн. 702.
 Высокой частоты машина системы Александерсона 719.
 Высокой частоты машина системы Бетено 716.
 Высокой частоты машина системы Вологодина 717.
 Высокой частоты машина системы Гольдшмита 715.
 Высокой частоты машина системы Лоренц-Шмита 712.
 Высокой частоты машина системы Телефункен 711.
 Высота относительная 725.
 Высота полюса 726.
 Высота условная 725.
 Вытравка восстановительная 780.
 Вытравка окислительная 780.
 Вытравка хлоратная 780.
 Вытравка хроматная 780.
 Вытяжная машина 784.
 Выход шерсти 353.
 Выпивание 799, 800.
 Выпивка машинная 801.
 Вышивка ручная 799.
 Вязальные круглые машины 827.
 Вязальные плоские машины 828.
 Вязание машинное 811.
 Вязкость кинематическая 843.
 Вязкость коллоидов 851.
 Газ водяной 927.
 Газ дымовой 881, 885.
 Газ идеальный 875.
 Газ природный 894.
 Газ реальный 878.
 Газ совершенный 875.
 Газ топочный 881.
 Газа охлаждение 879.
 Газгольдер в военном деле 906.
 Газгольдер дисковый 905.
 Газгольдер переносный 906.
 Газатор Юнкера 917.
 Газовая постоянная 876.
 Газовые баллоны 94.
 Газовые кухонные приборы 919.
 Газовый фактор 910.
 Газоём 903.
 Газометы 94.
 Газы колошниковые 165.
 Галактии 519.
 Гангиле формула 45.
 Гартит 526.
 Гатчеттин 526.
 Гатчеттин 526.
 Гауса формула 797.
 Гей-Люссака закон 875.
 Генератор Штрахе 80.
 Гентриаконтакт 502.
 Геометрич. характеристики 211.
 Гептакозан 502.
 Гибкость волокна 315.
 Гигроскопичность (волокна) 316.
 Гигроскопичность волокна придельного 377.
 Гигроскопичность хлопка 325.
 Гидравлика 928.
 Гидравлические подушки 19.
 Гидравлический затвор 903.
 Гидравлических установок лаборатория (ЛГАУ) 768.
 ГИНИ (Гос. исследовательский нефтяной институт) 767.
 ГИПХ (Гос. ин-т прикладной химии) 767.
 Глубина волны 296.
 Глубинные воды 55.
 Гомуты 405.
 Горизонт искусственный 440.
 Горючее дутье 165, 209.
 Гос. исследовательский нефтяной институт (ГИНИ) 767.
 Градусы Барбе 843.
 Градусы Энглера 843, 847.
 Гражданских и промышленных сооружений институт 767.
 Гребной флот 104.
 Групповая скорость 294.
 ГЭЭИ (Гос. экспериментальный электротехнич. ин-т) 767.
 Губнерит 462.
 Давление молекулярное 878.
 Дамбы габионные 866.
 Дарси формула 27.
 Двухтрубная система отопления с верхней разводкой 66, 67.
 Двухтрубная система отопления с нижней разводкой 66, 67.
 Декортизация 339.
 Джоуля закон 876.
 Джоуля-Томсона эффект 880.
 Джут 336, 341.
 Диаллаг 864.
 Дикая конопля 334, 341.
 Динамический шаг винта 214.
 Динамическое скольжение 214.
 Динамометр Дефордена 372.
 Динамометр Поппера 372.
 Дирижабль 180.
 Дистиллат маасобразный жиропотный 510.
 Длина волны 291.
 Длина волокна 314.
 Дымные приборы 95.
 Дымообразующие вещества 95.
 Жакра 500.
 Железо мягкое 449.
 Железо-вольфрам 470.
 Желтение (волокон) 408.
 Жесткость волокна 315.
 Жир из печени 508.
 Жир из печени рыб 485.
 Жир из рыб 487.
 Жир кровайной 507.
 Жир морских свиней 485.
 Жир тресковый 486.
 Жир тюлений 483.
 Жир шерстяной 508.
 Жиро-воски 506.
 Жиропот 508.
 Жироскоп 433.
 «Заворот» дунстов 648.
 Замашна 334.
 Замираиия 297.
 Заражающие приборы 94.
 Зарезка 649.
 Затворы скользящие 41.
 Затухание волны 305.
 Зрелость волокна 324.
 Игла крючковая 812.
 Игла язычковая 812.
 Извитость волокна 322, 375.
 Измерительный контур 287.
 Изолирующие веревки 380.
 Изоляционная лента 380.
 Изоляционная тесьма 380.
 Изоляционная тесьма 380.
 Изотерма 875.
 Изотерма реальная 878.
 Инстле 342.
 Инверсионная точка 880.
 Инготы 464.
 Индекс поглощения 302.
 Индикатор колебаний 287.
 Институт по удобрениям 767.
 Интерполяция 794.
 Интерференция волн 291.
 ИРЕА (Институт чистых химических реактивов) 767.
 Истребители 252.
 Камуфляж 128.
 Канализация 42.
 Канап 341.
 Канатник 341.
 Канделилла 516.
 Кантала 342.
 Капиллярность 406.
 Капок 325.
 Каптаж 22.
 Карбид вольфрама 463.
 Карбюрирование 82.
 Карданов подвес 436.
 Кардное чесание 257.
 Картографический гос. ин-т 768.
 Картон прессованный 395.
 Катер 115.
 Катер торпедный 115.
 Катод 452.
 Катод накаленный 688.
 Катущина подвижная 448.
 Кедрьез 340.
 Кенелит 526.
 Кенлит 526.
 Кенотрон 677.
 Керамический институт 767.
 Кератин 404.
 Кипер 379.
 Кислота маргариновая 502.
 Кислота масляная 515.
 Кислота меллисиновая 502, 515.
 Кислота пальмитиновая 502, 515.
 Кислота церотиновая 502, 515.
 Клапаны 159, 170.
 Клапейрона уравнение 875.
 Классификация по крупности частиц 200.
 Клей бочарный 539.
 Клей восковой 512, 538.
 Клей для кости 538.
 Клей для рога 538.
 Клей для токарных изделий 538.
 Клей для черепахи 538.
 Клей печальный 512.
 Клей Шейблера 539.
 Ключ английский 874.
 Ключ французский 874.
 Ключ шведский 874.
 Ключ швейцарский 874.
 Кницы 133.
 Коагулянт 23.
 Ковка вольфрам. проволоки 467.
 Кожа английская 823.
 Коир 348.
 Кононная нить 359.
 Коносовый газ 76.
 Колодец водобойный 19.
 Компенсация вредности 564.
 Комплексный диэлектрический коэффициент 302.
 Комплексный показатель преломления 302.
 Конопля 334.
 Контакт ртутный 642.
 Контактный способ добывания водорода 887.
 Корабли линейные 106.
 Косынки 133.
 Котлы для водян. отопления 70.
 Котонизация 340.
 Коупера аппарат 168.
 Коэффициент влажн. воздуха 883.

Коэффициент диэлектрическ. 392.
Коэффициент испарения 665.
Крапива 339.
Кратер 452.
Крейсера 115.
Крейсера легкие 115.
Крейсера линейные 106.
Крепость волокна 314, 321, 372.
Крепость электрическая 394.
Ксилама 309.
Кулирный гладкий товар 820.
Кулирование 814.
Куронгит 527.
Куттера формула 27, 45.

ЛАГУ (Лаборатория гидравлич. установок) 768.
Лазы 46.
Лама 357.
Ланолин безводный 509.
Лебедка 491.
Леерное устройство 145.
Ленак 706.
Лейкобазы 788.
Лейса прибор 373.
Лен новозеландский 344.
Линде принцип 880.
Липкая лента 380.
Липохром 521.
Липохром картон 521.
Литероид 385.
Логарифмические диаграммы 217.
Лодки канонерские 115.
Лощитка число 876.
Луб сырой 332.
Лужение 419.
Лучок 262.
ЛЭЭЛ (Ленинградская эксперим. электротехн. лаборатория) 767.

Магистраль кольцевая 24.
Мази 537.
Мазь колесная 511.
Мальеазы 830.
Маннига формула 27.
Маска 566.
Масла машинные 511.
Масло легкое 899.
Масло скрубберное 899.
Масса боксовая 539.
Матерка 334.
Мачты (корабельные) 145.
Машина «Кваде» 267.
Машины буферные 456.
Мелен 526.
Мерная миля 148.
Мертвая зона 297.
Металлов институт 767.
Металлургич. и теплотехнич. конструкторский бюро 767.
Метан 901.
Метриномер 375.
Механической обработки полезных ископаемых ин-т (Механобр) 767.
Механобр 767.
Мидель 133.
Мина 549.
Минные заградители 115.
Мирика-воск 528.
Мирицин 502.
Могер 358.
Модальная длина 321.
Мокрослой 19.
Мониторы 115.
Монтанит 522.
Морской клей 48.
Мосты балочные 98.
Мосты высячие 98.
Мосты военно-понтонные 102.
Мосты временные 99.
Мосты легкие поплавокные 101.
Мосты на пловучих опорах 98.
Мосты полые 98.
Мосты разборные 101.
Моховатость 361.
Мышьяковистый ангидрид 155.
Мышьяковое стекло 155..

Наводка 545, 546.
Нагревательные приборы 71.
Надзор предварительный 564.
НАМИ (Научный авто-моторный институт) 768.
Намотка пряжи 841.
Напряжение низкое 707.

Насадки 168.
Насыщенный пар 84.
Нейтрализация 408.
Непотопляемость 119.
Ноль-корпус 653.
Нонакозан 502.
Нутация 435.

Обивка 380.
Обеспыливание 200.
Обмотка 381.
Объем нормальный молярный 876.
Овцы мериносовые 350.
Огнеметы 94.
Огнестойкие материалы 381.
Однотрубная сист. отопления 66.
Окраска волокон 376.
Окраска металлов 487.
Оксидировка серебра 491.
Олеан жиропотовый 510.
Олифовка 419.
Опрыскиватель автоматич. 563.
Опрыскиватель конный полевой (бочка) 562-563.
Опрыскиватель моторный 563.
Опрыскиватель-гидропульт мало-мощный 562.
Опрыскиватель-ранец диафрагмовый 562.
Опрыскиватель-ранец поршня 562.
Опрыскиватель-ранец с пневматическим нагнетанием 562.
Опрыскиватель садовый насос 562.
Отжиг проволоки 417.
Отметка 725.
Относительная поступь 214.
Отопление насосное 66.
Отравление острое 565.
Отравление хроническое 565.
Отравляющие вещества 93.
Отражение электромагнитной волны 303.
Отсек 129.
Отстойники 23.
Остойчивость 116.
Очистка воды 23.
Очистка хлопка 319.

Палубы отражательные 133.
Паровой флот 104.
Парусный флот 104.
Пассаж дранной 647.
Патентирование 420.
Пек жиропотовый 511.
Пек огненный 523.
Пентакозан 502.
Пенька 334.
Пенька бомбейская 341.
Пенька маврикийская 344.
Пенька манильская 345.
Пенька сивальская 342.
Пенька-гамбо 341.
Пенька-сырец 335.
Перегретый пар 90.
Переменный шаг винта 212.
Перемиычки 133.
Перероды 355.
Период колебания 290.
Петлеобразование 811.
Петля осново-трикотажного изделия 816.
Печь камерная газовая 925.
Печь с ретортами 923.
Пиассава 347.
Пилит 389.
Пирини 341.
Пирсы 148.
Пите 342.
Пластелин 535.
Пластырь липкий 542.
Платины (Platinen) 813.
Платировка 783.
Плетение 379.
Пловучесть 116.
Плоская электромагн. волна 300.
Плоскость горизонта 726.
Плотик 649.
Плотность рабочая 642.
Плюш 498.
Повал 263.
Поверхностные воды 54.
Поворотливость 116.
Погрешность абсолютная 792.
Погрешность относительная 792.
Подбой 574.
Подшвенная вода 52.

Поле скоростей 221.
Полиспаст 493.
Полотно (грунт) 802.
Полотно минаетное 389.
Полуводной газ 77.
Полузапруда донная 672.
Полутрико простое 823.
Поляризация волн 293.
Помада губная 537.
Помады 537.
Помол зерна 647.
Понтоны 103.
Поршень 159.
Посадка 783.
Посконь 334.
Постоянная Больцмана 877.
Постоянный шаг винта 212.
Пот овечий 508.
Преломление электромагнитной волны 303.
Прессованный картон 381.
Прессшпан 381.
Приближенное вычисление неопределенных интегралов 798.
Приближенное вычисление определенных интегралов 796.
Приближенное дифференцирование 796.
Приближенное интегрирование дифференц. уравнений 798.
Приближенное решение уравнений 795.
Приборы Полаини 385.
Прикладной геофизический ин-т 767.
Прикладной минералогии институт 767.
Прикладной химии государственного института (ГИХИ) 767.
Приливные волны 296.
Пробойная крепость 396.
Производство вольфрама стали 475.
Промывка проволоки 408.
Промышленный Северокавказский институт 767.
Прополис 512.
Просечки 801.
Профиль архитектурный 647.
Пружина контактная 642.
Прыжок воды 19.
Прядильная способность 352.
Прядь 379.
Пряжа 379.
Пуаз 842.
Пуазейля закон 843.
Пучность колебаний 292.
Пятно анодное 695.

Работа найлоная 649.
Работа на пожар 649.
Радиатор газовый 916.
Радиолоборатория нижегородская им. В. И. Ленина 767.
Радиус гидравлический 45.
Разведчики 252.
Разряд дуговой 452.
Рама 337.
Рамнол 521.
Ранцы (с мехом) 563.
Расширительный сосуд 73.
Регенерация Сименса 167.
Регулирование реки 667.
Регулятор скорости машин высокой частоты 720.
Редуцирование 550.
Резервуары 33.
Репер 725.
Респиратор 566.
Речник 650.
Риттингера закон 200.
Рубильники 643.
Ручные меха 563.
Рыбий жир 486.

Санитарная обстановка труда 572.
Световые волны 292.
Свойлачивание 258.
Свойлачивающая машина 258.
Свойства хлопкового волокна 319.
Северокавказский промышленный институт 767.
«Седая борода» 405.
Сельско-хоз. механика ин-т 767.
Сенсибилизация 789.
Сетевые заградители 115.
Сигнальная скорость 294.
Сиваль 342.

- Силикатов институт 767.
 Силы жироскопические 435.
 Силы легкие 106.
 Силы линейные 106.
 Силы подводные 106.
 Симпсона формула 797.
 Сифон 83.
 Скорость прецессии 435.
 Скрубер 930.
 Слип 149.
 Смола прививочная 538.
 Солома панамская 347.
 Спермацет 512.
 Спермацетовое масло 505.
 Спецдежда 566.
 Спирт мирцилиловый 502.
 Спирт монтажиловый 502.
 Спирт унеоперильный 502.
 Спирт церилловый 502.
 Сроновый план 143.
 Стандарт-вашер 930.
 Станки круглые кулирные 829.
 Станки плоские трикотажные кулирные 833.
 Станки трикотаж. кулирные 829.
 Станок вальцовый 827.
 Станок коньковый 826.
 Стапель 148.
 Старение волоконистых изоляционных материалов 386.
 Старение вольфрам. сплавов 471.
 Стежки 799.
 Стигматы 348.
 Стиральные машины 259.
 Стирка 264.
 Стеарин жиросопоный 510.
 Стойкость 116.
 Стол Sutton 202.
 Сторожевые суда 115.
 Стояк 706.
 Стрежень реки 672.
 Стрингер бортовой 134.
 Стоячая волна 292.
 Стоячие электромагнитные волны 303.
 Стулица 211.
 Субимамия 152.
 Сунн 342.
 Суперпозиция 291.
 Сушня 231.
 Тайлак 357.
 Текстильный институт 767.
 Текучесть 843, 850.
 Тепловые двигателей ленинградская лаборатория 768.
 Теплоемкость 876.
 Теплопроводность волокна 315.
 Теплотехнический институт 767.
 Тесьма 381.
 Техническое волокно 332.
 Тиллидин 521.
 Титр, или номер 363.
 Тонина волокна 314, 323, 375.
 Тонина шелковины 363.
 Топливо газообразное 185.
 Торфяной институт (Инсторф) 767.
 Траверс 642.
 Травление проволоки 407.
 Тральщик 115.
 Трансформатор отражающий 283.
 Трапеций формула 796.
 Траса выправительная 667.
 Трение внутреннее 842.
 Трико простое 824.
 Тростник песчаный 406.
 Трохода 295.
 Трубы асбесто-цементные 26.
 Трубы деревянные 26.
 Трубы эгеритовые 26.
 Турбовоздуховки 164.
 Тутовый лист 359.
 Тутовый шелкопряд 359.
 Тюлений жир 483.
 Углубна шурфа 650.
 Угольноводные газы 77.
 Удельный вес волокна 377.
 Удлинение волокна 315, 321, 372.
 Удобрений институт 767.
 Уза 512.
 Узлы колебаний 292.
 Упругость волокна 315.
 Условный шаг 212.
 Утгог (в дорожном деле) 399.
 Утгоги газовые 920.
 Фазовая скорость 291, 294.
 Ферберит 462.
 Фибриллярное строение 360.
 Фидер 455.
 Физико-техническая центральная лаборатория в Ленинграде (ЦФТЛ) 767.
 Филе 824.
 Фихтелит 526.
 Фламмана формула 27.
 Флоема 309.
 Флороглюцин 377.
 Фонтюра 813.
 Фугас 549.
 Хенекен 342.
 Химико-фармацевтический институт 767.
 Химический институт имени Л.Я. Карлова 767.
 Химических чистых реактивов институт 767.
 Хлопок 318.
 Хлорпниктол 377.
 Ходность 116.
 Хрисматин 526.
 ЦАГИ (Центральный аэро-гидродинамический институт) 768.
 Цвет волокна 315, 324.
 Целлюлозный клей 47.
 Центипуас 842.
 Центральный аэро-гидродинамический институт (ЦАГИ) 768.
 Центральный институт опытного табановедения 767.
 Цераты 537.
 Церезин 522.
 Церезин рыночный 532.
 Церин 502.
 Церозин 518.
 Церолеин 502.
 Цинкование 418.
 ЦФТЛ (Центральная физико-техническая лаборатория) 767.
 Частотомер 287.
 Чебышева формула 797.
 Червь-шелкопряд 359.
 Шахта аппарата Коупера 168.
 Швартовное устройство 144.
 Швейцеров реактив 377.
 Шеллит 462, 479.
 Шеерерит 526.
 Шелк дикий 359.
 Шелк из нитроклетчатки 311.
 Шелк культурный 359.
 Шелк медноаммиачный 312.
 Шелк натуральный 311.
 Шелк растительный 326.
 Шелковые отбросы 371.
 Шельф 133.
 Шерерит 526.
 Шерсть 349.
 Шерсть английская 350, 353.
 Шерсть афганская 356.
 Шерсть бухарская 356.
 Шерсть верблюжья 357.
 Шерсть горная 353.
 Шерсть горская 356.
 Шерсть грубая 356.
 Шерсть гуанако 357.
 Шерсть даунская 353.
 Шерсть донма 356.
 Шерсть иомудская 356.
 Шерсть камвольная 352.
 Шерсть карабахская 356.
 Шерсть каракавская 356.
 Шерсть кашмирская 358.
 Шерсть козья 358.
 Шерсть коровья 358.
 Шерсть корридельская 354.
 Шерсть кроссbredная 350, 353.
 Шерсть курдская 356.
 Шерсть курская 356.
 Шерсть левгандская 356.
 Шерсть лесная 348.
 Шерсть лостровая 353.
 Шерсть маличьевая 350, 356.
 Шерсть меринсовая 350.
 Шерсть меринсовая испан. 350.
 Шерсть меринсовая тонкая 350.
 Шерсть меринос. шпенская 350.
 Шерсть метисная 356.
 Шерсть монгольская 356.
 Шерсть ордовая 350, 356.
 Шерсть полугрубая 355.
 Шерсть полулюстровая 353.
 Шерсть русская 350, 356.
 Шерсть сосновая 348.
 Шерсть суконная 352.
 Шерсть туркменская 356.
 Шерсть тушинская 350, 356.
 Шерсть хорасанская 350, 356.
 Шерсть хотанская 356.
 Шерсть цыгейская (цыгайская) 350, 355.
 Шитье гладью 799.
 Шитье строчное 800.
 Шихты 166.
 Шлюпбалки 144.
 Шлюпочное устройство 144.
 Шов цепной 800.
 Шпангоуты 133.
 Шпили 144.
 Штпель 351.
 Штих 801.
 Эвершеда эффект 388.
 Эвдериин 511.
 Эклиметр 730.
 Экономайзеры воздушные 208.
 Эксгаустер 929.
 Экстра-пар 654, 660.
 Электровоздуховки 165.
 Электропроводность волоконистых изоляционных материалов 388.
 Электротехническая экспериментальная лаборатория Ленинградская (ЛЭЭЛ) 767.
 Электротехнический экспериментальный гос. институт (ГЭЭИ) 767.
 Энергетика волн. процесса 293.
 Энокарпол 521.
 Эспарто 348.
 Ядовитые жидкости 95.
 Ядовитые свечи 94.
 Якорное устройство 144.